

II. Lakes. 6. Africa

L'activité photosynthétique du phytoplancton en relation avec le niveau des eaux du lac Tchad (Afrique)

J. LEMOALLE

Avec 4 figures dans le texte

28 MAI 1976 Ex1
O. R. S. T. O. M.

Collection de Référence

146 n° 8132 Hydrobiol

Le lac Tchad, approximativement centré sur 13° de latitude Nord et 14° Est, au centre de l'Afrique, subit un climat de type sahélien (Fig. 1). C'est un lac plat qui s'étend dans une cuvette endoreïque faiblement déprimée. Loin d'être uniforme, le lac présente des caractères morphologiques variés sur toute son étendue. On distingue d'abord une cuvette nord et une cuvette sud, séparées par un léger étranglement des rives et une zone de hauts fonds souvent marécageux: 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-ouest forment un vaste archipel. Celui-ci est prolongé à l'intérieur du lac par des îles de végétation, les îlots-bancs, correspondant à des hauts fonds dunaires colonisés par des phanérogames aquatiques.

Les rives du lac, le plus souvent plates et parfois indécises, rendent son aspect et sa superficie très sensibles aux variations du niveau de l'eau. Dans ces variations de niveau il faut distinguer les oscillations saisonnières, intra-annuelles, d'amplitude généralement inférieure à un mètre, dues à la crue annuelle du Chari, et les variations à plus long terme, de périodicité non définie, d'amplitude bien supérieure (Fig. 2) qui font que, à quelques années d'intervalle, le lac peut présenter des aspects très différents.

TILHO (1928) a proposé une classification en trois états, selon le niveau de l'eau, la superficie et l'aspect du lac Tchad. L'état «Grand Tchad» correspond à une altitude du plan d'eau de l'ordre de 283 m au dessus du niveau de la mer; il a été décrit par des voyageurs du 19ème siècle, mais n'a plus été observé depuis. Le haut niveau du «Grand Tchad» entraîne la disparition des îlots-bancs et l'inondation de nombreuses dépressions dont le Bahr el Ghazal tchadien, ancien émissaire ordinairement desséché du lac vers les anciens lacs du nord-est. La surface en eau estimée est alors de 20 à 25 000 km², la navigation est possible partout mais les tempêtes y sont dangereuses.

Le stade «Tchad normal» est celui que Tilho a observé de 1917 à 1919 et que nous avons connu de 1964 à 1970; la superficie en eau a ce stade est de 15 à 20 000 km², la côte du plan d'eau de 282 m environ. Des îlots-bancs bordent les zones d'archipel, la navigation est possible sinon facile, notamment au niveau de la Grande Barrière pour passer de la cuvette sud à la cuvette nord.

Enfin le stade «Petit Tchad» est atteint lorsque le plan d'eau atteint l'altitude 280 m. 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 en 1905, qui sont apparues en 1973. Il faut noter que si ce bas niveau persiste plusieurs années la cuvette nord du lac n'est pratiquement plus alimentée en eau et s'assèche rapidement. A l'étiage du lac en juillet 1973 les deux cuvettes nord et sud étaient séparées, les surfaces en eau estimées à 9000 km² au total. La plus grande partie de la cuvette sud était asséchée et les sédiments exondés recouverts d'une très dense végétation à *Cyperus* spp., *Aeschynomene* spp., et *Sesbania* spp. Les eaux libres dans cette cuvette étaient réduites à la zone pérideltaïque, tandis que dans la cuvette nord une multitude d'îles nouvelles apparaissaient.

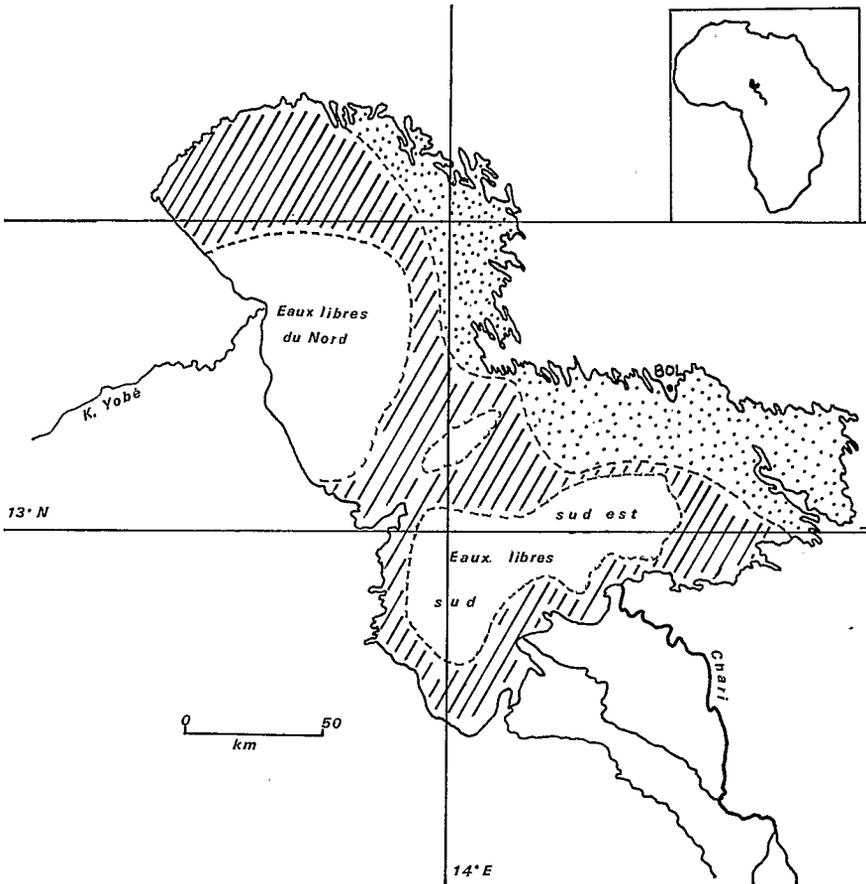


Fig. 1. Situation et morphologie du lac Tchad à son stade normal (1965—1972). Les «flots-bancs» (îles immergées couvertes de végétation) sont situés dans la zone hachurée, les îles dans la zone en pointillé. Depuis avril 1973 la cuvette nord est séparée de la cuvette sud dans laquelle seules subsistent les eaux libres du sud-est.

Le Tchad est un lac endoreïque, son alimentation est principalement assurée par le Chari (83 %), l'apport des autres rivières est de peu d'importance (7 %), le complément étant fourni par les pluies tombant sur le lac lui-même (10 %). Les pertes sont dues principalement à l'évaporation, de l'ordre de 2,2 m par an, les fuites marginales étant de peu d'importance. Le niveau du lac est donc directement fonction de l'importance des apports du Chari qui, à son arrivée au lac a un régime tropical pur, avec une seule crue annuelle, bien marquée. Le volume annuel normal (médiane) des apports au lac par le Chari est de 40 km³. Depuis 1965 les modules ont tous été inférieurs à cette valeur, entraînant une baisse progressive du niveau du lac (Fig. 3), les apports ne compensant plus les pertes par évaporation. En 1972—73 et 1973—74, les crues ont été particulièrement faibles, et les apports au lac respectivement 17,5 et 18,0 kilomètres cubes. La probabilité d'occurrence de telles crues avait été estimée comme inférieure à deux par siècle.

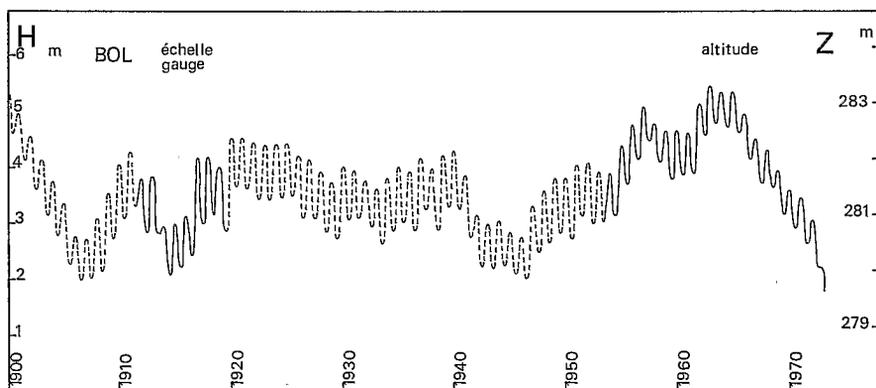


Fig. 2. Variations du niveau de l'eau dans le lac Tchad depuis 1900, en altitude absolue (Z) au dessus du niveau de la mer. H indique la cote à l'échelle de Bol, qui n'est pas représentative du niveau du lac lorsque celui-ci est trop bas (d'après TOUCHEBOEUF DE LUSSIGNY 1969). En tireté, niveaux reconstitués, en trait plein niveaux observés.

La première de ces deux crues est arrivée dans un lac bas, mais encore au stade normal. Elle n'a provoqué aucune remontée saisonnière, et les nombreux hauts fonds ont été exondés début 1973 amenant le lac à l'état Petit Tchad, qui s'est maintenu en 1974.

De 1964 à 1972 le lac a subi une évolution, importante certes, mais progressive, sans que les principaux caractères de sa morphologie subissent de modification qualitative. La circulation des eaux, leur composition chimique très variable dans l'espace du fait de l'évaporation importante et de la faible profondeur moyenne, ont relativement peu évolué. Les grandes zones écologiques du lac déterminées en 1970 (Anonyme 1972) correspondent encore à un Tchad normal. A partir de 1973 l'évolution a été très rapide, provoquant des changements qualitatifs profonds aussi bien dans la physico-chimie des eaux que dans les différents niveaux trophiques.

Les variations de la production primaire dans la région de Bol, de 1968 à 1974, sont données à titre d'exemple (Fig. 4). Dans un milieu aussi vaste et hétérogène que le lac Tchad, il n'est pas possible de déterminer une région limitée qui soit quantitativement représentative de l'ensemble. Cependant, jusqu'en octobre 1973, l'évolution de la région de Bol est une bonne indication du type de phénomènes qui sont intervenus avec plus ou moins d'intensité suivant les régions du lac.

Différents facteurs ont évolué du fait de la baisse de niveau: la transparence, la conductivité de l'eau, la concentration algale et la production optimale par unité de volume.

La transparence de l'eau, très variable dans le temps et dans l'espace, est l'un des facteurs importants de la production primaire du lac Tchad. En période de Tchad normal, la forte valeur du coefficient d'absorption est principalement due aux particules minérales remises en suspension à partir du sédiment sous l'action des vagues (LEMOALLE 1973). La diminution de la transparence à Bol (Fig. 3) apparaît comme un effet direct de la baisse du niveau de l'eau, jusqu'en avril 1973 où cette région s'est trouvée isolée du reste du lac. De très fortes densités algales sont alors intervenues contribuant à l'absorption de la lumière.

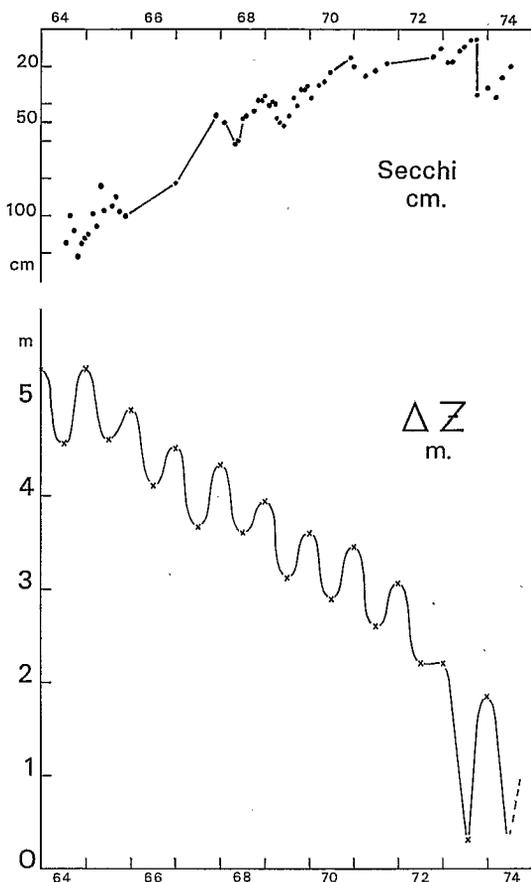


Fig. 3. Evolution de la transparence au disque de SECCHI (en haut) et du niveau (en bas) à Bol depuis 1964. En dessous de $Z = 1,6$ la région de Bol est isolée du reste de la cuvette sud par l'exondation des hauts fonds de la zone des îlots-bancs.

Si la composition ionique de l'eau, en teneurs relatives, a peu changé jusqu'en octobre 1973, la concentration totale qui était sensiblement constante jusqu'en 1972 (conductivité à Bol: 100—200 micromhos) a brusquement augmenté pendant un an pour atteindre 560 micromhos. Cette augmentation est apparue quand l'évolution saisonnière du niveau de l'eau a cessé d'être normale; l'augmentation de la productivité optimale par unité de volume, qui reflète ici l'augmentation de biomasse algale, s'est manifestée à la même période. Ceci est attribué, en partie, à une désorption progressive de sels nutritifs absorbés par le sédiment superficiel, notamment des phosphates. L'azote minéral combiné n'est, en effet, pas nécessairement limitant car, d'une façon générale pour le lac Tchad, une forte activité photosynthétique est souvent le fait de Cyanophycées à hétérocystes susceptibles de fixer l'azote moléculaire.

Au total la production par unité de surface n'a pas varié tant que le lac a évolué dans le stade Tchad normal, malgré la sensible variation de plusieurs des principaux facteurs qui le régissent (Fig. 4). A partir du moment où les conditions hydrologiques et chimiques ont été modifiées, il y a une brusque et très importante augmentation de la production jusqu'en octobre 1973, quand la remise en eau s'est produite. A ce moment les masses d'eau se sont déplacées et ont été

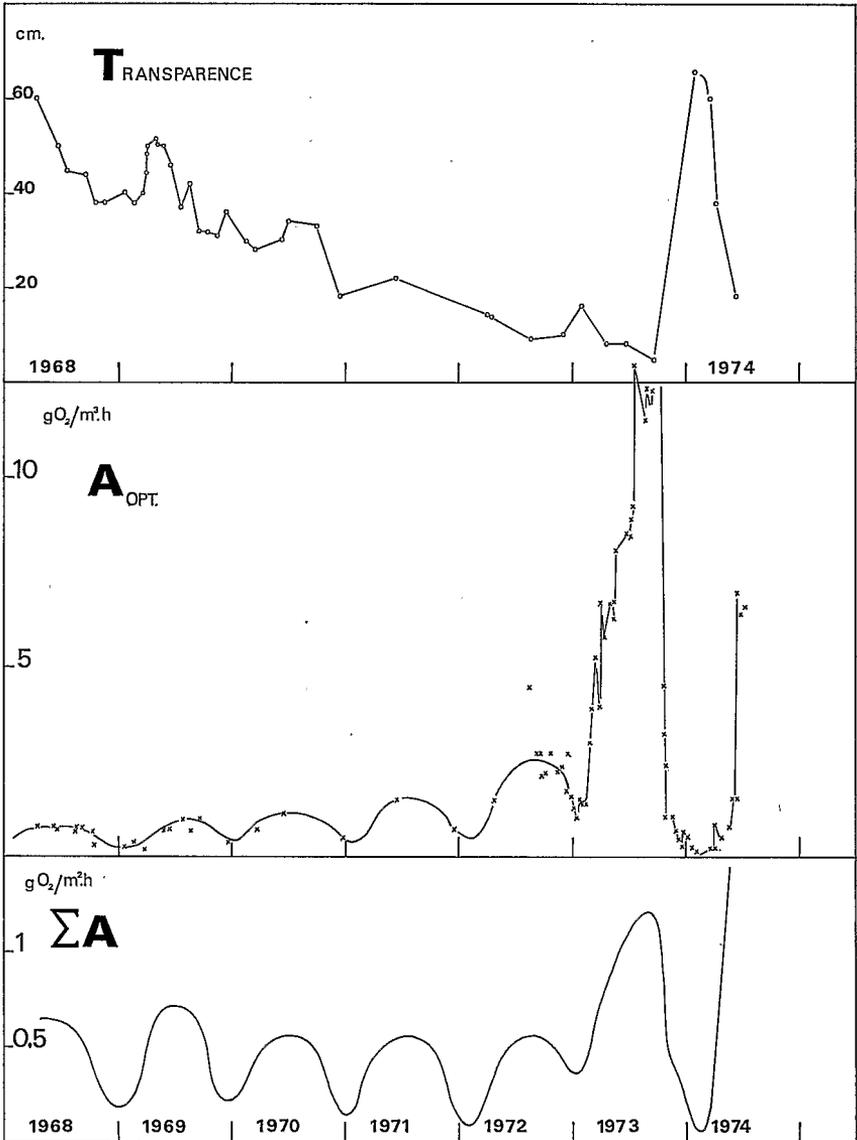


Fig. 4. Variations depuis 1968 de la transparence, (en haut) de la productivité optimum (au milieu) et de la production par unité de surface (en bas) à Bol.

filtrées par la très dense végétation aquatique. Cette filtration a été effective jusqu'en avril 1974 où la région de Bol a de nouveau été isolée.

Conclusion

La classification de TILHO (1928), basée sur la morphologie du lac et le niveau de l'eau, se révèle utile dans les études actuelles.

De 1964 à 1972, au cours d'une phase de régression du Tchad normal, la physico-chimie, la production du phytoplancton et l'ensemble des relations trophiques n'ont pas subi de transformations importantes. Fin 1972 les conditions hydrologiques nouvelles se sont traduites par l'absence de remontée saisonnière du niveau de l'eau. Début 1973, le morcellement du lac en plusieurs fractions isolées, suivi de la croissance de végétation semi-aquatique sur 5000 km² de sédiments exondés marque le passage à l'état Petit Tchad. Dans les zones isolées (cuvette nord, zones profondes de l'archipel du sud-est), les phénomènes de régulation saline deviennent négligeables par rapport à l'évaporation qui n'est plus compensée par les apports en provenance du Chari. La concentration en sels augmente, de même que la productivité du phytoplancton. Les migrations de poissons sont perturbées, les peuplements évoluent rapidement.

En 1974, la cuvette nord est dans une phase de concentration depuis avril 1973. La région de Bol a été remise en eau en octobre 1973 pour être à nouveau isolée en avril 1974. Au cours de ce nouvel isolement, on a constaté une évolution du même type.

Une interruption de l'équilibre dynamique de l'hydrochimie du lac et donc des équilibres entre l'eau et le sédiment, se traduit par une augmentation considérable de la production du phytoplancton.

Summary

Water level changes and phytoplankton photosynthetic activity in lake Chad (Africa).

Lake Chad is large shallow lake in the middle of Africa; according to the water level, the water area has been fluctuating between less than 9,000 and more than 20,000 km², since 1900. From 1964 to 1972 the level has been decreasing with no major modification in the lake morphology, water chemistry or primary productivity. During 1973 and 1974 the water level has been so low that the lake was split into several smaller lakes in which chemistry and primary production did undergo heavy changes.

Bibliographie

- Anonyme, 1972: Grandes zones écologiques du lac Tchad. — *Cah. ORSTOM, sér. Hydrobiol.* 6, 2, 103—169.
- LEMOALLE, J., 1973: L'énergie lumineuse et l'activité photosynthétique du phytoplancton dans le lac Tchad. — *Cah. ORSTOM, sér. Hydrobiol.* 7, 2, 95—116.
- TILHO, J., 1928: Variations et disparition possible du lac Tchad. — *Ann. Géographie* 37, 238—260.
- TOUCHEBOEUF DE LUSSIGNY, F., 1969: Monographie hydrologique du lac Tchad. — ORSTOM, Paris, 169 p. multig.