

## **Variation des débits des cours d'eau et des niveaux des lacs en Afrique de l'ouest depuis le début du 20<sup>ème</sup> siècle**

Jacques H.A. Sircoulon  
Secrétaire-délégué du Comité National Français  
des Sciences Hydrologiques  
213, rue La Fayette  
75480 Paris Cedex 10, France

**RESUME** Les ressources en eaux de surface des grands bassins hydrographiques d'Afrique de l'Ouest présentent des fluctuations interannuelles très marquées qui reflètent bien les variations climatiques que connaît cette vaste région. L'évaluation correcte de la ressource se heurte à de nombreuses difficultés et seules de rares chroniques d'observations existant depuis le début du 20<sup>ème</sup> siècle permettent d'en suivre les fluctuations de façon très globale.

Au cours des vingt dernières années, la tendance à la baisse que semble présenter les cours d'eaux tropicaux depuis la fin du siècle dernier s'aggrave; les apports des grands fleuves à la zone sahélienne se réduisent de 40% en moyenne et les lacs de cette zone présentent de très bas niveaux, voire même un assèchement total pour certains d'entre eux.

Variation of river discharges and lake levels in West Africa since the beginning of the twentieth century

**ABSTRACT** Water surface resources of large river basins in West Africa experience great interannual fluctuations due to the climatic variations occurring in this area.

A reliable appraisal of the resource encounters numerous difficulties and only scarce time series recorded since the beginning of the twentieth century. However, it appears that the runoff contributing to the tropical rivers has been decreasing since the end of the last century, and particularly during the last twenty years. The water yields to the Sahelian zone have fallen 40 percent resulting in very low lake levels, and in some cases, the disappearance of the lake entirely.

### Introduction

Les variations des débits des grands fleuves tropicaux et des niveaux des lacs en Afrique de l'Ouest et Centrale intègrent les Variations spatiotemporelles des régimes pluviométriques et leur abondance annuelle. Alors que l'on observe un besoin croissant de connaissance

des ressources en eau de surface de cette vaste région et qu'il existe la nécessité impérieuse de mieux gérer une ressource qui va en s'amenuisant en liaison avec la dégradation climatique très sensible de ces vingt dernières années, il faut reconnaître qu'ici comme ailleurs les observations hydrométriques comme pluviométriques ont connu de grandes vicissitudes liées à la qualité des mesures et à la détérioration des réseaux, les frais de mesures, de contrôle et d'entretien, représentant une très lourde charge pour les pays.

Comme cela est général en la matière les observations pluviométriques commencent bien avant les mesures hydrométriques avec un réseau de base fonctionnant dès le début des années 1920 et un certain nombre de stations suivies depuis le tout début du siècle, voire avant. Les données recueillies indiquent clairement que l'Afrique tropicale a connu au cours du 20ème siècle trois périodes sèches 1910-1916, 1940-1949 et de 1968 à maintenant et deux phases humides vers 1925-1935 et 1950-1965. Lorsqu'on cherche à connaître les variations, concomitantes de l'écoulement l'on s'aperçoit très vite qu'il n'existe que deux stations de référence l'une sur le fleuve Sénégal, l'autre sur le fleuve Niger et couvrant ces quatre vingts dernières années qui soient capable de quantifier globalement l'influence du climat.

La situation actuelle très déficitaire de l'écoulement demanderait à ce que l'on puisse étendre ces chroniques au 19ème siècle afin de mieux apprécier les fluctuations interannuelles de celui-ci et le phénomène de persistance actuel. Les résultats obtenus (Olivry, Chastanet - 1986 par ex.) restent limités, une grande prudence s'impose dans la reconstitution de séries anciennes, les sources historiques, les récits d'exploration étant souvent contradictoires: de plus le phénomène de zonalité des fortes sécheresses n'est pas toujours aussi généralisé qu'on pourrait le penser, le bassin du Logone Chari pouvant avoir, à titre d'exemple, une hydraulicité certaines années qui est très différente de celles observées sur les bassins du Sénégal et du Niger.

#### Historique des mesures sur les grands fleuves

Il faut attendre le début des années 1950 pour voir la mise en place en Afrique noire francophone de véritables réseaux organisés; par ailleurs aucune mesure de débit n'a été faite au cours du 19ème siècle même si des échelles limnimétriques ont pu exister dès la fin du siècle dernier pour tenter d'évaluer la navigabilité de ces voies d'eau.

Pour les fleuves tropicaux parvenant à la zone sahélienne, on peut esquisser une historique rapide:

(a) Sur le fleuve Sénégal, navigable en hautes eaux sur plusieurs centaines de km, on recense dès le début des années 1890 une quarantaine d'échelles suivies d'août à décembre et installées sur les seuils et aux escales des bateaux circulant sur le fleuve. La station de Bakel qui contrôle l'ensemble des apports provenant à la basse vallée (218 000 km<sup>2</sup>) est installée en 1901; ses relevés sont utilisables depuis 1903 mais ne sont complets en basses eaux que depuis 1951.

(b) Sur le fleuve Niger, Mage installe une échelle à Segou qui

sera suivie en hautes eaux en 1864 et 1865. Dès 1899 il existe plusieurs stations suivant la crue du fleuve en amont et en aval de la cuvette lacustre (Lenfant). La station de Koulikoro qui contrôle l'écoulement du haut Niger (120 000 km<sup>2</sup>) est ouverte en 1907 par la Compagnie Générale des Colonies et sera suivie sans aucune lacune jusqu'à présent. Cette station sert de référence au même titre que celle de Bakel.

(c) Sur le bassin du Logone Chari une première échelle est installée à Ndjamena en 1903, la mission Tilho installe en 1906 une station qui permettra de connaître seulement les crues de 1906 et 1908; les observations, capitales pour la connaissance de l'alimentation du lac Tchad ne reprendront qu'en 1932.

En dehors de ces trois grands ensembles, les plus longues chroniques concernent:

- La station de l'Oubangui à Bangui qui contrôle un bassin de 500 000 km<sup>2</sup> à régime de transition équatoriale. Des observations sont faites de 1890 à 1987 (Bruehl) pour l'étude des possibilités de navigation. Ces mesures ne reprendront vraiment qu'en 1911 mais avec beaucoup de lacunes de 1920 à 1935.

- Les stations de Kinshasa/Brazzaville qui permettent de constituer une chronique ininterrompue depuis 1902 sur un bassin de 3 500 000 km<sup>2</sup> à prédominance équatoriale.

#### Données sur l'écoulement

Le tableau I regroupe pour les 5 grands fleuves cités précédemment quelques caractéristiques de leurs modules (jusqu'en 1985 ou 1986 inclus). Les valeurs sont en m<sup>3</sup>/s.

Tableau I

| Station           | Nbre d'années d'observation | Module interannuel | Coef. de variation | Module max. | An | Module mini. | An |
|-------------------|-----------------------------|--------------------|--------------------|-------------|----|--------------|----|
| Sénégal à Bakel   | 84                          | 702                | 0,38               | 1247        | 24 | 215          | 84 |
| Niger à Koulikoro | 80                          | 1437               | 0,18               | 2300        | 25 | 636          | 84 |
| Chari à Ndjamena  | 54                          | 1115               | 0,31               | 1720        | 55 | 213          | 84 |
| Oubangui à Bangui | 56                          | 4130               | 0,19               | 5560        | 61 | 2180         | 84 |
| Congo à Kinshassa | 84                          | 40910              | 0,10               | 56000       | 61 | 33500        | 13 |

Le tableau II fournit pour ces mêmes stations les modules moyens sur 5 ans consécutifs pour les périodes sèches et humides les plus marquées (valeurs en m<sup>3</sup>/s).

Ces tableaux regroupent des bassins fluviaux soumis à des régimes climatiques variés et présentant une abondance de l'écoulement et une irrégularité interannuelle très diverse; néanmoins ce rassemblement est très instructif:

- au niveau des années humides, on constate un comportement différent entre les bassins d'Afrique de l'ouest et d'Afrique centrale (avec réserve due au fait que les chroniques d'observations ne sont pas homogènes), pour les fleuves Sénégal et Niger ce sont les années 1924 et 25 qui présentent des valeurs records alors qu'en

Tableau II

| Station           | Humide |         | Sec    |            |
|-------------------|--------|---------|--------|------------|
|                   | Module | Période | Module | Période    |
| Sénégal à Bakel   | 1027   | 54 - 58 | 285    | 82 - 86    |
|                   | 941    | 32 - 36 |        |            |
|                   | 917    | 24 - 28 |        |            |
| Niger à Koulikoro | 2024   | 24 - 28 | 804    | 82 - 86    |
|                   | 1942   | 51 - 55 |        |            |
| Chari à Ndjamena  | 1500   | 60 - 64 | 533    | 81 - 85    |
|                   | 1450   | 52 - 56 |        |            |
| Oubangui à Bangui | 5200   | 60 - 64 | 2880   | 81 - 85    |
| Congo à Kinshasa  | 49800  | 61 - 65 | 36900  | 81 - 85    |
|                   |        |         |        | et 11 - 15 |

Afrique centrale c'est l'année 1961 (année célèbre pour l'augmentation brutale de niveau des lacs d'Afrique orientale et les fortes hydraulicités des cours d'eau issus de la crête Congo-Nil); même le Chari présente cette année là un module très voisin de celui de son maximum de 1955. Sur cinq années consécutives, on retrouve la même dualité géographique, les plus forts écoulements étant observés au début des années 20, 30 ou 50 à l'ouest et au début des années 60 à l'Est.

- au niveau des années sèches on constate par contre un meilleur synchronisme dans le comportement de ces grands fleuves. L'année 1984 est ainsi la plus faible partout, sauf pour l'ensemble du bassin du Congo où cette année là vient au 4ème rang avec 34300 m<sup>3</sup>/s. Mais sur cinq années consécutives tous ces fleuves sans exception présentent le plus faible module moyen en 1981-85 ou 1982-86 (le fleuve Congo retrouvant les basses valeurs de la période 1911-15).

Ceci montre que la période actuelle est la plus déficitaire du 20ème siècle en zone tropicale, et qu'en cas de paroxysme de sécheresse l'extension du phénomène se fait sentir en zones équatoriales comme ce fut déjà le cas lors des années 13.

#### Apports au Sahel et au lac Tchad

Le tableau III récapitule les apports (en 10<sup>9</sup>m<sup>3</sup>) des grands fleuves tropicaux à la zone sahélienne. Les apports totaux interannuels sont de l'ordre de 120 milliards de m<sup>3</sup>. Ils étaient de 130 à 135 \* 10<sup>9</sup> m<sup>3</sup> pour la période s'arrêtant à 1967 inclus et tombent à 84 \* 10<sup>9</sup> m<sup>3</sup> pour la période de sécheresse actuelle soit un déficit considérable (Fig. 1).

Les apports totaux annuels sont tous déficitaires depuis 1968 (Fig.2.1) sauf l'année 1969 pour laquelle les bassins du Sénégal et du Niger présentent une hydraulicité légèrement positive. Dans ces conditions, les débordements dans les basses vallées du Sénégal, le remplissage de la cuvette intérieure du Niger et l'inondation des plaines au sud du lac Tchad sont de moins en moins assurés.

Tableau III

|                             | Sénégal à Bakel | Niger à Koulikoro | Bani à Douna | Chari à Ndjamena | Total |
|-----------------------------|-----------------|-------------------|--------------|------------------|-------|
| Début des observ.<br>à 1985 | 22,3            | 46,2              | 17,3         | 35,1             | 120,9 |
| Début des observ.<br>à 1967 | 24,7            | 48,7              | 22,1         | 40,4             | 135,9 |
| Période 1968 - 1985         | 13,7            | 37,7              | 8,3          | 24,6             | 84,3  |
| Année 1984                  | 6,9             | 20,1              | 2,2          | 6,3              | 35,5  |

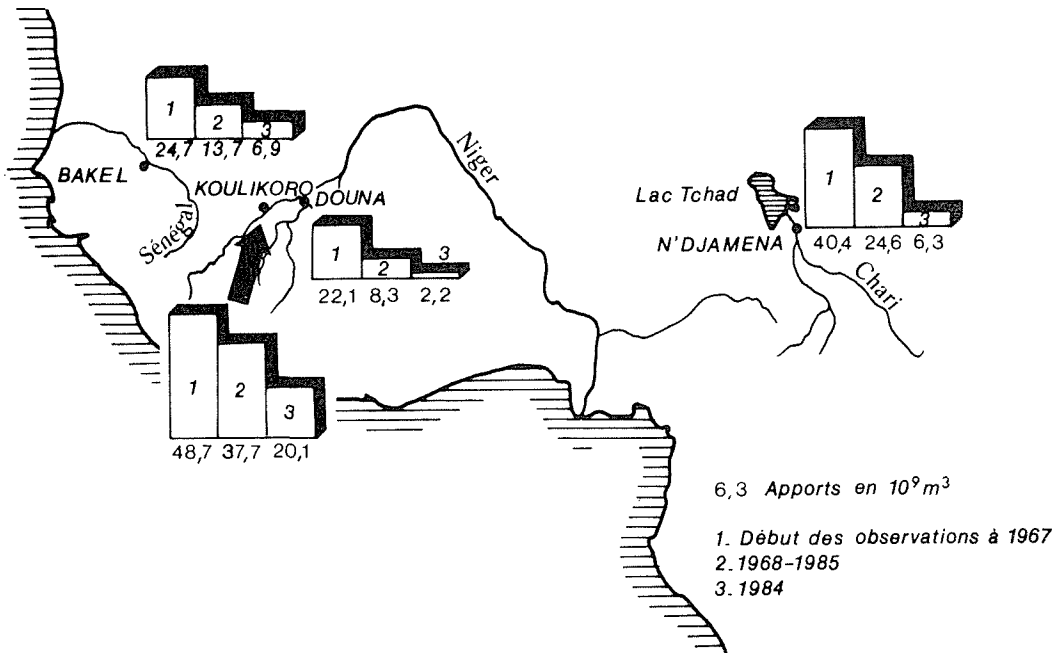


Figure 1 Variation des apports annuels des grands fleuves à la zone sahélienne.

En ce qui concerne le remplissage du lac Tchad lui-même, les déficits de l'ensemble Logone-Chari se font sentir dès 1965 (confer fig.2.2.) expliquent la diminution du niveau du lac depuis 63-64 et son quasi assèchement actuel (confer plus loin). Ces déficits sont de l'ordre de 40% pour la période 1968 à 1985, ils atteignent 83% pour la seule année 1984.

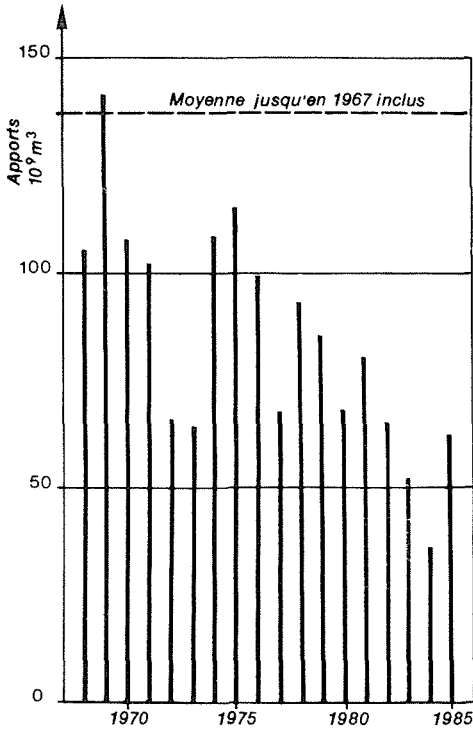


Figure 2.1 Apports annuels des grands fleuves au sahel.

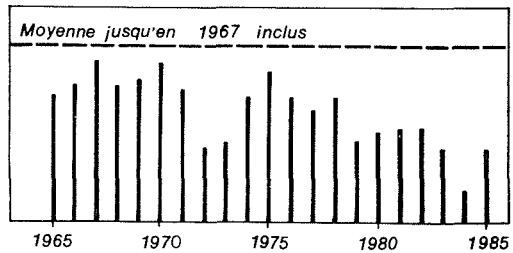


Figure 2.2 Apports annuels du Chari au lac Tchad.

Evolution des modules

Tableau IV

|                   | Début à 1967 | 1968 à 1985 | Déficit (%) |
|-------------------|--------------|-------------|-------------|
| Sénégal à Bakel   | 782          | 435         | 44          |
| Niger à Koulikoro | 1521         | 1192        | 22          |
| Chari à Ndjama    | 1282         | 781         | 39          |
| Oubangui à Bangui | 4128         | 3607        | 13          |
| Congo à Kinshassa | 40870        | 41070       |             |

Les considérations qui précèdent montrent que pour les fleuves tropicaux ou à transition équatoriale on assiste à une baisse très sensible alors que le module interannuel du fleuve Congo reste stable; le plus fort déclin est celui du fleuve Sénégal.

Les essais d'extension de la période d'observations hydropluviométriques à partir de données historiques, par Olivry et Chastanet, 1986, semblent montrer globalement des conditions beaucoup plus humides entre 1857 et 1902 sur ce bassin. Le module interannuel

aurait pu être voisin de  $900 \text{ m}^3/\text{s}$  au cours de cette période. La période la plus humide se situe de 1860 à 1880 (une concordance assez nette apparaît avec les événements signalés pour cette période en Afrique soudano-sahélienne (Maley, Nicholson) et aux Iles du Cap-Vert (Olivry)).

Il semblerait ainsi que l'on assiste à une diminution croissante de la ressource en eau depuis le début du siècle pour les fleuves tropicaux.

## Evolution de la cuvette lacustre du Niger

### Historique

La cuvette lacustre alimentée par le haut Niger et le Bani s'étend aux hautes eaux sur  $60\,000 \text{ km}^2$  environ. C'est une vaste région d'épandage, fond d'un immense delta qui à son apogée à l'holocène (vers 8000 ans B.P.) couvrait une étendue bien plus considérable (N. Petit-Maire). Dans cette cuvette à très faible pente, bras principaux, émissaires, chapelets de marés et grands lacs cohabitent (fig.3). L'alimentation en eau des lacs est tributaire de l'inondation annuelle du fleuve bien que certains d'entre eux puissent être remplis simplement par des précipitations locales. Sur l'ensemble de la cuvette les observations chiffrées sont très fragmentaires: quelques stations ont été installées vers 1955, un réseau plus dense est mis en place en 1975 et des tournées régulières ont été effectuées en 83-84 pour améliorer la connaissance de la limnimétrie et de la bathymétrie des lacs et mieux connaître les bilans d'écoulements.

Le lac Faguibine, en rive gauche (Fig. 4) est le plus grand lac d'Afrique de l'ouest après le lac Tchad et peut couvrir  $600 \text{ km}^2$ . Il fluctue d'environ 1.5 m par an et ses variations pluriannuelles reflètent assez bien le comportement du fleuve mais avec un décalage de plusieurs années, son remplissage demandant plusieurs années à hydraulicité abondante. Découvert par les militaires français en 94-95 il ne bénéficie d'observations connues que de 1937 à 1941, de 1958 à 67, et au cours de ces dernières années.

### Niveaux dans la cuvette et le lac Faguibine

Le degré de remplissage des lacs de rive droite est connu de façon qualitative depuis 1908 (rapport Bourgues de 1933). Les lacs les plus extrêmes comme le lac Haribongo après avoir été rempli par les fortes crues de 1893-95, semblent être restés à sec jusqu'en 1925. L'abondance exceptionnelle des années 1924 et 1925 suffit à remplir les lacs qui se maintiennent à un niveau assez élevé jusqu'en 1933. En 1955-56 les lacs seront à nouveau pratiquement pleins jusqu'à la fin de la période abondante en 1967. Depuis 1972 les lacs les plus extrêmes sont à nouveau à sec et les autres lacs (comme le lac Korarou) ne sont alimentés que certaines années. En 1983 et 84 la crue du fleuve Niger est si faible qu'aucun seuil d'alimentation en eau des lacs n'a été atteint.

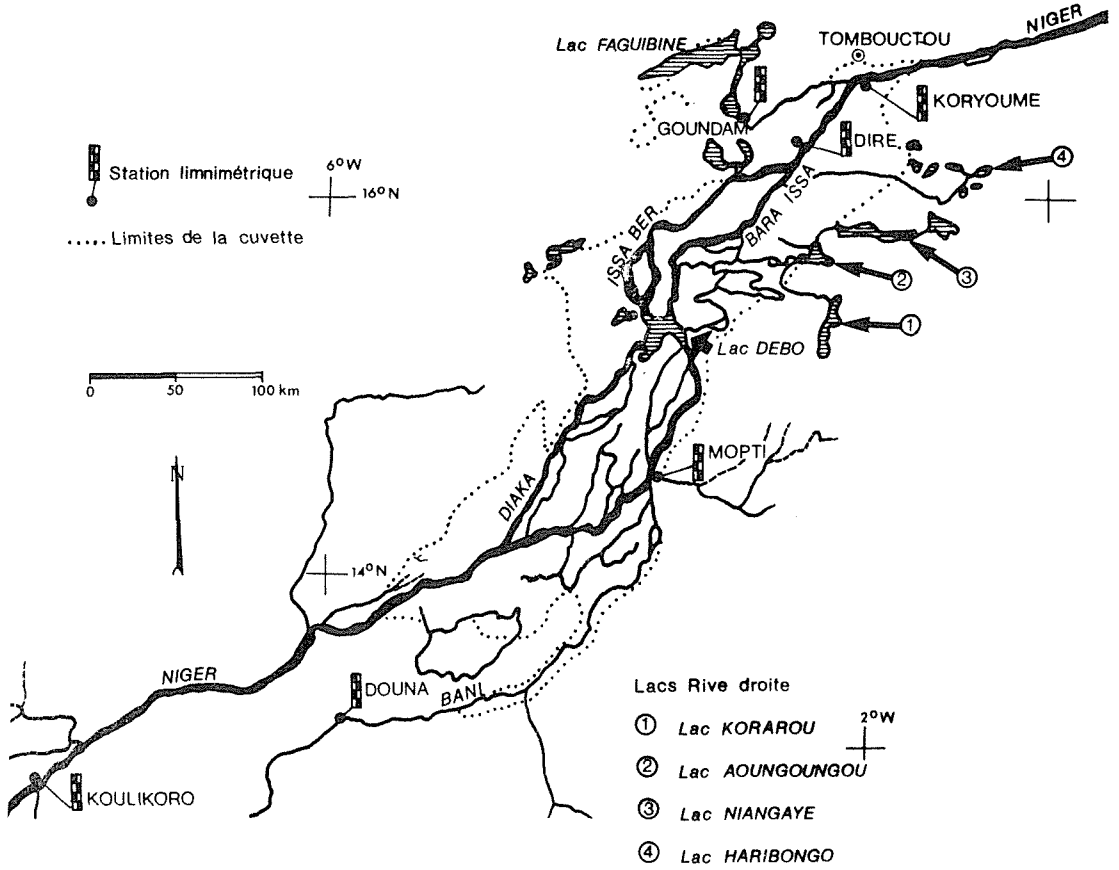


Figure 3 Cuvette lacustre du fleuve Niger.

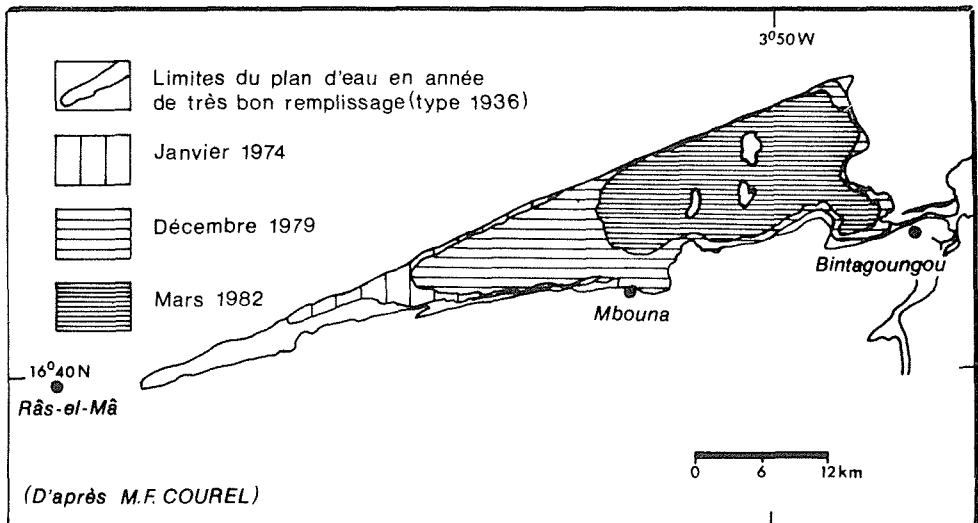


Figure 4 Le lac Faguibine.



En ce qui concerne le lac Faguibine, plusieurs reconstitutions du niveau du lac ont été faites, par Viguiier pour la période 1894-1941, par Vauchel et Guiguen pour la période 1958 à 1984 et par M.F. Courel (reconstitution partielle par imagerie satellitaire).

Il semblerait que le lac ait été complètement asséché en 1910, 1924, 1941 et rempli en 1894, 1917 (?), 1930, 1955 et assez haut en 1969. Après la pointe de sécheresse de 1972-73, le lac régresse régulièrement (fig. 4), il n'atteint plus la station de M'Bouna en 1976 et on peut le considérer à nouveau asséché en 1983 (Vauchel).

## Evolution du Lac Tchad

### Historique rapide

Le lac Tchad (fig.5.1) plus grand lac d'Afrique de l'ouest et vestige de la grande mer intérieure qui couvrait à l'holocène plusieurs centaines de milliers de km<sup>2</sup> enregistre de façon sensible les variations climatiques que subit cette région. Formé d'une nappe peu profonde ce qui le rend très vulnérable à la sécheresse, l'évaporation dépassant deux mètres par an, il est constitué à l'époque contemporaine par deux cuvettes séparées par une zone de hauts fonds (la Grande Barrière). Ses niveaux suivent une oscillation annuelle provoquée par les variations saisonnières de la crue de l'ensemble du Logone et du Chari, les apports de ces bassins correspondant à environ 82% des apports totaux au lac.

Découvert en 1823 par l'explorateur Denham, un certain nombre de voyageurs célèbres en ont donné une description partielle au 19<sup>ème</sup> siècle. La mission Tilho en 1904-1906 en a fait une étude complète et plus scientifique. Les observations limnimétriques du lac sont malheureusement très courtes, la station la plus connue du lac (Bol-Dune) ne fonctionne que depuis 1955 et après la sécheresse de 1972 les hauteurs lues à la station ne sont plus en général représentatives du niveau général du lac.

### Evolution

De nombreux essais de reconstitution des niveaux du lac ont été faits (Tilho, Bouchardeau, Maley, Nicholson...). Mais il est très difficile de reconstituer même de façon qualitative les fluctuations du lac. Les témoignages des explorateurs, des militaires, les récits recueillis auprès des habitants ou les études historiques apportent un éclairage souvent contradictoire.

Si l'on s'en tient aux deux siècles écoulés, il semblerait que le lac présente

- ses plus bas niveaux au cours de la seconde partie du 18<sup>ème</sup> siècle, vers 1830-1840, au début du 20<sup>ème</sup> siècle (Fig. 5.2.) et actuellement.

- ses plus hauts niveaux au début du 19<sup>ème</sup> siècle, vers 1880 et au début des années 1960.

Après les apports très abondants du fleuve Chari de 1960 à 1962 (50 milliards de m<sup>3</sup> par an en moyenne), le lac Tchad atteint en janvier 1963 la cote de 283 m à Bol, la surface du lac est alors de 23500 km<sup>2</sup> pour un volume stocké de 105 milliards de m<sup>3</sup>. Depuis cette

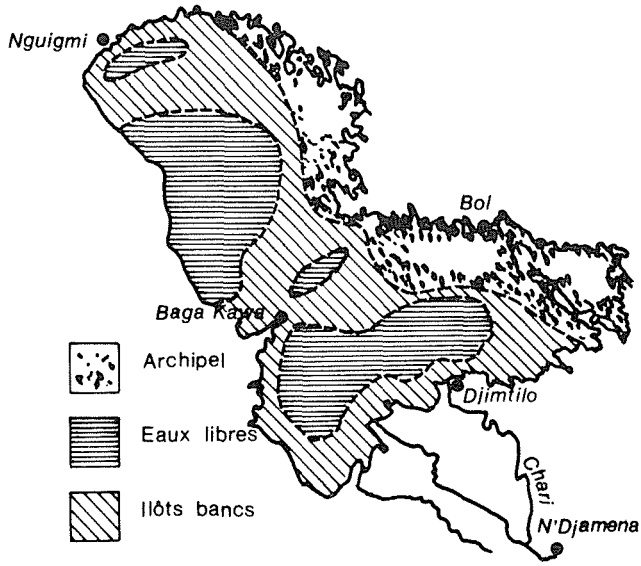


Figure 5.1 Le lac Tchad à la cote 281,50 m.

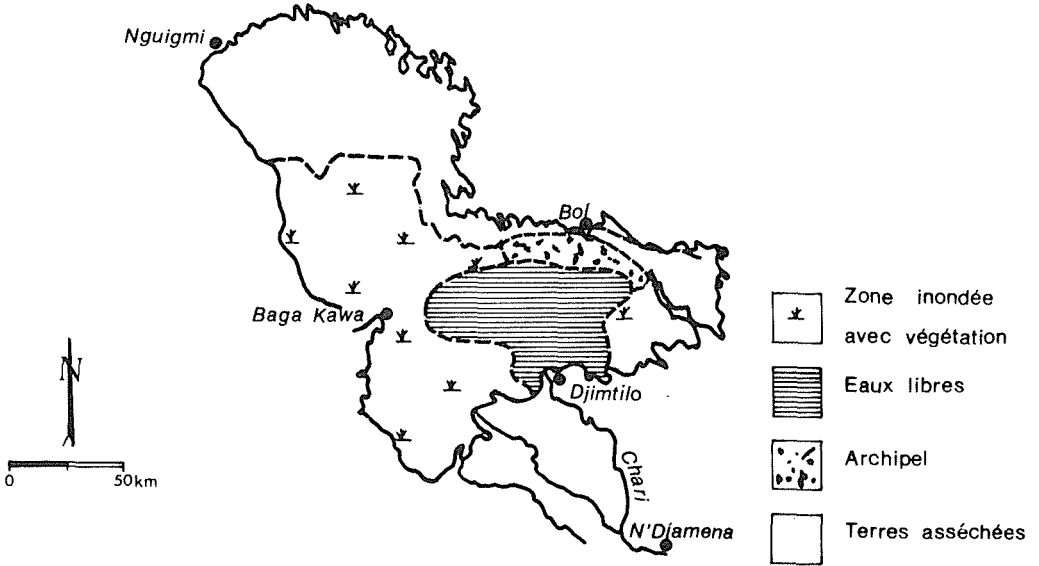


Figure 5.2 Situation début 1908 (Tilho).

date les niveaux vont baisser chaque année régulièrement, les apports annuels du Chari étant tous déficitaires depuis 20 ans comme nous l'avons déjà vu.

- En avril-mai 1973 la faiblesse de remplissage du lac aboutit à la coupure de celui-ci en deux cuvettes avec exondation de la Grande Barrière (Fig. 5.3.). La médiocrité de réalimentation saisonnière de

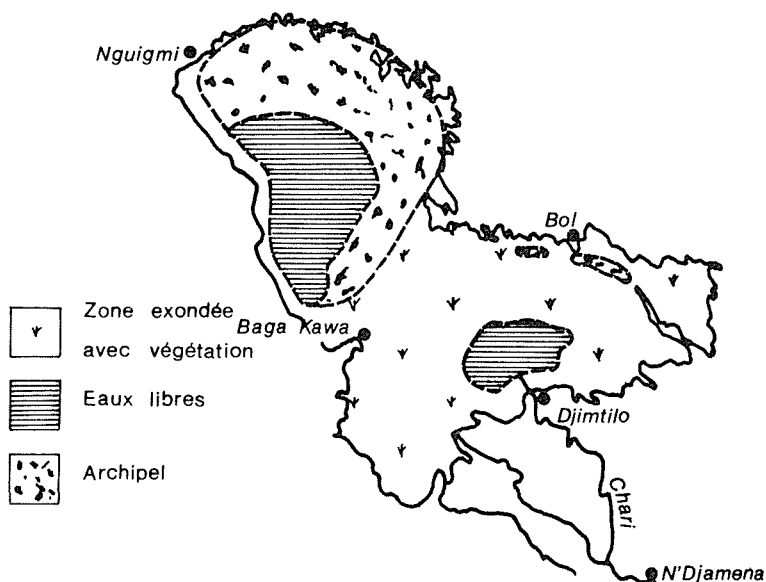


Figure 5.3 Situation début juillet 1973.

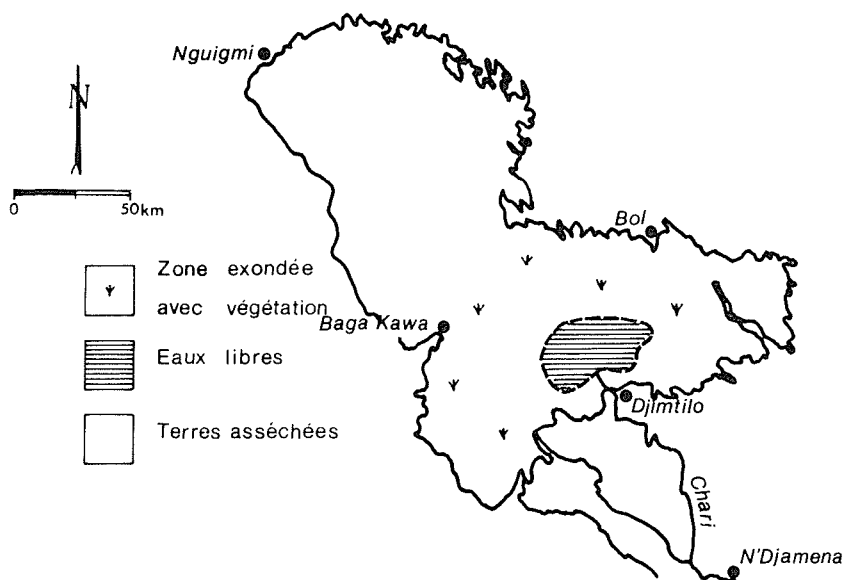


Figure 5.4 Situation en mai-juin 1985.

la cuvette nord provoque en novembre 1975 l'assèchement complet de celle-ci. Depuis lors on assiste chaque année au même phénomène. En 1983 et en 1984 (apports de  $6,3 \cdot 10^9 \text{ m}^3$ ) la crue du Chari ne permettra même pas une réalimentation temporaire de cette cuvette nord; en mai-juin 85 la surface d'eaux libres de la cuvette sud se réduit ainsi à  $2000 \text{ km}^2$  environ (Fig. 5.4.). La situation actuelle

semble être pire que celle observée au début du siècle, elle a des conséquences catastrophiques pour toutes les populations riveraines et pose de façon aiguë la nécessité d'une concertation entre les pays de la région pour gérer en commun la pénurie.

### Conclusion

Les rares chroniques de longue durée disponibles pour les fleuves tropicaux montrent que ceux-ci présentent des variations importantes de l'écoulement annuel. Il semble que l'on assiste à une diminution des ressources en eau de surface depuis la fin du siècle dernier dans cette zone climatique qui connaît depuis une vingtaine d'années une phase de sécheresse particulièrement sévère et étendue et dont la persistance soulève de très graves questions quant à l'utilisation à terme de cette ressource. La situation prévalant en zone sahélienne exige une stricte gestion de la pénurie, une étroite concertation entre pays riverains et une intensification des recherches sur les phénomènes qui régissent le climat. Les zones équatoriales quant à elles sont sensibles aux phases aiguës de sécheresse se produisant en zone tropicale mais les valeurs interannuelles de l'écoulement ne semblent pas être affectées globalement.

### Références

- Anonyme - 1958 - Note de synthèse du projet d'aménagement des lacs Tele et Faguibine. Mission d'études et d'aménagement du Niger (Mean).
- Brunet-Moret, Y. et al. (1986) Monographie hydrologique du fleuve Niger - Tome II - in collection Monographies hydrologiques Orstom, N° 8 Paris.
- Chouret, A., Lemoalle J., (1974) Evolution hydrologique du lac Tchad durant la secheresse 1972-74 - Centre Orstom de N'Djamena, 12p. + Graph.
- Chouret, A., (1977) La persistance des effets de la secheresse sur le lac Tchad, centre Orstom de n'Djamena, 12p. 10 fig.
- Chouret, A., Berthault, C., Pepin, Y. (1986) Persistence de la secheresse au Sahel - Etudes de stations pluviometriques et hydrologiques de longue duree au Mali. Observations de l'annee 1985. Direction Nationale de l'Hydraulique et de l'Energie et Orstom - Bamako
- Courel, M.F., (1984) Etude de l'evolution recente des milieux sahéliens a partir des mesures fournies par les satellites. Université Paris-Sorbonne, These de doctorat d'etat, publication du centre scientifique IBM-France.
- Guigen, N., (1984) Tournée hydrologique dans la cuvette lacustre sur les lacs de la rive droite du Niger du 17 au 23/12/84 (2000 km parcourus). Rapport interne Orstom.
- Lenfant, Capitaine (1903) Le Niger - Librairie Hachette - Paris.
- Maley, J., (1981) Etudes palynologiques dans le bassin du Tchad et paleoclimatologie de l'Afrique nord-tropicale de 30 000 ans a l'epoque actuelle, in travaux et documents de l'Orstom N° 129 - Paris.
- Nicholson, S.E., (1981) The Historical climatology of Africa; in Climate and History (T.A.L. Wigley, M.J. Ingram and G. Farmer,

- eds) Cambridge University Press, Cambridge, 249-270.
- Olivry, J.C. (1983) Le point en 1982 sur la secheresse en Senegambie et aux Iles du Cap vert - Examen de quelques series de longue duree (debits et precipitations). In Cah. Orstom, serie Hydrol., Vol.XX,N 1, pp. 47-69.
- Olivry, J.C., Chastanet, M. (1986) Evolution du climat dans le bassin du fleuve Senegal (Bakel) depuis le milieu du 19eme siecle. In colloque sur les changements globaux en Afrique au cours du quaternaire, Inqua, Asequa, Dakar (avril 1986).
- Petit-Maire, N. (1986) Paleoclimatologie du Sahara occidental et central pendant les deux derniers optima climatiques,aux latitudes paratropicales in "Changements globaux en Afrique durant le quaternaire" Symposium Inqua-Asequa, Dakar, 21-28 avril 1986.
- Rochette, C. (1974) Le Bassin du fleuve Senegal. In monographies Hydrologiques Orstom, N 1, Paris.
- Sircoulon, J. (1976) Les donnees hydropluviometriques de la secheresse recente en Afrique intertropicale. Comparaison avec les secheresses "1913 et 1940". In cah. Orstom, ser. Hydrol., vol. XIII, N 2, 1976, pp. 75-174.
- Sircoulon, J. (1986) La secheresse en Afrique de l'Ouest. Comparaison des annees 1982-84 avec les annees 1972-73. In cah. Orstom, ser. Hydrol., vol. XXI, N 4, 1984/85, PP. 75-86.
- Tilho, J. (1910) Documents scientifiques de la mission Tilho 1906-1909. Imprimerie Nationale Paris, Tome I, 412 p., Tome II 598 p.
- Vauchel, P., Guiguen, N. (1984) Etude hydrologique complementaire de la cuvette lacustre du Niger. Direction Nationale de l'Hydraulique et de l'Energie, Bamako.

