

I-5. Apports sédimentaires et ensablement

J. LEMOALLE¹

Introduction

Un lac, en particulier s'il n'a pas d'exutoire, est progressivement comblé par les apports de sédiments. Ceux-ci sont soit transportés en suspension par les fleuves qui l'alimentent, soit proviennent d'apports éoliens de sables et de poussière, soit encore résultent de la décomposition de la matière organique végétale ou animale produite par le lac. La préoccupation d'un comblement possible du lac Tchad s'est faite jour dès 1928 avec l'étude de Tilho (1928) sur les variations et disparition possible du Lac.

La perception commune actuelle à N'Djaména est que le fleuve s'ensable. Les gens qui pêchent ou naviguent sur le Lac estiment que la navigation est difficile en beaucoup d'endroits faute d'une profondeur suffisante.

Il n'y a pas de mesures directes de l'ensablement du fleuve ou du comblement du Lac qui permettraient de confirmer ou de quantifier ces perceptions. Il est cependant possible de résumer un certain nombre d'observations et mesures qui contribuent à éclairer la situation actuelle.

¹ Citation conseillée: Lemoalle J., 2014 – “Apports sédimentaires et ensablement”, In Lemoalle J., Magrin G. (dir.): *Le développement du lac Tchad : situation actuelle et futurs possibles*, Marseille, IRD Editions, coll. Expertise collégiale, 115-122 (clé USB).

1. La question de l'ensablement du fleuve

Le long du Chari et du Logone et en particulier au niveau de N'Djaména, en période de basses eaux, les bancs de sable restent visibles plus longtemps. Et lors du minimum de débit, à l'étiage, le cours d'eau est beaucoup plus réduit qu'auparavant. On a même vu à Chagoua, en mai 1985, le Chari s'arrêter de couler.

L'ensemble de ces faits est réel. Signifient-ils que le fleuve s'ensable ?

Sur l'ensemble du bassin (voir I-1), il a été observé que les débits de saison sèche sont sensiblement plus faibles au cours de la période sèche 1977-2012 que dans la période plus humide 1953-1976. Ceci est particulièrement vrai à l'étiage, en avril et mai, où la moyenne des débits de la période actuelle ne représente que 28 % de la moyenne de la période antérieure plus humide (figure 1). Un débit ou un niveau bas du fleuve (par exemple 500 ou 1000 m³/s) est systématiquement observé pendant deux mois de plus lors de la période sèche actuelle.

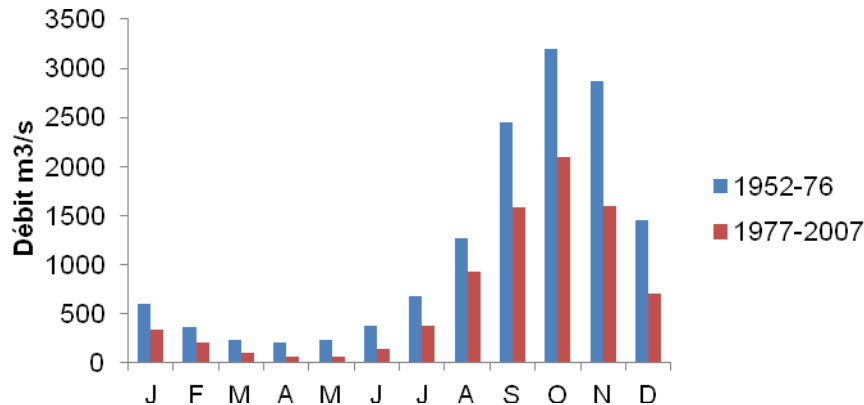


Figure 1 – Débits moyens mensuels du Chari à N'Djaména au cours d'une période humide (1952-1976) et d'une période de sécheresse relative (1977-2007) durant laquelle les débits de saison sèche sont beaucoup plus faibles (d'après CBLT-BRLI, 2011).

Après le pic de crue, la baisse du niveau de l'eau est aussi plus rapide que par le passé. Cette baisse met en évidence une augmentation importante du coefficient de tarissement, autrement dit une vidange beaucoup plus rapide des aquifères alimentant l'écoulement de base, un phénomène lié à la baisse du niveau des nappes décrit par Olivry *et al.* (1998).

Au total, l'hydraulicité actuelle du Chari contribue à rendre les bancs de sable visibles plus longtemps et sur des surfaces plus grandes puisque le débit d'étiage est réduit. Il en résulte une perception d'ensablement qui jusqu'à présent n'est pas confirmée par des mesures.

En termes d'ensablement, le Chari n'est pas comparable au fleuve Niger, qui traverse sur une partie de son cours deux régions avec des caractéristiques particulières. La première est la région sahélo-saharienne de la boucle du Niger au Mali, où le fleuve est bordé de dunes vives qui peuvent localement empiéter sur son lit et le modifier. La seconde est la région sahélienne, au Niger, où la modification du régime des pluies s'est traduite par une augmentation des apports de sédiments au fleuve par les petits affluents latéraux (les koris) dont les bassins étaient, avant la sécheresse, endoréiques (Descroix *et al.* 2009).

Le changement du régime des pluies et les activités humaines, ont pu contribuer à augmenter l'érosion sur le bassin et contribuer à un comblement partiel des fleuves. Les hydrologues du bassin du Chari-Logone ont depuis longtemps pratiqué des mesures de débit comportant des profils en travers du lit des deux fleuves. Il est possible, avec le matériel moderne, de refaire systématiquement et avec une bonne précision, de tels profils aux principales stations (en particulier dans la région du changement de pente des fleuves) et de vérifier ainsi si le fond des fleuves s'est en partie comblé.

2. Les apports en sédiments au Lac

Les apports en sédiments au Lac proviennent essentiellement de l'érosion des bassins fluviaux, de l'érosion éolienne et de la matière organique résultant de la décomposition des plantes aquatiques.

Les transports en suspension ont été mesurés à Chagoua pour le Chari et à Kousseri pour le Logone, juste avant leur confluence, de mai 1969 à avril 1975, avec des mesures quotidiennes à partir de 1971 (Carré 1972, Chouret 1975). Une grande partie des particules issues de l'érosion de la partie amont du bassin reste piégée à mi-parcours du fait du changement de pente et du ralentissement du débit du fleuve. Les bourrelets de berge dans le cours moyen sont un bon indicateur de ce processus. Une fraction importante de sédiment est également piégée dans les plaines inondables, de l'ordre de 1,2 Mt pour le Logone inférieur. Le fleuve n'apporte donc au Lac qu'une fraction de ce qui est réellement érodé dans le bassin.

La moyenne du transport solide à N'Djaména a été de 2,34 Mt (millions de tonnes) par an. Cette quantité correspond à une érosion spécifique apparente annuelle de l'ordre de 15 tonnes/km² sur le bassin du Logone et 2 tonnes/km² sur celui du Chari. L'argile, essentiellement la kaolinite, représente de 60 à 70 % de la charge solide, et le sable fin environ 20 % pour le Chari et 10 % pour le Logone. Si l'on tient compte du fait que les sédiments moins fins transportés par charriage près de fond peuvent représenter de l'ordre de 5 % des sédiments mesurés, les apports en sédiments par les fleuves au Lac ont été de l'ordre de 2,5 Mt/an pour la période considérée.

Les apports éoliens ont été évalués à N'Djaména au cours d'une année par Dupont (1967) à 110 tonnes de quartz fin par km², ce qui correspondrait à environ 2 Mt/an d'apport sur un Moyen Tchad de 18 000 km². À ces vents de sable d'origine lointaine, il faudrait sans doute ajouter une quantité de sable résultant de l'arasement des reliefs dunaires des bords du Lac. Il est à noter que la composition des sédiments du Lac, relativement pauvre en sable, ne rend cependant pas compte de ces apports éoliens qui restent jusqu'à donc jusqu'à présent mal connus. À titre conservatoire, nous retiendrons la valeur de 110 tonnes/km²/an.

Les sédiments du Lac contiennent de la matière organique : la vase des zones d'archipel ou d'îlots-bancs est la plus riche avec 13 % de matière organique ; l'argile, le sédiment le plus fréquent, en contient de 3 à 4 % (Dupont 1970). Cette matière organique provient de la décomposition de la végétation des marécages dont les ordres de grandeur sont résumés comme suit (Iltis et Lemoalle, 1983) :

- en phase de Moyen Tchad (1967), la surface couverte par la végétation des marécages est de 2 400 km² avec une biomasse en place (poids sec) de 7 Mt ;
- en phase de Petit Tchad (1976), la surface occupée par les marécages est de 6 000 km² avec une biomasse (poids sec) de 18 Mt.

Si on estime qu'environ 30 % de la biomasse végétale meurt chaque année, cela représente un peu plus de 6 millions de tonnes de matière organique (ou 2,4 Mt de carbone) qui se transforme en sédiment superficiel et qui continue de se dégrader jusqu'à représenter entre 4 et 19 % de matière organique dans le sédiment.

3. Les sédiments et la vitesse de sédimentation

Les apports fluviaux, éoliens et de végétation se répartissent sélectivement sur le fond du Lac et contribuent à en diminuer la profondeur. La vitesse de sédimentation récente dans le Lac n'a pas fait l'objet de recherches spécifiques. Nous disposons actuellement des publications de Dupont et Delibrias (1970) et de Amaral *et al.* (2013).

Les mesures de carbone 14 effectuées sur un carottage prélevé au centre des eaux libres du Lac indiquent une vitesse de sédimentation de l'ordre de 0,5 mm/an pour la période de l'Holocène comprise entre 6 500 et 5 000 BP.

L'échantillon de sédiment argileux prélevé dans l'archipel au sud de Bol sous 55 cm de vase argileuse a été daté par le carbone 14 à 490 ± 95 ans (Dupont et Delibrias, 1970). Ce qui donnerait, si le sédiment n'a pas été remanié, une vitesse de 1 mm/an de sédiment humide ou 0,5 mm/an de sédiment sec. Compte tenu de la localisation de l'échantillon, il est cependant difficile d'extrapoler cette valeur à l'ensemble du Lac.

Les principaux sédiments du lac ont été décrits par Dupont (1970) qui a proposé cinq classes principales: tourbe, vase, argile (subdivisée en argile molle, argile structurée et argile granulaire), sables et pseudo-sables (oolithes ferrugineuses). La teneur en eau, calculée par rapport au poids sec, va de 400 % pour les vases et argile molle à 90 % pour l'argile granuleuse tandis que la matière organique varie entre 15 % (argile granuleuse) à 19 % du poids sec (vase et argile molle).

Les estimations d'apports en sédiments (poids sec) au Lac peuvent être utilisées pour obtenir un ordre de grandeur de la vitesse de comblement (volume humide), en se basant sur les relations générales qui relient poids sec et volume humide en fonction de la teneur en matière organique dans les sédiments lacustres (Avnimelech *et al.*, 2001).

La vitesse de sédimentation peut être évaluée si l'on connaît le volume des apports et la surface sur laquelle ils se déposent.

En période de Petit Tchad, il est probable que la plus grande partie des apports en suspension fluviaux est piégée dans les eaux libres (1 700 km²) et leur périphérie dans la cuvette sud. En phase de Moyen ou de Grand Tchad, il y a redistribution des sédiments superficiels résultant de la turbulence due au vent, et sédimentation des nouveaux apports sur une plus grande surface.

Nous posons en hypothèse que les apports en phase de Petit Tchad sédimentent sur 3 000 km² (eau libre plus périphérie marécageuse). Sur cette zone, les apports fluviaux sont de 2,5 Mt d'argile et les apports éoliens de

110 t/km², soit 0,33 Mt de quartz. La sédimentation organique sur 1 300 km² de marécages est estimée à 1,3 Mt. L'ensemble de ces apports se déposent au fond et évoluent ensuite en se compactant, ce n'est donc pas la teneur en eau du sédiment superficiel qui est à prendre en compte, mais celle d'un sédiment plus profond. Une partie de la matière organique se décompose rapidement.

En ne considérant que les apports minéraux, sur 3 000 km², pour une teneur en eau moyenne du sédiment de 200 %, la sédimentation en phase de Petit Tchad serait de l'ordre de 2,2 mm/an avec une très forte marge d'incertitude. La matière organique contribue à augmenter cette valeur, tandis qu'une redistribution sur la surface du Moyen Tchad la divise par 3 ou 4 et donc correspond à une vitesse de 0,5 mm/an.

Au cours des phases de très bas niveau du Lac, comme en 1985, le sédiment superficiel exondé s'assèche et se compacte, de manière irréversible, ce qui contribue à diminuer assez fortement la vitesse apparente de sédimentation.

Conclusion et recommandations

Les données disponibles ne permettent pas de répondre avec précision aux questions sur l'ensablement des fleuves Chari et Logone ou sur le comblement du Lac.

Le fait que le niveau du fleuve est plus bas plus longtemps peut expliquer la perception d'ensablement ressentie par beaucoup. La diminution du transport par voie fluviale résulte plus de la création de bonnes routes vers l'aval et l'amont de N'Djaména que d'une péjoration possible des conditions de navigation. Le transport entre le Lac et N'Djaména, surtout à contre-courant dans le sens Nord-Sud, ne se fait plus qu'exceptionnellement par le fleuve.

Un suivi régulier de la relation niveau de l'eau/débit sur quelques stations fluviales avec du matériel approprié, en particulier à N'Djaména, permettrait de répondre à la première question. Ce suivi est par ailleurs nécessaire pour comprendre l'évolution du niveau du Lac. Outre les pays riverains, Cameroun et Tchad, il concerne l'ensemble des parties prenantes de la gestion des eaux du bassin conventionnel. En l'état actuel des connaissances, un dragage du fleuve n'est justifié ni dans les conditions actuelles ni en cas d'un transfert depuis l'Oubangui.

Il faut de plus considérer que les plaines d'inondation fluviales sont des pièges à sédiments qui stockent une partie des apports en début de crue. Ces plaines sont particulièrement mal connues dans le sud-est du bassin.

Le comblement du Lac par les sédiments est une réalité, comme pour l'ensemble des lacs du monde. L'ordre de grandeur vraisemblable, entre 0,5 et 4 mm par an, indique qu'il n'y a pas de risque à l'échelle de temps humaine. Cette diminution possible de la profondeur est tout à fait négligeable par rapport aux variations du niveau de l'eau.

Dans les archipels, l'érosion éolienne contribue à l'aplanissement du sommet des dunes et à une légère modification du trait du rivage plus qu'à une diminution de la profondeur.

Le développement de la végétation sur les trajets navigables (entre Baga Sola, Bol, Baga Kawa, Guitté et le delta du Chari) est une entrave au transport à travers le Lac qui résulte plus de la croissance de la végétation que de la sédimentation, mais qui mérite d'être gérée par un entretien régulier en concertation avec les populations concernées. Le transport lacustre doit être considéré comme un moyen de désenclavement d'une partie de la région tchadienne du Lac pour les produits pondéreux (céréales, natron...).

Références bibliographiques

AMARAL P. G. C., VINCENS A., GUIOT J., BUCHET G., DESCHAMPS P., DOUMNANG J.-C., SYLVESTRE F., 2013 – Palynological evidence for gradual vegetation and climate changes during the African Humid Period termination at 13° N from a Mega-Lake Chad sedimentary sequence. *Climate of the Past*, 9: 223–241.

AVNIMELECH Y., RITVO G., MEIJER L., KOCHBA M., 2001 – Water content, organic carbon and dry bulk density in flooded sediments. *Aquacultural Engineering*, 25, 25-33.

CARRE P., 1972 – Quelques aspects du régime des apports fluviaux de matériaux solides en suspension vers le lac Tchad, *Cahiers ORSTOM Série Hydrologie*, 9(1): 19-45.

CHOURET A., 1975 – Étude des transports solides en suspension au Tchad : campagnes 1972-73, 1973-74, 1974-75, bilan de 7 années d'observations (1968-1974). N'Djaména, ORSTOM, 24 p. multigr.

DESCROIX L., MAHÉ G., LEBEL T., FAVREAU G., GALLE S., GAUTIER E., OLIVRY J.-C., ALBERGEL J., AMOGU O., CAPPELAERE B., DESSOUASSI R., DIEDHIOU A., LE BRETON E., MAMADOU I., SIGHOMNOU D., 2009 – Spatio-temporal variability of hydrological regimes around the boundaries between Sahelian and Sudanian areas of West Africa: synthesis. *Journal of Hydrology* 375: 90-102.

DUPONT B., 1967 – Premières données sur les apports éoliens à Fort-Lamy. Fort-Lamy : ORSTOM, 1967, 4 p. multigr.

DUPONT, B., 1970 – Distribution et nature des fonds du lac Tchad : Nouvelles données, *Cahiers ORSTOM Série Géologie*, 2(1): 9-42.

GAC, J.-Y., 1980 – *Géochimie du bassin du lac Tchad : Bilan de l'altération de l'érosion et de la sédimentation*. Paris, ORSTOM, 252 p.

ILTIS A., LEMOALLE J., 1983 – "The aquatic vegetation" In Carmouze J.-P., Durand J.-R., Lévêque C., *Lake Chad : ecology and productivity of a shallow tropical ecosystem*. la Haye, Dr Junk : 125-143.

OLIVRY, J.-C., BRICQUET J.-P., MAHE G., 1998 – Variabilité de la puissance des crues des grands cours d'eau d'Afrique intertropicale et incidence de la baisse des écoulements de base au cours des deux dernières décennies, *IAHS Publ.* 252: 189-197.

OLIVRY, J.-C., CHOURET A., VUILLAUME G., LEMOALLE J., BRICQUET J.-P., 1996 – *Hydrologie du lac Tchad*, Paris, ORSTOM, 266 p.

TILHO, J., 1928 – Variations et disparition possible du lac Tchad. *Annales de Géographie* 37: 238-260.

Le développement du lac Tchad : situation actuelle et futurs possibles

Sous la direction de :

Jacques LEMOALLE et Géraud MAGRIN

Experts coordonnateurs :

SAIBOU ISSA, Goltob Mbaye NGARESSEM,
Benjamin NGOUNOU NGATCHA, Christine RAIMOND

Experts du collège :

Boureima AMADOU, Daira DJORET, Guillaume FAVREAU, Ibrahim Baba GONI,
Hubert GUÉRIN, Frédéric REOUNODJI, Florence SYLVESTRE,
Muhammad WAZIRI

Avec les contributions de :

Mouhamadou ABDOURAHAMANI, Marie BOUVAREL,
Audrey Mbagogo, Ronan MUGELÉ, Hadiza Kiari FOUYOU, Charline RANGÉ

*Expertise collégiale réalisée par l'IRD
à la demande de la Commission du bassin du lac Tchad*

IRD Éditions

INSTITUT DE RECHERCHE POUR LE DEVELOPPEMENT

Collection expertise collégiale

Marseille, 2014

Responsable éditorial

Sylvain ROBERT

Coordination éditoriale

Laure Vaitiare ANDRE

Relecture scientifique des contributions intégrales

Jean-Claude OLIVRY

Christian SEIGNOBOS

Relecture technique des contributions intégrales et mise en forme

Laure Vaitiare ANDRE

Danielle GRANIER

Eva LEGRAS

Sylvain ROBERT

Coordination de fabrication

Catherine PLASSE

Duplication de la clé USB et interactivité :

Digital Services/Poisson soluble

Cette clé USB regroupe la version numérique de la synthèse en français et en anglais, ainsi que l'ensemble des contributions intégrales des experts du collège.

Pour citer cet ouvrage :

Lemoalle J., Magrin G. (dir.), 2014 – *Le développement du lac Tchad : situation actuelle et futurs possibles*. Marseille, IRD Editions, coll. Expertise collégiale, 218 p + clé USB.

© IRD, 2014

ISSN : 1633-9924

ISBN : 978-2-7099-1836-7