

# SALURES GLOBALES ET SPÉCIFIQUES DES EAUX DU LAC TCHAD

J.P. CARMOUZE

*Section hydrobiologie du Centre ORSTOM de Fort-Lamy*

## RÉSUMÉ

La salure globale des eaux du Chari faiblement minéralisées (conductivité = 55 - 65  $\mu$  mhos), sous l'effet d'une évaporation intense augmente progressivement dans le lac Tchad pour atteindre des valeurs qui sont respectivement à l'est et au nord du lac, cinq et dix fois supérieures. La distribution spatiotemporelle de la salure globale de ces eaux en 1968, établie par des mesures de conductivité, a permis de décrire sommairement la dynamique des eaux au cours de cette période.

La composition saline relative de ces eaux (carbonate de Na, K, Ca, Mg et silicates) subit indépendamment de la salure globale, des modifications dont les principales sont localisées au niveau de la « Grande Barrière » et dans l'archipel est du lac.

## ABSTRACT

The total salinity of the slightly mineralised Chari waters (conductivity = 65 - 55  $\mu$  mhos), submitted to an important evaporation, increases progressively in lake Chad to reach values, which are respectively in the east and the north part five and ten times higher. The space and time distribution of the total salinity of the waters in 1968, established by conductivity measures, has permitted to describe roughly the dynamic of the waters.

The relative saline composition of the waters (carbonates of Na, K, Ca, Mg and silicates) undergoes changes, independently of the total salinity, the most important of which are to be found in the « Grande Barrière » and the east archipelago.

## ZUSAMMENFASSUNG

Der globale Salzgehalt der nur schwach mineralhaltigen Wasser des Schari (Leitfähigkeit 55 - 65  $\mu$  ohm) nimmt allmählich unter dem Einflusseiner intensiven Verdunstung im Tschadsee zu und erreicht Werte die im Osten und im Norden den Sees fünf bzw. Zehn mal höher sind. Die Verteilung des globalen Salzgehaltes über den Raum über die Zeit ist im Jahre 1968 für dieses Wasser durch die Messung der Leitfähigkeit ermittelt worden und hat es erlaubt summarisch die Dynamik des Wassers während dieses Zeitraumes zu beschreiben.

Die relative Verteilung des Salzgehaltes dieses Wassers (Karbonate des Na, K, Ca, Mg und Silikate) weist unabhängig vom globalen Salzgehalt Veränderungen auf, von denen die wichtigsten in der Ebene der « Grande Barrière » und im östlichen Archipel des Sees örtlich bestimmt sind.

## РЕЗЮМЕ

Общая степень засоления слабо минерализованных вод р. Шари (проводимость = 55-65 мкмо), постепенно увеличивается в озере Чад под действием сильного испарения и достигает соответственно в пять и в десять раз более высоких значений на востоке и на севере озера. Исходя из распределения, в пространстве и во времени, общей степени засоления этих вод в 1968 - ом году, установленного путем измерений проводимости, автор дает краткое описание динамики вод в течении этого периода.

Сравнительный солевой состав (карбонат Na, K, Ca, Mg и силикаты), независимо от общей степени засоления, подвержен изменениям, главные из которых наблюдаются на уровне « Большого Барьера » и в восточном архипелаге озера.

Le lac Tchad a pour particularité d'être une cuvette d'accumulation des eaux du Chari, située en zone semi-aride, de faible profondeur (4 m en moyenne) et privée d'exutoire. Un étranglement naturel de la cuvette subdivise cette dernière en deux bassins, bordés chacun d'eux, à l'est et au nord, d'un archipel. La zone de communication (profondeur 1 à 2 m) est encombrée de nombreuses îles de végétation ou « îlots bancs » (fig. 1).

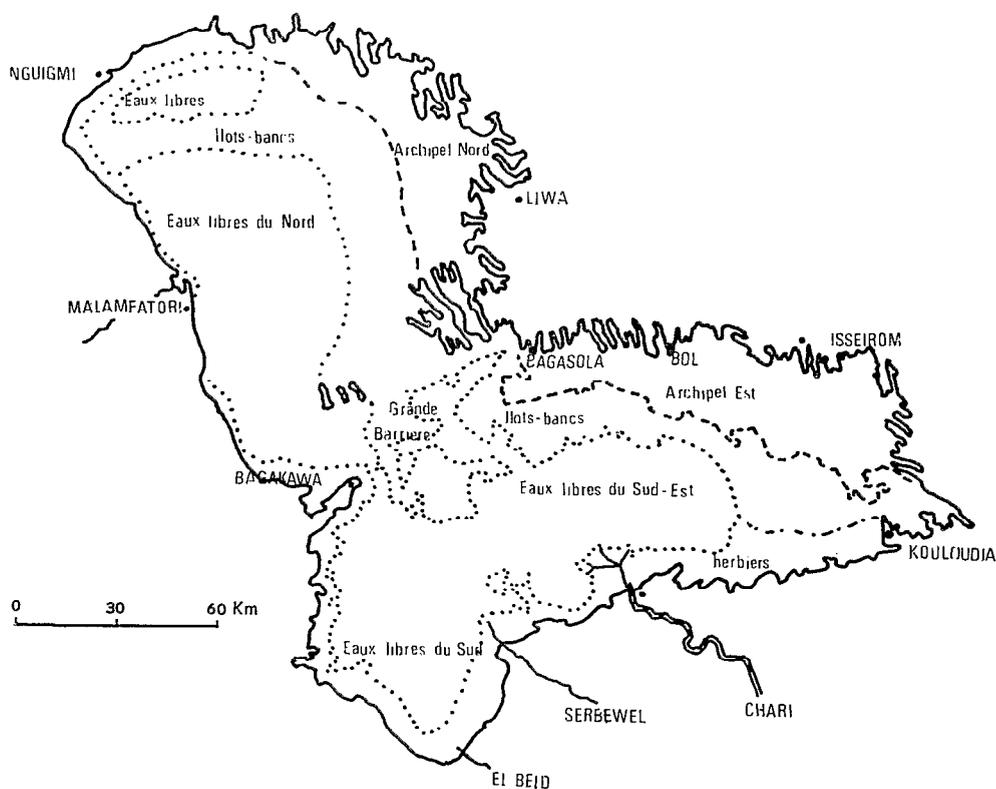


FIG. 1. — Carte physique du lac Tchad (par B. Dupont).

Dans ce système endoréique, sous cette latitude, l'évaporation est le principal facteur de modification des salures des eaux. Certains paysages du lac (archipel, îlots bancs, herbiers) ont également une action spécifique sur les salures essentiellement composées de carbonates de calcium, de magnésium, de sodium et de potassium à l'état ionisé et de silicates faiblement ionisés.

Le phénomène d'évaporation est exprimé dans l'espace par une augmentation graduelle de la salure des eaux dans le lac à partir du delta (BOUCHARDEAU, LEFÈVRE, 1957 ; GRAS et al., 1967 ; HOPSON, 1968 ; CARMOUZE, 1968, 1969 ; ROCHE, 1969). Les eaux d'alimentation faiblement minéralisées (conductivité à 25° = 45 à 60 micromhos·cm<sup>-1</sup>) atteignent des valeurs de conductivité 4 fois, 7 fois et 15 fois plus élevées respectivement au sud, à l'est et au nord du lac. Ces constatations faites à partir de mesures de conductivité ne concernent que les composés ioniques. Les silicates peu ionisés ont des gradients de concentration différents. Les eaux du nord et de l'est sont 4 à 5 fois plus riches en silicates que celles du delta (20 mg SiO<sub>2</sub> « réactif » dissous/l) (fig. 2). Pour ce composé, à l'effet d'évaporation est superposé un « effet de paysage » fictif ou réel : dans l'archipel est, il y a un enrichissement relatif très marqué des silicates par rapport aux composés ioniques (CARMOUZE, 1968).

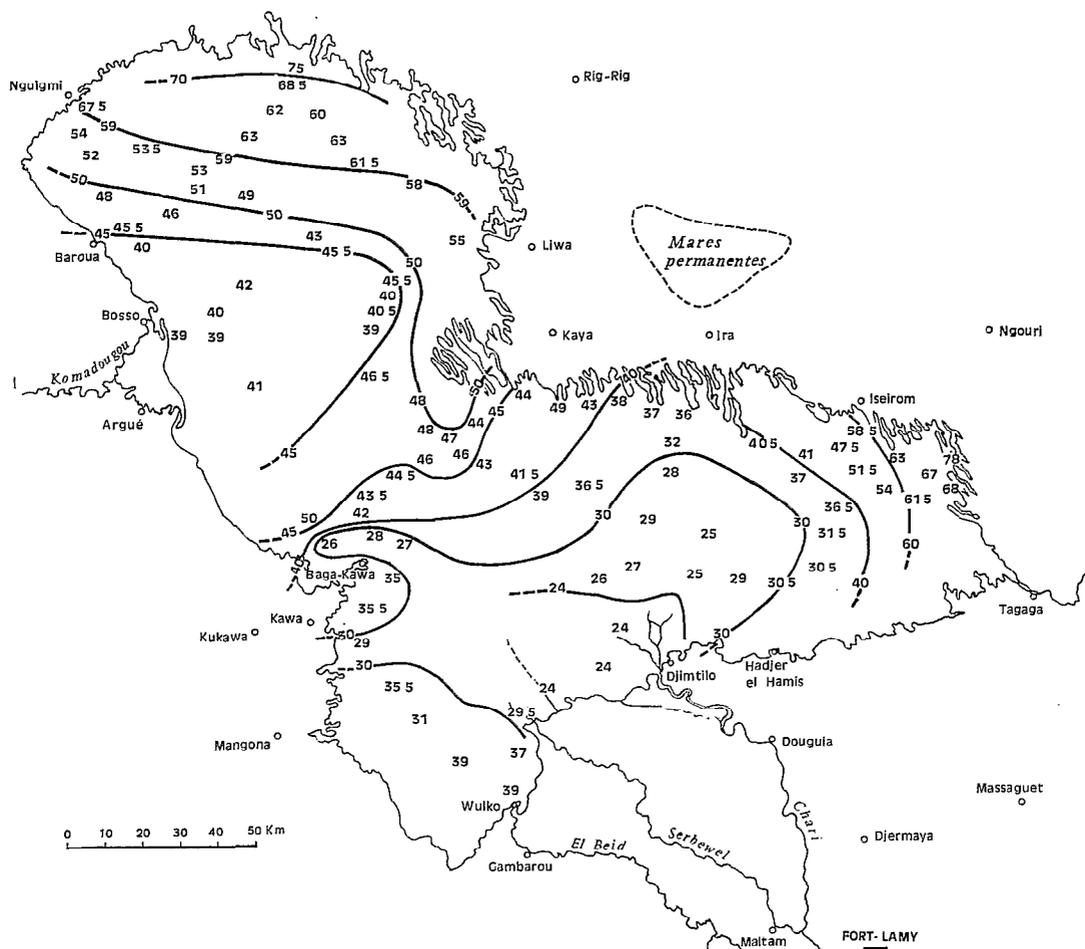


FIG. 2. — Carte de la distribution des silicates exprimés en mg SiO<sub>2</sub>/l (Avril 1968).

Indépendamment des salures globales, toujours dans l'espace, la composition ionique relative des eaux subit des modifications dont les principales sont localisées dans la zone de communication des deux bassins nord et sud-est appelée Grande Barrière, au sud de cette zone et dans l'archipel est.

Après la traversée de la Grande Barrière, les eaux du bassin sud-est à dominante calcique (Ca = 38 %, Mg = 29 %, Na = 23 %, K = 10 %), deviennent à dominante sodique (Na = 38 %, Ca = 27 %, K = 10 %).

Mg = 25 %, K = 10 %) dans le bassin nord. Des modifications analogues sont constatées au sud du lac ; elles sont supérieures aux variations temporelles, aussi ces masses d'eaux gardent-elles leur individualité toute l'année. Il s'agit probablement d'un phénomène d'échange ionique entre l'eau et la phase argileuse en suspension ou entre l'eau et le sédiment (fig. 3).

Dans l'archipel est, au fur et à mesure que l'on s'éloigne des eaux libres, on remarque que les eaux sont de plus en plus riches en sodium et de plus en plus pauvres en magnésium en proportion relative. Ce type de variation de la composition ionique relative des eaux, de moindre importance que le précédent peut être dû en partie aux variations de la composition saline des eaux fluviales, mais il semble en outre que cette région soit le siège de mécanismes qui enrichissent les eaux en sodium au dépens du magnésium (fig. 3).

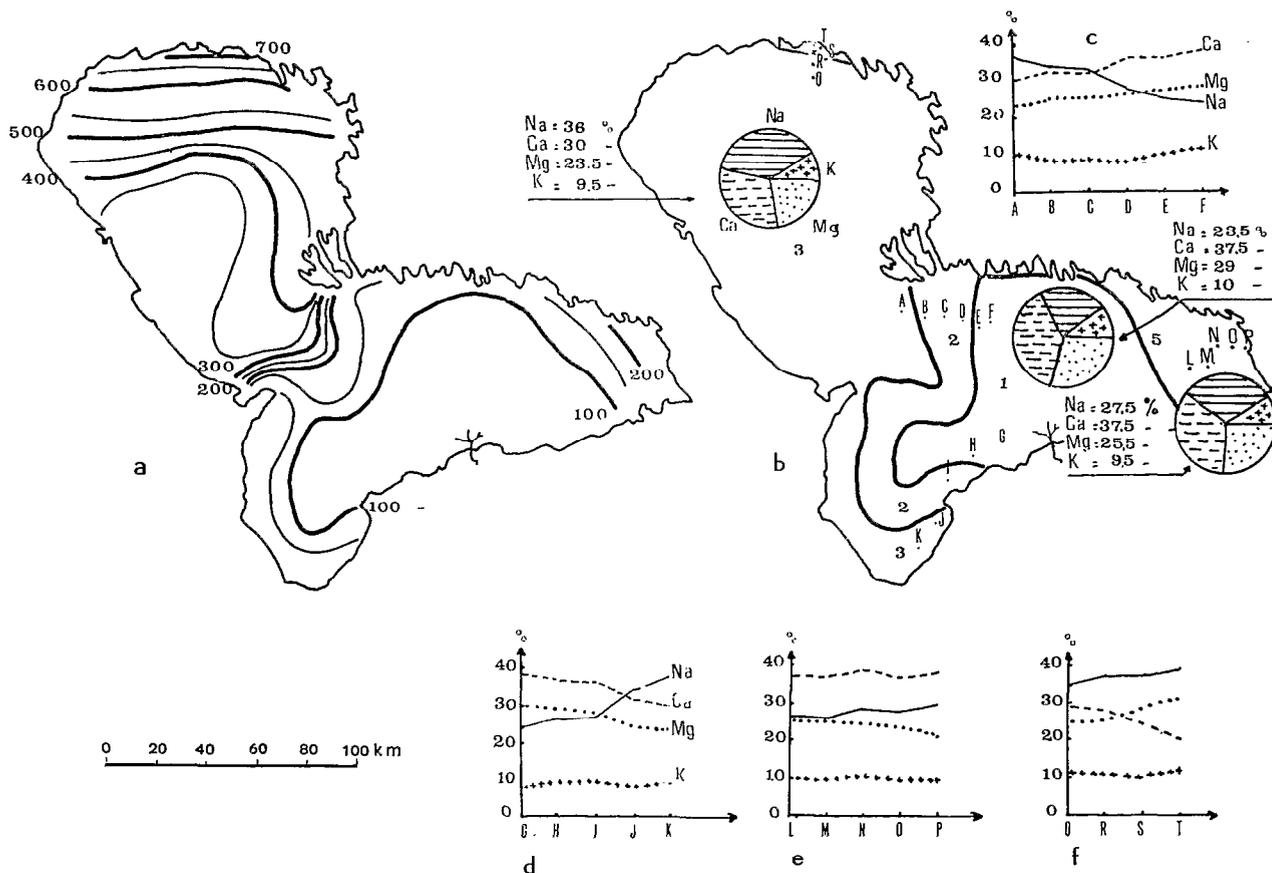


FIG. 3. — Variations spatiales de la conductivité et de la composition ionique relative des eaux (avril 1968), de a à f.

Dans les culs de sac du sud, du nord et de l'est du lac, les conductivités des eaux qui sont respectivement égales à 250, 600 et 1 200 micromhos, subissent de faibles variations temporelles. Il en est de même des silicates. Ces salures limites, non explicables par des phénomènes chimiques de précipitation des sels (seuls certains fonds de bras du lac sont le siège de précipitation de carbonate de calcium) sont réglés par l'équilibre des pertes de sels par infiltration et les apports d'origine fluviale. Le temps d'exposition des eaux à l'évaporation étant le facteur prédominant, en première approximation on peut poser que les eaux de même salure ont le même temps de séjour dans le lac. Ainsi les eaux de l'extrême nord seraient respectivement deux et quatre fois plus âgées que celles de l'est et du sud. Cette relation approximative entre la

salure et le temps de séjour des eaux permet d'interpréter la distribution spatio-temporelle de la salure des eaux dans l'ensemble du lac, en grande partie par la dynamique des eaux, et inversement permet d'approcher cette dernière en prenant en considération les principaux phénomènes qui la règlent (régime des apports fluviaux régime des vents pour les principales forces tractrices, caractéristiques morphologiques de la cuvette pour les forces résistantes).

En septembre, sous l'influence de la crue du Chari les eaux du sud-est pénètrent dans le bassin nord, principalement par la partie est de la Grande Barrière. Elles refoulent les eaux de 400 à 600 micromhos, En hiver les eaux de crue continuent leur pénétration dans le bassin nord, essentiellement en longeant la côte ouest. Une partie de ces eaux décrit un trajet circulaire dans le sens des aiguilles d'une montre et revient sur la Grande Barrière, enrichie en sels ( $C = 300$  à  $400$  micromhos). En avril ce retour des eaux provoque le refoulement des eaux du sud-est qui pénètrent plus largement dans l'archipel est et dans la partie sud du lac (Hopson, 1968 ; Carmouze, 1968, 1969 ; Roche, 1969). Il est à remarquer que le régime des vents ne favorise pas les échanges d'eaux entre les deux bassins ; par contre il expliquerait la pénétration préférentielle des eaux de crue au nord-est de la Grande Barrière en août et septembre au sud-ouest de celle-ci en hiver. Il y a donc déplacement des eaux du bassin sud au bassin nord d'août-septembre à février-mars, tandis que d'avril à août les échanges sont très faibles.

Les effets spécifiques de paysage provoquant des modifications des teneurs ioniques relatives et des teneurs absolues en silicates dissous font l'objet d'études plus fines comprenant essentiellement l'étude des équilibres entre les eaux du lac et les eaux interstitielles sous-jacentes (collaboration B. DUPONT), des interactions biochimiques (eaux-masses végétales, l'influence éventuelle des mollusques dans des régions du lac très fortement colonisées par ces derniers...).

Les données sur la nature, l'intensité de ces effets régionaux doivent contribuer à une meilleure compréhension de la dynamique des différents sels dans le lac, dynamique principalement réglée par le jeu des apports d'origine fluviale et des pertes par infiltration ; les pertes par dépôt de sels sont limitées à la précipitation partielle de carbonate de calcium dans la frange nord du lac (\*).

*Manuscrit déposé le 25 mai 1970*

#### BIBLIOGRAPHIE

- BOUCHARDEAU (A.), LEFÈVRE (R.), 1957. — « Monographie du lac Tchad ». Service Hydrol. ORSTOM, 112 p.
- CARMOUZE (J.P.), 1968. — « Ions majeurs phosphates et silicates dans le lac Tchad en avril 1968 ». Centre ORSTOM, Fort-Lamy, 18 p. 18 fig.
- CARMOUZE (J.P.), 1969. — « Salure globales et spécifiques des eaux du lac Tchad en 1968 ». 13 p. 6 fig., *Cah. ORSTOM, sér. Hydrobiol.*, vol. III, n° 2, pp. 3-14.
- GRAS (R.), ILLIS (A.), LEVRQUE-DUWAT (S.), 1967. — « Le plancton du bas Chari et la partie est du lac Tchad ». *Cah. ORSTOM sér. Hydrobiol.*, I, n° 1-4, pp. 25-100.
- HOPSON (A.J.), 1968. — « Annual report 1966-1967 Federal fisheries services lake Chad Research station-Malamfacori, Republic of Nigeria ».
- ROCHE (M.A.), 1969. — Evolution dans l'espace et le temps de la conductivité électrique des eaux du lac Tchad d'après les résultats de 1908, 1957, 1962 à mars 1968. *Cah. ORSTOM, sér. Hydrol.*, vol. VI, n° 1, pp. 35-74.

(1) Cette note est un résumé de résultats présentés en grande partie par CARMOUZE (J.P.), 1968 et 1969.