

Com. pour le Symposium sur les aspects météorologiques et hydrologiques des sécheresses continentales. Grenoble, 27 août 1975. P. multigr., Stabl. IS - 16 : METEOROLOGICAL AND HYDROLOGICAL ASPECTS OF CONTINENTAL DROUGHTS

ASPECTS METEOROLOGIQUES ET HYDROLOGIQUES  
DES SECHERESSES CONTINENTALES

SESSION 1 - Wednesday 27 August 1975  
Mercredi 27 Août 1975

M. ROCHE, J. RODIER, J. SIRCOULON.  
Abstract

- Hydrological Aspects of Recent Drought in West Africa.

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

The drought became perceptible in certain regions since 1965, and noticeable in Mauritania, Senegal and the regions in the North of Mali and Niger since 1968. It became more severe and extended to Upper Volta and to Chad since 1970, and at numerous rainfall stations absolute extreme low precipitations were measured. In many parts of the Sahel, the driest year was 1972, with frequencies of rainfall close to the hundred-year low but with greater than normal rainfall in the Southern humid tropical regions. Although the rainfall returned to near normal in 1974, the effects of the drought have hardly begun to disappear.

Runoff and river discharge data are presented, as well as Lake Chad levels. This drought is not unique in the recent historical period. Hydrological data collected from the beginning of the century for the Senegal and Niger Rivers exhibits similar severe drought periods, one in 1910-14 and another in 1940-44.

Résumé

- Les Aspects hydrologiques de la sécheresse récente en Afrique de l'Ouest.

La sécheresse qui vient d'affecter les régions tropicales présente une extension géographique et une sévérité remarquables. L'Afrique Occidentale a été particulièrement touchée et les conséquences en sont dramatiques dans la zone sahélienne.

Perceptible en certaines régions dès 1965, cette sécheresse devient sensible à partir de 1968 en Mauritanie, au Sénégal et dans les régions nord du Mali et au Niger. A partir de 1970, elle s'aggrave et s'étend à la Haute-Volta et au Tchad, et de nombreux postes pluviométriques accusent des records absolus. Le point culminant est atteint en 1972, les précipitations systématiquement déficitaires ayant une fréquence d'apparition 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 1974, les effets de la sécheresse sont loin d'avoir disparu.

Les auteurs présentent des données sur les débits des rivières ainsi que les niveaux du lac Tchad. 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 en 1940-1944.

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

Collection de Référence

n° B 7876 Hydr.

71551

1 - La gravité de la sécheresse récente.

La sécheresse qui a affecté récemment de façon pratiquement systématique les zones tropicales des deux hémisphères a été rigoureuse en de nombreuses régions et tout particulièrement dans la zone sahélienne de l'Afrique de l'Ouest où elle a présenté pendant plusieurs années consécutives une intensité et une extension tout à fait exceptionnelles.

Les moyens modernes d'information ont permis de sensibiliser l'opinion internationale à la situation désastreuse des six pays concernés en premier lieu par cette tragique raréfaction en eau, qui sont d'Ouest en Est : La Mauritanie, le Sénégal, le Mali, la Haute-Volta, le Niger et le Tchad. Au Sud du Sahara, dans la zone subdésertique qui reçoit moins de 300 mm de pluie en année moyenne et où les conditions de vie sont toujours très précaires, l'assèchement des points d'eau et la diminution des pâturages ont été spectaculaires et la situation des pasteurs nomades qui ont vu leurs troupeaux disparaître et la famine s'installer est bien connue.

Toutefois la sécheresse ne s'est malheureusement pas limitée à cette zone climatique et s'est étendue très loin vers le sud ; elle a causé des ravages considérables dans les autres zones climatiques dont la disposition, sensiblement sous forme de bandes parallèles à l'équateur, est la conséquence directe du déplacement saisonnier des masses d'air tropicales sèches et équatoriales maritimes humides.

C'est ainsi que ses effets se sont fait sentir de façon tout aussi catastrophique à toute la zone sahélienne proprement dite, c'est-à-dire, la région comprise entre les isohyètes 300 et 750 mm où les pluies sont concentrées sur 3 à 4 mois de l'année. Dans cette zone, 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, les crues étant restées trop faibles.

Plus à l'est, la situation n'est pas meilleure et le lac Tchad, principalement alimenté par le Chari dont les apports sont déficitaires depuis près de dix ans, a connu une baisse spectaculaire de son plan d'eau entraînant sa coupure en deux cuvettes.

La zone du climat tropical pur, comprise entre les isohyètes annuelles 750 et 1200 mm a été également largement touchée, mais le déficit en eaux y a eu des conséquences beaucoup moins dramatiques qu'au Sahel, malgré la grande rareté du phénomène observé.

Enfin, au sud de l'isohyète 1200 mm, la sécheresse s'est encore fait sentir, mais de façon plus épisodique et plus localisée, jusqu'au golfe de Guinée et à l'est jusqu'au fleuve Zaïre.

## 2 - Eléments d'analyse de la sécheresse.

Cette sécheresse est d'une telle ampleur que tous les usages de l'eau sont concernés et que tous ses divers aspects physiques sont d'une récurrence rare. En se limitant à l'expression globale de cette sécheresse (déficit annuel), les données quantitatives relatives aux précipitations et à l'écoulement peuvent être le total pluviométrique annuel, le module écoulé annuel et les valeurs extrêmes concernant les crues et les étiages.

### 2.1. Qualité de l'information pluviométrique.

Les observations assurées par les réseaux météorologiques nationaux regroupés au sein de l'ASECNA (Association pour la Sécurité de la Navigation Aérienne) permettent de se faire une idée générale sur l'évolution des précipitations au cours de ces dernières années. Les très faibles valeurs relevées, voire les records absolus, montrent bien le déficit persistant de la pluviométrie.

Toutefois une étude fine de l'évolution spatio-temporelle des pluies dans les différentes zones climatiques concernées par la sécheresse se heurte à de nombreuses difficultés :

- la densité des postes de mesure est 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.
- la qualité des relevés est très inégale, les erreurs de mesures, l'inadéquation de l'appareillage ou les variations dans l'environnement des stations étant fréquentes.
- la variabilité du déficit pluviométrique d'un point à un autre est très forte, malgré le caractère assez homogène des caractéristiques physiographiques de l'Afrique de l'Ouest et la relative simplicité des mouvements des masses d'air qui commandent la saison des pluies. Les précipitations (et les débits) présentent des déficits assez variables d'un point à un autre si on descend, dans l'étude régionale de la sécheresse, à des surfaces inférieures à quelques milliers de km<sup>2</sup> : c'est ainsi qu'en 1972, en Haute-Volta, la région de Ouagadougou et une bonne partie du Sud et du Nord est de ce pays ont été relativement épargnés. Il a même été observé ces dernières années, sur certains petits cours d'eau, des crues exceptionnelles de périodes de retour de 10 ans.

D'autre part, la comparaison entre la sécheresse actuelle et les autres sécheresses historiques est rendue très délicate par la rareté des observations disponibles avant les années 1920-1930.

Si la sécheresse de la période 1940-1944 est assez bien connue, il n'en va pas du tout de même de celle de la période 1907-1914, beaucoup plus rigoureuse, pour laquelle on ne compte qu'une dizaine de postes pluviométriques en activité pour toute la zone sahélienne

## 2.2. Qualité de l'information hydrologique.

On a encore moins de données sur les débits que sur les précipitations : moins de stations hydrométriques et observations portant sur des périodes plus courtes. Durant ces dernières années, celles qui sont concernées par la sécheresse, les apports des cours d'eau originaires de la zone sahélienne ne sont connues de façon quantitative que du nord est de la Haute-Volta à la République du Tchad, où des observations régulières ont été faites. Encore ne s'agit-il pas des régions où la sécheresse a sévi avec le plus de rigueur.

La situation est heureusement très différente pour les grands fleuves venant du Sud et qui atteignent ou traversent la bande sahélienne. Sur le Sénégal, le Niger, le Chari, on dispose en effet de données sûres et de longues séquences d'écoulement, quelques stations étant suivies depuis le début du siècle. D'autre part, pour la période récente, les mesures effectuées par les brigades hydrologiques en collaboration avec l'ORSTOM permettent de connaître ou d'évaluer de façon très précise les débits de basses et de très basses eaux : les étiages observés durant la période de sécheresse sont très souvent les plus faibles depuis l'installation des stations.

## 3 - Données hydropluviométriques sur la dernière sécheresse et comparaison avec les autres sécheresses connues.

### 3.1. Les données pluviométriques.

#### 3.1.1. La sécheresse actuelle.

On fait débiter en général la récente période de sécheresse en 1968 car la pluviométrie de l'année 1967 a été très largement excédentaire. Toutefois dès 1965 de vastes régions du Mali au Tchad, au Nord de l'isohyète 500 m ont subi un fort déficit pluviométrique se répétant l'année suivante ; c'est ainsi que la station de Tombouctou-Kabara, au Mali, ne recueille en 1966 que 89 mm de pluie, record absolu, contre 210 mm en année médiane. Les régions en dessous de l'isohyète 500 mm sont également touchées puisque le fleuve Niger présente pour ces deux années là des modules voisins ou inférieurs à ceux de 1968 et qu'à Ndjamena le Chari a en 1965 un module inférieur à tous ceux de la période 68 à 71.

L'évolution de la sécheresse est la suivante :

- sécheresse brutale en 1968 affectant en premier lieu la Mauritanie et le Sénégal où la pluviométrie a souvent une période de retour comprise entre 10 et 20 ans.
- Année 1969 presque normale, sauf sur les parties subdésertiques du Niger et du Tchad.
- Reprise accentuée du déficit pluviométrique en 1970 dans les pays déjà cités mais forte irrégularité spatiale des précipitations, certaines zones de la Mauritanie, par exemple restant excédentaires.
- Aggravation de la sécheresse en 1971 dans tous les pays du Sahel sauf au Sénégal qui est relativement épargné.
- Point culminant de la sécheresse en 1972 : tous les postes pluviométriques de la zone sahélienne sont déficitaires et l'on enregistre de nombreux records absolus, particulièrement du Sénégal au Mali. C'est ainsi que Dakar ne reçoit que 117 mm de pluie pour une médiane de 500 mm. Par bandes pluviométriques la situation est la suivante :

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. Le pastoralisme reste la règle. 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 la période de retour est comprise entre 50 et 100 ans.

Bande comprise entre 300 et 750 mm. Au sud de la zone précédente l'agriculture intéresse des surfaces beaucoup plus importantes et connaît, en année normale, des conditions beaucoup moins précaires; 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 %. La période de retour varie entre 10 et 50 ans.

Bande comprise entre 750 et 1200 mm. La période de retour 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 1040 mm en année médiane.

Bande supérieure à 1200 mm. Le déficit pluviométrique bien que beaucoup plus modeste et ne dépassant pas une période de retour de 10 ans se manifeste encore dans toutes les régions nord des pays côtiers. A l'est de la zone étudiée il atteint le Cameroun et la R.C.A. où la période de retour de l'écoulement est beaucoup plus forte (Sanaga, Oubangui, les pluies étant mal réparties dans l'année).

- En 1973, les précipitations sont dans l'ensemble un peu plus fortes dans toutes les bandes climatiques et principalement dans la zone supérieure à 1200 mm où, à part la région de Bougouni au Mali, la période de retour n'excède pas 5 ans. Mais certaines régions relativement épargnées en 1972 ne l'ont pas été en 1973 (en Haute-Volta et dans le sud du Mali notamment) et on retrouve pour cette dernière année un nombre non négligeable de valeurs minimales absolues correspondant à des périodes de retour 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'Abèche (Tchad) qui reçoit 188 mm de pluie seulement contre 420 mm en année médiane. La répartition des précipitations mensuelles a, par endroits, été plus favorable aux pâturages qu'en 1972.
- En 1974, la pluviométrie redevient proche de la normale à peu près partout sauf au Sénégal où à part certaines régions excédentaires, la plupart des postes ne recueillent guère plus de précipitations qu'en 1973.

### 3.1.2. Comparaison avec les autres sécheresses connues.

Comment se place cette sécheresse par rapport aux deux autres sécheresses historiques : celle de 1941 à 1945 et surtout celle de 1907 à 1914 qui semble avoir été plus rigoureuse par l'importance des souvenirs qu'en ont gardé les populations. Le tableau I donne, pour 8 stations existant au moins depuis 1907, mais parfois avec des lacunes importantes (Tombouctou et Ndjamená notamment), le record pluviométrique annuel absolu et la moyenne annuelle des épisodes secs les plus intenses sur 2, 5 et 10 ans. Cette comparaison, très grossière car s'appuyant sur un trop petit nombre de postes, montre qu'à l'échelle de l'année la plus faible ou de deux années consécutives, la sécheresse "1913" l'emporte largement sur la sécheresse "1972", la sécheresse "1940" étant, elle, beaucoup moins sévère et n'apparaissant même pas dans le tableau. Les valeurs sont particulièrement basses pour Saint-Louis, Ouagadougou, Niamey et Zinder.

- A l'échelle de 5 années consécutives la période 1970-1974 devient la plus sèche sauf en Haute-Volta et au Niger et cette tendance à une sévérité accrue se confirme sur 10 ans consécutifs sauf pour Ouagadougou et Niamey, qui ont été relativement épargnés.

TABLEAU I

Episodes pluvieux les plus secs (moyenne annuelle en mm)

Station	Total annuel médiann	Moyenne annuelle la plus faible sur ...			
		1 an	2 ans	5 ans	10 ans
Dakar	500	117 1972	202 72-73	263 70-74	423 65-74
Saint-Louis	330	144 1914	147 13-14	179 70-74	284 65-74
Segou	710	456 1949	517 48-49	569 70-74	630 40-49
Tombouctou	210	89 1966	106 72-73	137 70-74	146 65-74
Ouagadougou	810	408 1913	505 12-13	580 10-14	669 7-16
Niamey	580	(290) 1915	319 14-15	383 12-16	(443) 10-19
Zinder	490	215 1912	222 12-13	305 11-15	391 65-74
Ndjamena	620	306 1913	370 73-74	487 70-74	525 65-74

### 3.2. Les données sur l'écoulement.

On analysera séparément le cas des cours d'eau qui prennent naissance dans le Sahel et celui des cours d'eau tropicaux qui y parviennent, avant d'étudier les répercussions de la sécheresse actuelle sur le niveau du lac Tchad.

#### 3.2.1. Cours d'eau sahéliens.

En région subdésertique les phénomènes d'écoulement ne se produisent que dans certains endroits privilégiés, de manière temporaire, à l'occasion d'orages violents très localisés; nous n'avons aucune information sur ce qui s'est passé au cours de la dernière sécheresse.

En zone sahélienne, surtout entre les isohyètes 300 et 750 mm, les écoulements se produisent couramment tous les ans et, à peu près partout, sauf dans les terrains très ensablés.

Le Tableau II montre, pour certaines stations de mesures contrôlant des bassins de superficies variables situés à l'est de la Haute-Volta au Tchad, le déficit accusé qu'on observe pratiquement tous les ans de 1968 à 1973.

TABLEAU II

Evolution en % du déficit annuel (termes négatifs)  
ou de l'excédent annuel (termes positifs) de  
quelques cours d'eau sahéliens.

Stations	Pays	Surf. km <sup>2</sup>	Moy. ann. m <sup>3</sup> /s	1968	1969	1970	1971	1972	1973	Année (s) du minim
Gorouol à Dolbel	Niger (ouest)	7500	8,08	- 45	+ 35	- 7	- 23	- 28	+ 2	1968
Dargol à Tera	Niger (ouest)	2750	4,67	- 80	- 12	+ 10	+ 23	- 1	+ 13	1968
Sirba à Garbey Kourou	Niger (ouest)	38750	20,6	- 86	- 6	- 45	- 29	- 70	-	1968
Maggia à Tsernaoua	Niger (centre)	2525	1,40	- 69	+ 23	+ 65	- 44	- 23	+ 24	55-60 -57
Badeguicheri	Niger (centre)	825	0,71	- 75	- 19	+ 116	- 57	- 35	-	1968
Goulbi de Maradi	Niger (centre)	5400	6,01	- 59	- 35	+ 79	- 17	- 56	- 28	1968
Komadougou à Gueskerou	Niger (est)	20000	14,3	- 15	- 14	-	- 16	- 46	- 67	1973
Ba Tha à Ati	Tchad	45290	19,9	- 75	- 35	+ 80	- 72	- 75	- 27	60-63
Bahr Azoum à Antimam	Tchad	80000	29,7	- 44	- 7	+ 90	-	- 73	- 53	1972



L'examen de ce Tableau et de la distribution statistique des échantillons d'écoulements annuels permet quelques constatations qui ne concernent malheureusement pas la partie occidentale du Sahel où la sécheresse paraît avoir présenté un caractère exceptionnel ayant sans doute une période de retour comprise entre 50 et 100 ans.

- Le caractère déficitaire de chaque année varie largement d'un cours d'eau à l'autre sur cette partie de la bande sahélienne. L'année 1970 est même très fortement excédentaire du centre du Niger au Tchad.
- L'année la plus déficitaire n'est pas la même suivant les régions. L'année 1972 présente des écoulements très réduits partout mais ce n'est qu'au Tchad qu'elle atteint des records. Le déficit de la Komadougou, qui se jette dans le lac Tchad, est plus important en 1973; dans les régions de l'ouest et du centre du Niger c'est l'année 1968 qui est de très loin la plus sèche avec un déficit atteignant parfois 80 % de l'écoulement en année moyenne. Ceci montre bien, pour les cours d'eau à caractère intermittent, l'importance de la répartition des pluies dans le temps, le total pluviométrique annuel de 1968, bien que faible, ne présentant pas un caractère exceptionnel.
- 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 interannuelle très forte. C'est ainsi que, malgré la brièveté des périodes d'observations (15 à 20 ans), la période de retour de l'année la plus déficitaire ne paraît pas être très élevée. Du Mali au lac Tchad elle semble être comprise entre 5 et 15 ans, atteignant parfois 25 ans lorsque c'est l'année 68 qui est la plus faible. Au Tchad la sécheresse a été plus sévère et les périodes de retour pour les grands cours d'eau varient de 10 à 20 ans.
- Ce qui paraît beaucoup plus rare, et qui a eu des conséquences dramatiques, c'est la succession de deux ou trois années sèches de 1970 à 1973 : 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, présentent, à la fin de la période, des déficits beaucoup plus graves : la période de retour du module de 1973 de la Komadougou est de 40 ans, avec un écoulement égal au tiers de l'écoulement médian. Sur la Korama, dont l'écoulement annuel a été nul en 1973, la période de retour est d'au-moins 20 ans, peut-être 40 ans, alors que l'année sèche 1968 isolée n'a pas eu de conséquences aussi graves.

3.2.2. Grands fleuves tropicaux parvenant au Sahel.

En fait, la Komadougou est déjà un exemple de ce type de cours d'eau. Ils sont caractérisés par un déficit relatif beaucoup moins important que celui des cours d'eau sahéliens, mais la fréquence d'occurrence de la sécheresse y est beaucoup plus faible. Dans la partie amont de ces cours d'eau, où l'eau est relativement abondante, ce déficit a eu des conséquences beaucoup moins dramatiques qu'au Sahel malgré la plus grande rareté des phénomènes observés. Il n'en a pas été de même sur les cours inférieurs ou moyens, en zone sahélienne : le Tableau III résume l'évolution du déficit de l'écoulement annuel à quelques stations.

TABLEAU III

Evolution du déficit annuel (en %) des grands fleuves parvenant au Sahel

Stations	Pays	Superf. km <sup>2</sup>	Module Moyen m <sup>3</sup> /s	1968	1969	1970	1971	1972	1973	Année (s)du minim
Sénégal à Bakel	Sénégal	218000	770	- 45	- 2	- 28	- 22	- 66	- 54	1972
Niger à Koulikoro	Mali	120000	1540	- 10	+ 34	- 28	- 18	- 30	- 42	1913
Niger à Niamey	Niger	700000	987	- 3	+ 23	- 17	- 18	- 25	- 39	1973
Chari à Ndjamena	Tchad	600000	1230	- 17	- 14	- 4	- 21	- 56	- 44	1972
Logone à Lai	Tchad	56700	513	- 6	+ 22	+ 13	- 20	- 53	- 48	1972

### 3.2.2.1. Sécheresse actuelle.

On constate que :

- l'année 1968 est très déficitaire pour le fleuve Sénégal uniquement ( - 45 % , période de retour 17 ans)
- l'année 1969 est très excédentaire pour le fleuve Niger, normale pour le Sénégal, par contre le fleuve Chari a un déficit de 17 %.
- On note ensuite une succession d'années systématiquement déficitaires de 1970 à 1973, les deux années les plus faibles étant 1972 et 1973.
- Pour les fleuves Sénégal, Chari et Logone les plus faibles modules de toute la période de mesure s'observent en 1972 et la période de retour est comprise entre 50 et 100 ans.
- Pour le fleuve Niger c'est l'année 1973 qui est la plus mauvaise avec une période de retour voisine de 50 ans, mais l'année 1913 (connue seulement à Koulikoro) était encore plus faible. Cependant à l'aval de la cuvette lacustre il est fort possible que la fréquence ait été plus faible que les déficits ayant tendance à être plus élevés qu'à l'amont.

Les débits maximaux de crue ne dépassent pas, au cours de cette sécheresse, des valeurs très modestes et la période de retour est de l'ordre de 50 ans pour ces grands fleuves. Les plus faibles valeurs observées se produisent en 1972 mais restent légèrement au-dessus de celle de l'année 1913.

\* On note ainsi pour le Sénégal à Bakel :  
1430 m<sup>3</sup>/s en 1972 pour 1040 m<sup>3</sup>/s en 1913.

\* Sur le fleuve Niger, on note à Koulikoro 3680 m<sup>3</sup>/s également en 1972 contre 3450 m<sup>3</sup>/s en 1913.

\* A Ndjamena la pointe annuelle du Chari s'abaisse à 1430 m<sup>3</sup>/s en 1972 plus faible valeur depuis le début des mesures en 1932.

Les étiages sont excessivement rigoureux et les plus faibles valeurs de la période 1968 à 1974 s'observent en 1974 à la fin de l'année hydrologique 1973, l'effet cumulatif de la recharge insuffisante des nappes pendant plusieurs années consécutives se faisant très nettement sentir.

On observe des valeurs très basses, voire nulles :

- assèchement total du Sénégal à Bakel pendant huit jours consécutifs au mois d'avril.
- Sur le Niger, le débit d'étiage s'abaisse à 0,6 m<sup>3</sup>/s à Niamey au mois de juillet, alors que la valeur de l'étiage moyen est de 75 m<sup>3</sup>/s.

TABLEAU IV

Station et période d'observation	Débit moyen annuel m <sup>3</sup> /s (moyenne = 770)	Période de Retour	Débit maximal m <sup>3</sup> /s (moyenne = 4720)	Période de Retour	Débit minimal m <sup>3</sup> /s (médiane = 2,3)
Sénégal à Bakel 1903 - 1974	1913 = 272	50	1913 = 1040	100	
	1914 = 444	12	1914 = 1880	20	
	1944 = 331	25	1944 = 1740	30	
	1972 = 255	100	1972 = 1430	50	1973 = 0,25
	1973 = 355	20	1973 = 2550	15	1974 = 0
	(moyenne = 1540)		(moyenne = 6140)		(médiane = 45)
Niger à Koulikoro 1907 - 1974	1913 = 817	100	1913 = 3450	100	1914 = (36)
	1914 = 929	30	1914 = 4470	15	1915 = (21)
	1942 = 993	15	1942 = 4920	8	1943 = (30)
	1944 = 993	15	1944 = 4920	8	1945 = (19)
	1972 = 1080	10	1972 = 3680	50	1973 = 16,0
	1973 = 903	50	1973 = 4140	20	1974 = 17,4
(moyenne = 1230)		(moyenne = 3560)		(médiane = 160)	
Chari à Ndjamena 1932 - 1974	1913 = ?		1913 = ?		1913 = ?
	1914 = ?		1914 = ?		1914 = ?
	1940 = 805	10	1940 = 2260	25	1940 = (80)
	1941 = 739	15	1941 = 2190	30	1941 = (79)
	1972 = 537	50-100	1972 = 1430	50-100	1973 = 47,7
	1973 = 572	50	1973 = 2130	50	1974 = 38,6

3.2.2.2. Comparaison avec les autres sécheresses connues.

Les résultats condensés dans le Tableau IV illustrent ces constatations. D'une façon générale, il semble que :

- à l'échelle annuelle, 1972 ou 1973 semblent avoir été des records absolus au plan des apports annuels (sauf sur la partie du Niger en amont de la cuvette lacustre) par contre les débits maximaux de crue ont été supérieurs à ceux de 1913;
- à l'échelle de 3 ou de 5 ans (Tableau V) la récente sécheresse semble être pour les grands fleuves tropicaux à peu près équivalente à celles des années 1910 à 1914 ou 1940 à 1944. Bien que les étiages atteints au début de ce siècle ne soient pas connus, les traditions orales rapportent que le Sénégal s'est déjà asséché pendant l'époque historique et que le Niger en amont de la cuvette lacustre a déjà connu des débits de basses eaux très faibles.

TABLEAU V

Modules moyens (en m<sup>3</sup>/s) sur 3 ans consécutifs

	Module	Période	Module	Période	Module	Période
Sénégal à Bakel	401	71-73	427	40-42	435	12-14
Niger à Koulikoro	1015	12-14	1060	42-44	1084	71-73

Modules moyens(en m<sup>3</sup>/s ) sur 5 ans consécutifs

	Module	Période	Module	Période	Module	Période
Sénégal à Bakel	455	40-44	476	70-74	486	10-14
Niger à Koulikoro	1120	40-44	1150	11-15	1150	70-74

### 3.2.3. Evolution du lac Tchad.

#### 3.2.3.1. Etat actuel du lac Tchad.

Le lac Tchad, constitué par 2 cuvettes séparées par une zone de hauts fonds (la Grande Barrière), est une nappe d'eau endoréique peu profonde, ce qui le rend particulièrement vulnérable aux atteintes de la sécheresse. Il réagit fidèlement aux variations du climat et constitue donc un indicateur précieux de la situation actuelle. Etroitement dépendant des apports du fleuve Chari qui fournissent plus de 80 % de son alimentation, il présente une fluctuation annuelle qui suit avec un certain décalage les variations de l'hydrogramme de ce fleuve : le niveau du lac connaît ainsi chaque année un minimum en juillet et un maximum en décembre-janvier.

Après une brève montée de son plan d'eau de 1953 à 1963, le lac connaît depuis 1964 une baisse continue qui s'est aggravée depuis 1968, les apports des sept dernières années ayant tous été déficitaires (cf Tableau III).

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 23500 km<sup>2</sup> et le volume des eaux stockées à 105.10<sup>9</sup> m<sup>3</sup> pour une cote moyenne un peu supérieure à 283 m. A 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; les apports de 1968 à 1971 présentant un déficit annuel moyen de 8 milliards de m<sup>3</sup> (apport annuel moyen du Chari à Ndjamena = 40 milliards de m<sup>3</sup>). Au minimum de 71, la cote du plan d'eau n'est déjà plus à Bol que de 280,8 m, la surface a diminué de 20 % et le volume stocké de 60 %.

En 1972 et 1973, non seulement la baisse se poursuit, mais elle atteint près d'un mètre par an et, en avril-mai 73 le lac se scinde en deux cuvettes, avec exondation de la Grande Barrière. On peut très grossièrement estimer que la surface du lac n'est plus, en juillet 1973, que 40 % (9000 km<sup>2</sup>) de ce qu'elle était dans la période de 1961 à 1964. Quant au volume des eaux stockées il ne serait plus 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.

### 3.2.3.2. Situation du lac au début du siècle.

La situation actuelle du lac Tchad présente de très fortes analogies avec la situation au moins aussi sévère, décrite par le général Tilho au début du siècle. Il avait alors pu constater la fermeture de la Grande Barrière en 1905, puis l'assèchement progressif de la cuvette nord en 1906, à la suite de quoi une abondante végétation arbustive s'était développée, gênant plus tard la remise en eau de 1908; la remontée des eaux ne sera d'ailleurs que très provisoire puisqu'un nouvel assèchement se produira de 1910 à 1913.

#### CONCLUSION :

=====

Les aspects hydrologiques de la sécheresse rigoureuse qui a sévi pendant plusieurs années dans l'Ouest Africain, et dont la sévérité n'a diminué que depuis 1974, sont bien connus pour les grands fleuves tropicaux, pour lesquels la période de retour du phénomène est de 50 ans pour le Niger et est comprise entre 50 et 100 ans pour le Sénégal et le Chari. La sécheresse des cours d'eau sahéliens observés de la Haute-Volta au Tchad a une période de retour plus faible, en général de 20 ans mais atteignant localement 40 ans. De la Mauritanie au Sénégal, la sécheresse, plus sévère, doit dépasser une récurrence de 50 ans. A l'est de la zone, la baisse des eaux du lac Tchad et la coupure de celui-ci en deux cuvettes est un événement spectaculaire mais non rarissime puisque déjà observé dans un passé assez récent; là aussi, la période de retour doit être voisine du demi-siècle.

Depuis le début du siècle, deux périodes de sécheresse, de 1905 à 1913 et de 1940 à 1945, 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, l'emporte par certains aspects sur la sécheresse actuelle.

En définitive, on peut revoir en moyenne sans doute tous les cinquante ans une période de sécheresse comparable à celle de 1965 à 1973; celle-ci ayant les mêmes conséquences catastrophiques si une stratégie anti-sécheresse menée en commun par tous les pays concernés par ce fléau n'est pas entreprise.