

*NOTES TECHNIQUES
DU CENTRE ORSTOM
DE N'DJAMÉNA*

N° 8

LE LAC TCHAD ET SON SYSTEME D'ALIMENTATION
CONSEQUENCES DES PERIODES DE SECHERESSE



A. CHOURET

LA RECHERCHE DE BASE AU SERVICE DU DEVELOPPEMENT

LE LAC TCHAD ET SON SYSTEME D'ALIMENTATION
CONSEQUENCES DES PERIODES DE SECHERESSE

par
A. CHOURET

INTRODUCTION

Le lac Tchad est situé entre les parallèles 12° 20' et 14° 20' de latitude nord, entre les méridiens 13° et 15° 20' de longitude est, sous un climat de type sahélien (fig, 1). Le lac actuel est le vestige d'un ensemble lacustre plus vaste, appelé parfois "Paléotchad", dont l'extension maximale remonte à l'Holocène, entre 8 et 9 000 ans avant l'époque actuelle. Cet ensemble était alimenté, entre autres, par des cours d'eau issus des massifs de l'Afr, du Tibesti et de l'Ennedi, aujourd'hui désertiques. Le lac est maintenant une cuvette fermée sans émissaires : aussi, la variation de son niveau est-elle le résultat d'un équilibre constant entre les apports d'une part, les pertes par évaporation et infiltration d'autre part.

La totalité des apports est en année moyenne d'environ 50 milliards de m³, les précipitations tombant directement à la surface du lac ne représentent en général que 10 à 12 % de ces apports. La pluviométrie décroît du sud vers le nord-ouest, entre les isohyètes 550 et 240 mm.

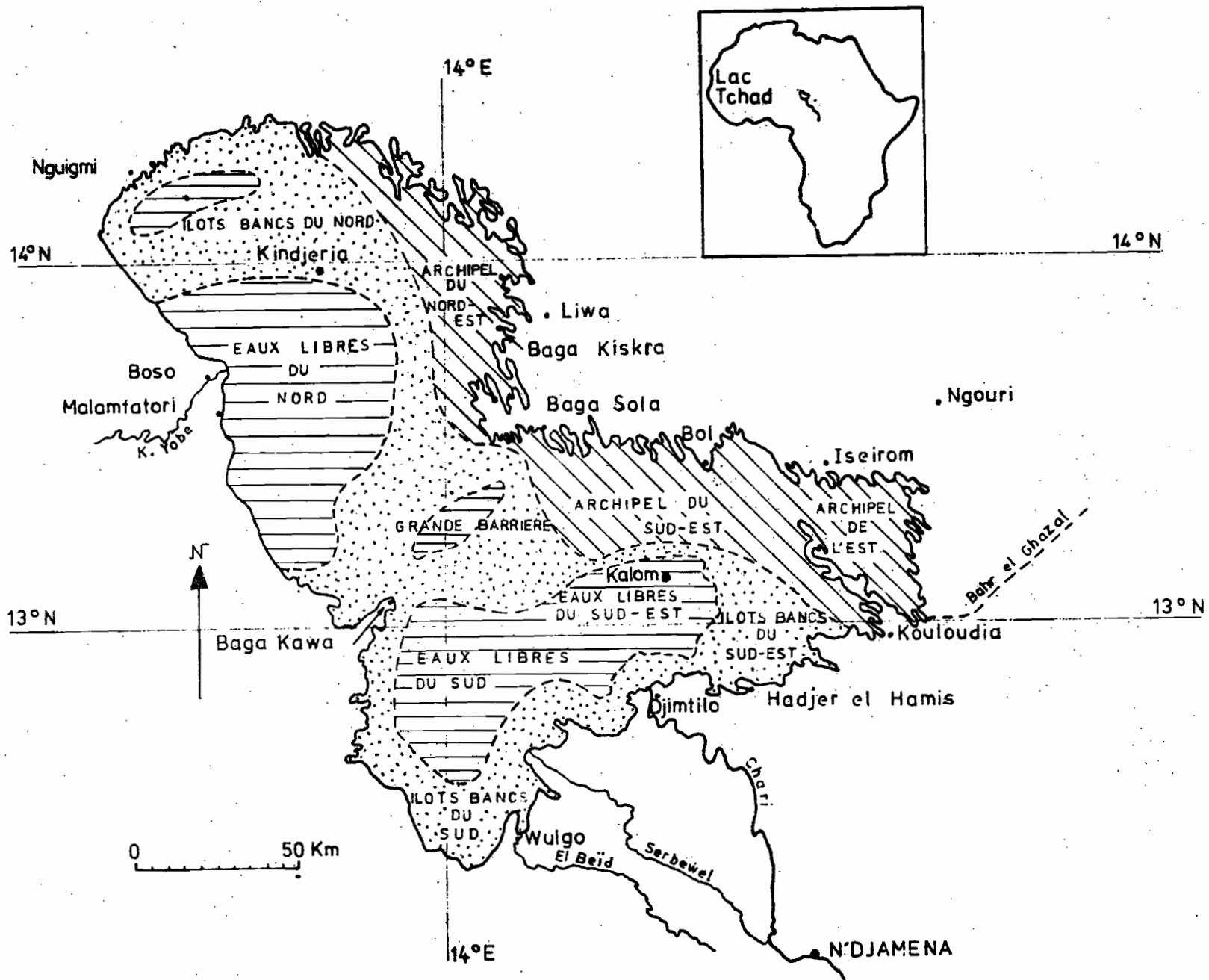


Fig. 1 - Régions naturelles du Lac Tchad à la cote du plan d'eau 281,5 m .

Le fleuve Chari fournit à lui seul 80 % du total des apports qui peuvent être chiffrés par la station de mesure de N'DJAMENA après le confluent Logone-Chari. Les apports du Logone étant en année normale sensiblement constants, nous ne considérerons ici que les apports du Chari mesurés à N'Djaména. Le restant des apports fluviaux est donné par les tributaires El-Béïd, Yedseram et Komadougou-Yobé dont les débits sont très faibles comparés à ceux du Chari.

Les pertes sont dues principalement à l'évaporation de l'ordre de 2 250 mm par an, les fuites marginales et l'infiltration n'interviennent que pour 10 % au maximum.

Les fluctuations annuelles du niveau du lac suivent avec un certain décalage les variations (hydrogramme) de la crue du Chari ; le niveau du lac connaît ainsi chaque année un minimum en juillet et un maximum en décembre-janvier.

A l'échelle interannuelle, le lac Tchad se comporte comme un vaste réservoir régularisateur et on observe un phénomène de persistance qui amortit sensiblement la variabilité des apports annuels tant que le volume stocké est suffisant. Cependant, depuis 1964, on assiste à une baisse continue du plan d'eau qui s'est aggravée depuis 1968, les apports des six dernières années ayant tous été déficitaires.

LE MILIEU NATUREL

DESCRIPTION SOMMAIRE DU LAC

La figure 1 représente les grandes régions naturelles du lac Tchad à la cote 281,5 m (altitude absolue) qui correspond à un stade "Tchad normal". Dans ce cas, la cote à l'échelle de Bol est alors de 3,6 m. A ce stade, le lac se divise en deux cuvettes nord et sud, à fond

plat, séparées par un léger étranglement des rives et une zone de hauts fonds, souvent marécageux : "La Grande Barrière". Les deux cuvettes sont bordées dans leur partie septentrionale et orientale par un erg fixé dont les sommets de dunes, orientés sud-est - nord-ouest, forment un vaste archipel. Celui-ci est prolongé vers l'intérieur du lac par des files de végétation ou "flots-bancs" correspondant à des hauts-fonds dunaires colonisés par des phanérogames aquatiques. Les zones d'eaux libres constituent un autre type de paysage. Les surfaces relatives, occupées par ces différents paysages, sont fonction : d'une part, du niveau du plan d'eau ; d'autre part -comme il s'agit d'un milieu instable- de son mode d'évolution qui conditionne l'implantation et le développement de la végétation.

LES OBSERVATIONS SCIENTIFIQUES

Les récits des voyageurs arabes et des premiers explorateurs européens nous permettent d'avoir une idée de l'histoire récente du lac Tchad. Cependant, les premières observations à caractère scientifique ne seront effectuées qu'à partir de 1904 par la mission MOLL et 1906 par la mission TILHO qui installe dans la cuvette sud la première échelle limnimétrique le 25 janvier 1908 à Bol ; cette échelle ne sera suivie que jusqu'au 27 décembre de la même année. Une nouvelle échelle posée le 20 octobre 1912 sera lue régulièrement jusqu'au 30 septembre 1919. Les observations seront reprises en 1953 avec l'installation par la mission Logone-Tchad d'une station limnimétrique à Bol-Dune. Cette infrastructure a été complétée en 1956 et 1969 par la mise en service d'un limnigraphe à Bol-Bérim. Cette station ainsi que les suivantes sont suivies actuellement par l'ORSTOM.

Dans la cuvette nord, une station permanente existe à Nguigmi depuis 1955 (mission Logone-Tchad puis ORSTOM). Un limnigraphe a été installé en avril 1973 .

Le réseau limnimétrique a été complété en 1973 (ORSTOM) par des stations nouvelles qui ont permis de suivre les variations du niveau de l'eau dans les principales régions du lac. En particulier, les zones d'eaux libres nord et sud sont étudiées à l'île de Kindjéria et à l'île de Kalom au moyen de limnigraphes, de même que la zone de Baga-Kawa qui est un des principaux passages des eaux entre cuvettes sud et nord au niveau de la "Grande Barrière".

HISTOIRE RECENTE DU LAC

Les observations anciennes, les comptes rendus des missions du début du siècle ainsi que des tentatives de comparaison par rapport à des bassins voisins (par exemple, le Nil à Assouan) et les études actuelles ont permis de reconstituer l'histoire récente du lac Tchad :

- vers 1800, le lac est à un très haut niveau (286 m ?)
- en 1823, le lac était à un niveau proche de 282 m ;
- entre cette date et 1850, période d'assèchement ;
- de 1850 à 1900, période de crue, niveau oscillant entre 283 et 284 m sans atteindre le très haut niveau de la fin du XVIII^e siècle ;
- de 1900 à 1950, le niveau du lac redescend avec des années de forte sécheresse :
 - . en 1905, le lac est scindé en deux parties par l'exondation de la Grande Barrière (mission FREYDENBERG)
 - . au début 1908, la partie nord du lac, au niveau du parallèle de Bosso est asséchée (mission TILHO)
 - . en juillet 1914, le lac est coupé en deux cuvettes (observations de TILHO)
 - . dans les années 1940, les mêmes phénomènes ont dû se reproduire au moins partiellement.

Ces quatre dates sont tout particulièrement intéressantes car elles correspondent à ce que nous observons actuellement (cf. ci-dessous)

- de 1953 à 1964, crue brève du lac qui dépasse largement 283 m au début de 1963.

EVOLUTION DU LAC TCHAD DE 1964 A 1971

Après le maximum du début de 1963 nous assistons à une baisse progressive du niveau du lac comparable à ce qui a été observé de 1900 à 1908. Cette évolution est étudiée à la station de référence de Bol qui est la plus ancienne des stations limnimétriques du lac. A partir de 1965, la baisse moyenne annuelle du plan d'eau est de l'ordre de 0,30 m entre maximums successifs. Entre un maximum et le niveau d'étiage suivant, la différence est de l'ordre de 0,80 m. Après 1968, la baisse s'amplifie, les apports des quatre années 1968 à 1971 étant tous inférieurs à l'apport annuel moyen du Chari estimé à 40 milliards de m³. Au minimum 1971, la cote du plan d'eau à Bol n'est plus que de 280,8 m, la surface du lac est réduite à 19 000 km² et le volume à 49 milliards de m³. Au maximum de 1963 les valeurs correspondantes atteignaient 283,6 m, 23 500 km² et 105 milliards de m³.

Cette baisse, pourtant progressive, a cependant déjà provoqué des modifications du paysage : transformation d'îlots-bancs en îles sableuses, formation de nouveaux hauts fonds.

Après la crue du Chari en 1971, la baisse du plan d'eau s'amorce brutalement dès janvier 1972 et affecte plus particulièrement la cuvette sud où de nombreuses bandes côtières se découvrent dès l'étiage, du delta du Chari à Baga-Kawa et dans la région de Hadjer el Hamis.

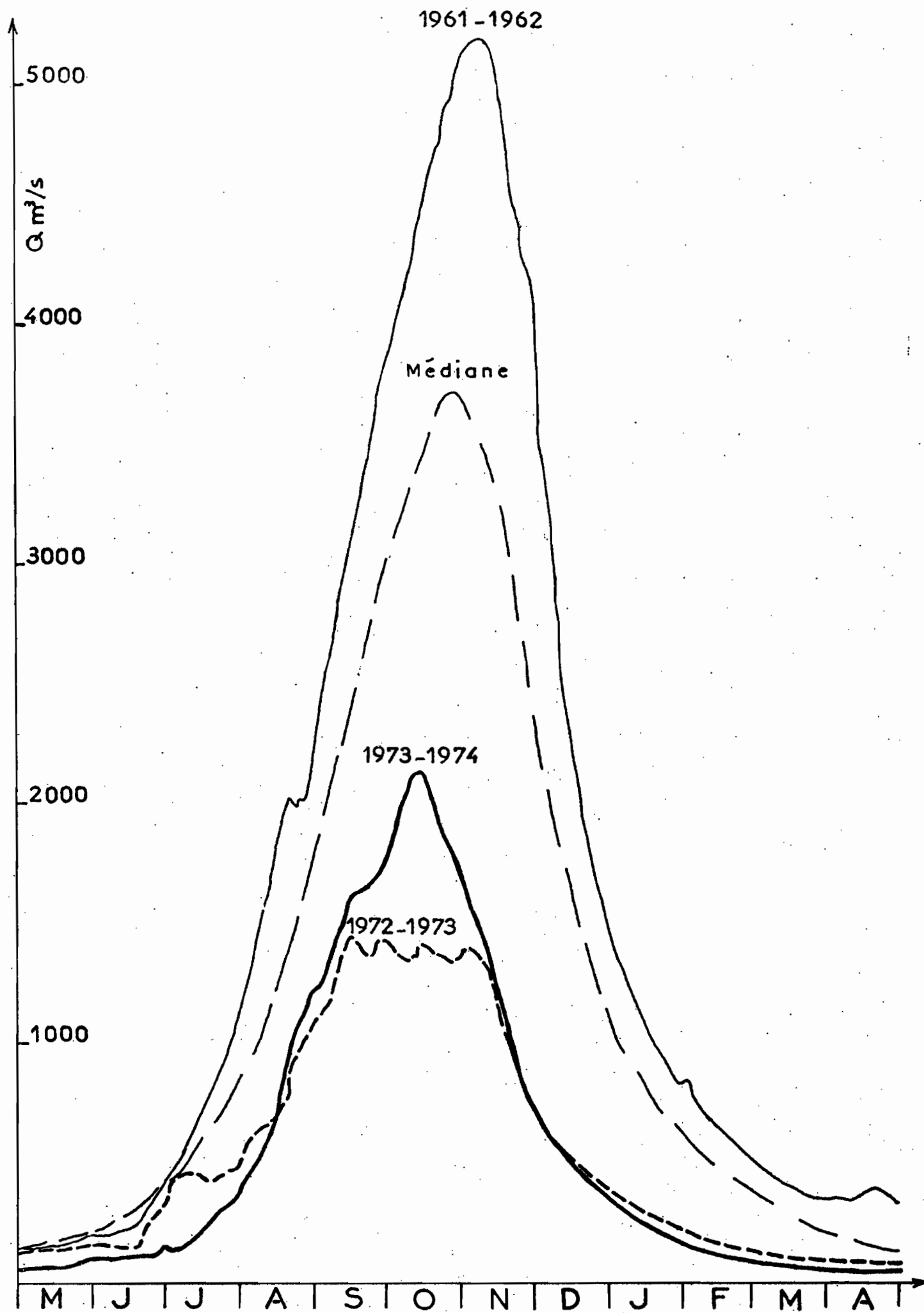


Fig. 2 - Hydrogrammes caractéristiques du Chari à N'Djaména .

CONSEQUENCES DES PERIODES DE SECHERESSE DE 1972 ET 1973
SUR LES APPORTS DU CHARI

Après les crues déficitaires du Chari de 1968 à 1971, nous voyons apparaître en 1972 et 1973 deux crues tout à fait anormales comme la figure 2 le représente : la crue de 1961-1962 est la crue la plus forte observée depuis 1932 (en pointillé, la médiane définie après quarante années d'étude). Cette figure situe ces deux crues exceptionnellement déficitaires et donne une idée de l'intérêt du phénomène observé.

Les observations effectuées sur le Chari à N'Djaména permettent d'attribuer à une crue moyenne les caractéristiques générales suivantes :

H (hauteur d'eau) = 7,80 m (à l'échelle des T.P. de N'Djaména)

Q (débit maximum) = 3 600 m³/s ;

Volume total = 40 milliards de m³ ;

Module (débit moyen annuel) = 1 280 m³/s.

La crue de 1961 serait de fréquence décennale humide si l'on considère principalement le volume écoulé et ses caractéristiques sont les suivantes :

H = 9,10 m ;

Q = 5 160 m³/s ;

Volume écoulé = 53,7 milliards de m³

Module = 1 700 m³/s.

Les crues du Chari, présentées en année hydrologique, de 1972-1973 et 1973-1974 montrent sur la figure 2 leur faiblesse exceptionnelle par rapport à la crue médiane. Leurs caractéristiques diffèrent en ce qui concerne le débit maximal (Q) mais sont voisines si l'on considère le volume annuel apporté au lac.

	Hauteur m	Q m ³ /s	Volume milliards de m ³	Module m ³ /s
1972-1973	4,35	1 435	17,5	543
1973-1974	5,55	2 130	18,0	570

Les modules de ces deux crues conduisent à leur attribuer une fréquence centennale sèche dans un intervalle de confiance à 95 %. L'hydraulicité de ces deux années a été exceptionnellement faible sur l'ensemble du réseau hydrographique d'alimentation du lac. Le Logone n'a eu pratiquement aucun déversement, les Yaérés du Nord-Cameroun n'ont pas été inondés, l'El Béd et le Ba-Illi n'ont pas coulé.

CONSEQUENCE SUR L'EVOLUTION HYDROLOGIQUE DU LAC

Crue 1972-1973 : faible remontée du niveau lacustre

La faiblesse des apports fluviaux en 1972 n'a pas permis une remontée du niveau du lac en décembre 1972 ou janvier 1973, comme c'est le cas lors d'une évolution hydrologique normale. Dès février 1973, les relevés de l'échelle de Bol ne sont plus représentatifs de l'évolution générale du lac. La région de l'archipel du sud-est est déjà isolée du reste de la cuvette lacustre,

Etiage 1973 : isolement de l'archipel de Bol et de la cuvette nord

A partir de mai 1973, le Chari se déverse uniquement dans une poche d'eaux libres en avant du delta sans communication avec le reste de l'archipel et la cuvette nord.

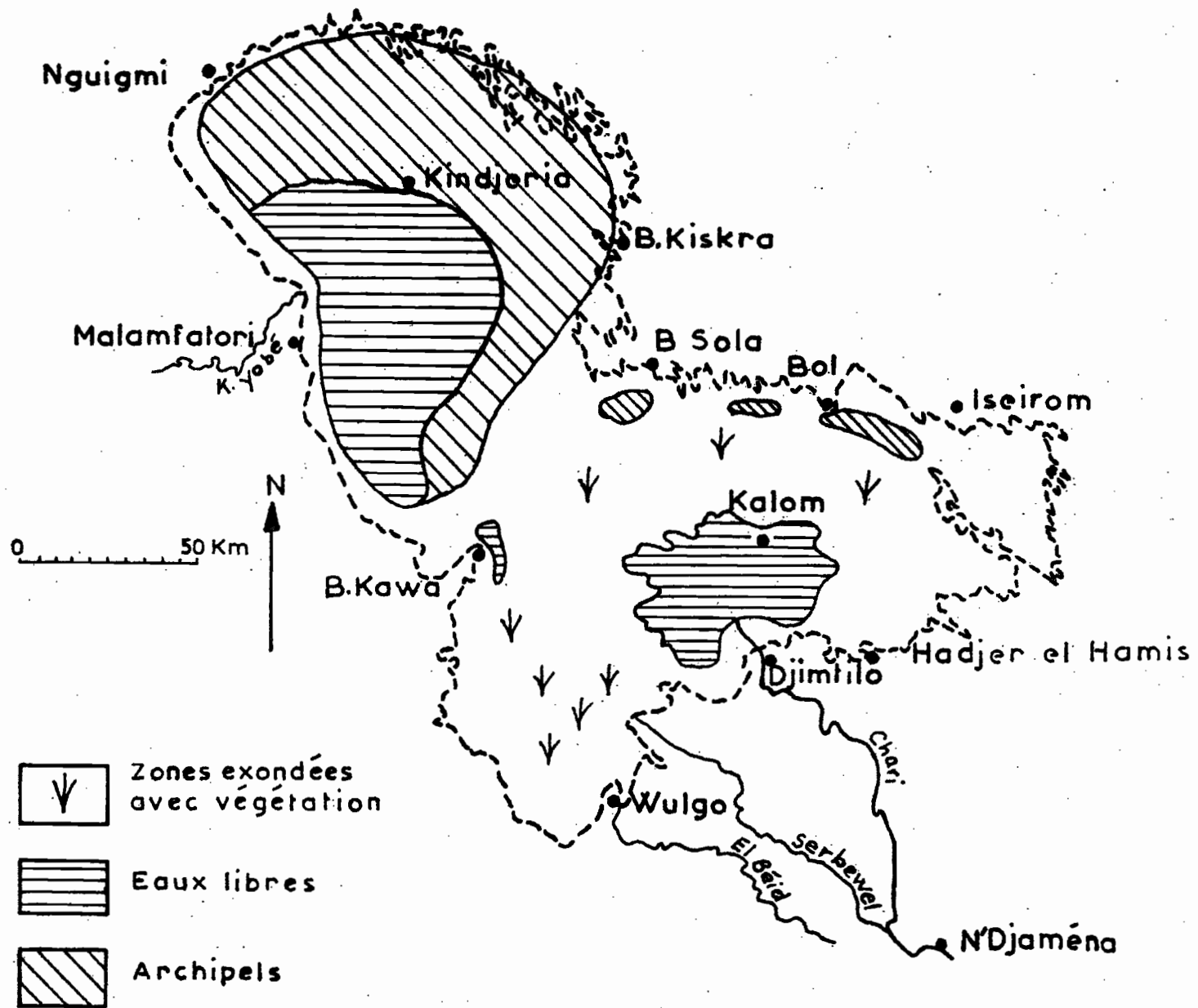


Fig. 3 - Carte schématique du Lac Tchad en juillet 1973 .
 (Le tireté indique les rivages du Lac à la cote 281,8 m)
 (Tchad normal)

C'est seulement vers le début décembre que les eaux de la cuvette sud rejoindront la partie nord pendant une courte période mais celle-ci sera cependant suffisante pour stopper la baisse du niveau dans cette région du lac (enregistrement limnigraphique très net à Kindjéria en décembre et pendant une courte période au mois d'août à la suite des précipitations).

Baisse et Etiage 1974 : assèchement partiel de la cuvette nord

Très vite, la baisse reprend dès janvier 1974. La grande Barrière est à nouveau entièrement exondée dès février. L'archipel de Bol est isolé et les marécages de la partie sud s'assèchent. L'extrême nord du lac s'isole rapidement et l'ancienne zone des eaux libres disparaît pour faire place, par l'apparition de très nombreuses îles qui se soudent entre elles, surtout aux abords de la grande Barrière, à un nouvel archipel dépourvu de végétation.

On observe donc en juillet 1974 un phénomène comparable à celui de l'année passée avec des conditions encore plus sévères dans la cuvette septentrionale. Le fait le plus marquant, au cours de cette période, outre la baisse de niveau spectaculaire de la partie nord, est le développement d'une abondante végétation sur la Grande Barrière, principalement vers Baga-Kawa, aux pourtours des eaux libres du sud et dans quelques bras de l'archipel de Bol. Dans certaines zones, on observe la formation de véritables forêts "d'ambadjs" qui ne pourront que freiner la remise en eau comme cela a été déjà observé par la mission TILHO en 1908.

Pour situer le nouvel aspect du lac, des estimations des surfaces en eau du lac en 1973 comparées à celles observées en 1967-1969 (M.A. ROCHE) ont pu être tentées grâce aux documents photographiques de la C.B.L.T. et de la N.A.S.A. (Satellite ERTS) et aux observations ORSTOM sur le terrain :

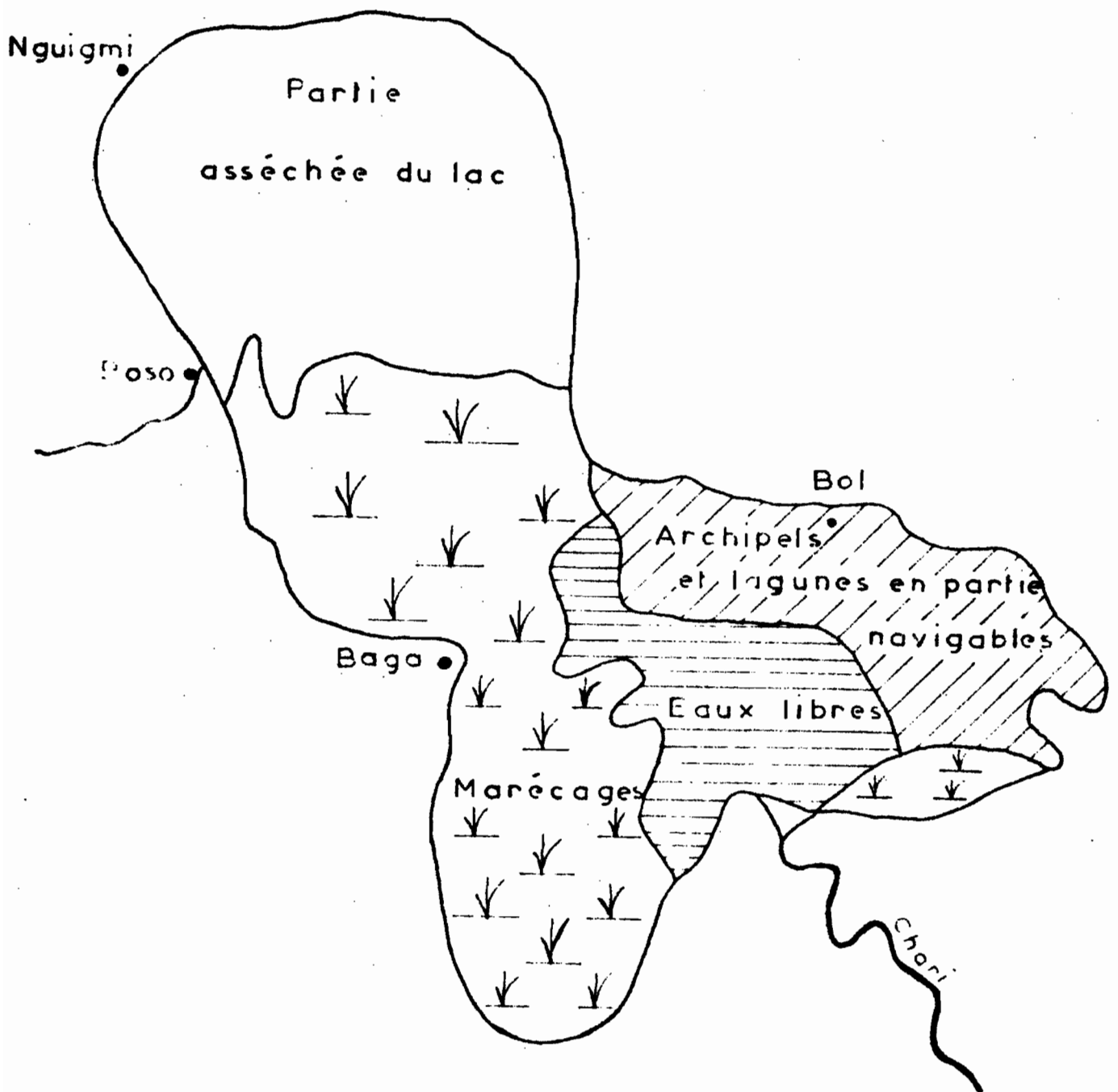


Fig. 4 - Le lac Tchad au début de 1908, d'après les documents scientifiques de la mission Tilho (1910).

Surface totale du lac en 1967-69	Surface en eau 1967-69	Surface en eau juillet 1973	Marécages Déc. 1973 Janv. 1974
22 700 km ²	18 200 km ²	9 000 km ²	5 000 km ²

Par rapport à la situation en 1967-1969 ("Tchad Normal") dont nous prendrons la surface totale* comme référence, il apparaît qu'en 1967-1969, 80 % de la surface du lac était en eau. En juillet 1973, 40 % seulement de cette surface restaient en eau et 5 000 km² de marécages sont apparus en décembre 1973.

Crue 1974-1975 : faibles apports dans la cuvette nord

La crue de 1974 se rapproche d'une crue normale (H max. 1974 = 7,30 , Q. max. = 3 270 m³/s). Le volume apporté au lac sera de l'ordre de 30 milliards de m³. Cependant, les effets de la sécheresse passée se font toujours ressentir. Si la cuvette sud a bien été remise en eau et la Grande Barrière totalement submergée à la fin décembre, la cuvette nord, malgré une brève remontée du niveau de 30 à 40 cm enregistrée à Malamfatori et à Kindjéria à la fin décembre, peut être considérée comme étant en voie d'assèchement (fig. 5).

On risque à l'étiage de juillet 1975 de se retrouver à une situation comparable à celle décrite par TILHC au début 1908 (fig. 4). A cette époque, toute la partie au nord de Boso était asséchée et les caravanes y circulaient sans difficultés. L'importante forêt d'ambadjs qui couvrait la Grande Barrière peut en partie expliquer le fait que les eaux n'aient pas pu rejoindre la cuvette nord.

* La surface totale comprend les différents paysages du lac : eaux libres, archipel, îlots-bancs.

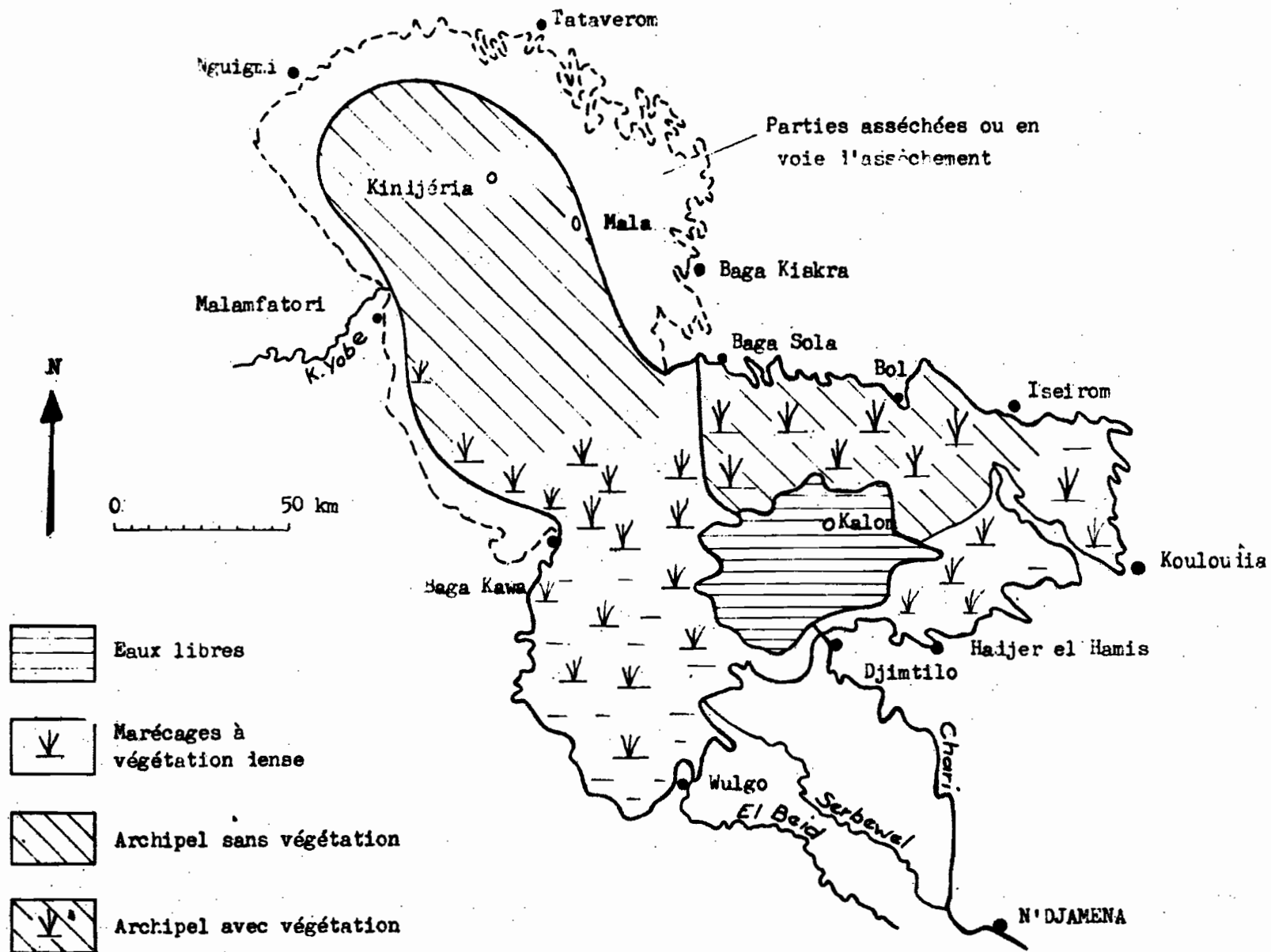


Fig. 5 - Le lac Tchad à la mi-janvier 1975 .

Actuellement, la cuvette nord, à part les passages de la fin décembre 1974 est à nouveau sans aucune alimentation et soumise à l'évaporation qui reste à peu près constante d'une année sur l'autre, de l'ordre de 2,25 m par an. Les valeurs les plus fortes de l'évaporation se produisant en mars-avril.

Ce n'est qu'après une ou deux années d'hydraulicité moyenne ou forte que les effets de la sécheresse disparaîtront et que l'on peut espérer voir à nouveau un "Tchad normal".

NOTES TECHNIQUES DEJA PARUES

- N° 1 - "L'ensemble Yaérés-Bas Chari-Lac Tchad et la production piscicole au Tchad" A. ILTIS
- N° 2 - "La cartographie des sols et la notion de régionalité ses applications au Tchad" J. HERVIEU
- N° 3 - "Les polders du lac Tchad - milieu naturel et formation des sols - conséquences de la sécheresse" M. RIEU
- N° 4 - "Les ressources en protéines au Tchad - disponibilités et orientations nouvelles" A. CORNU
- N° 5 - "Les méthodes de mesures en hydrologie et leur mise en oeuvre en République du Tchad" A. CHOURET
- N° 6 - "Les poissons du fleuve Chari - Clef de détermination"
L. LAUZANNE
- N° 7 - "Mils et Sorghos du Tchad - Caractères, sélection et exigences culturales" S. ASSEGNINOU et J. HERVIEU

BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

FREYDENBERG (H.), 1908 - Etude sur le Tchad et le bassin du Chari.
Paris. Fernand Schmid éd. 190 p. + annexes.

TILHO (J.), 1910 - Documents scientifiques de la mission TILHO 1906-1909
Imprimerie Nationale Paris, t. I, 412 p., t. II, 598 p.

TILHO (J.), 1928 - Variations et disparition possible du Tchad.
Annales de Géographie. 37, 238-260.

BOUCHARDEAU (A.), LEFEVRE (R.), 1957 - Monographie hydrologique
du lac Tchad.
ORSTOM, Paris, 112 p.

BILLON (B.), 1965 - La prévision des crues du lac Tchad.
ORSTOM, N'Djaména, 41 p.

BILLON (B.), BOUCHARDEAU (A.), 1968 - Monographie hydrologique
du Logone.
ORSTOM, Paris, 7 vol.

TOUCHEBEUF DE LUSSIGNY (P.), 1969 - Monographie hydrologique du
lac Tchad.
ORSTOM, Paris, 169 p. + annexe.

TOUCHEBEUF DE LUSSIGNY (P.), 1969 - Complément à la Monographie
hydrologique du lac Tchad : note hydrologique sur l'El Béd
et la Komadougou-Yobé.
ORSTOM, Paris, 57 p. + annexes.

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.), GUISCAFRE (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.