



Revue Canadienne de Géographie Tropicale Canadian Journal of Tropical Geography

RCGT (En ligne) / CJTG (Online)
ISSN: 2292-4108
Vol. 8 (1):43-47
<http://laurentian.ca/cjtg>



Suivi par télédétection de la dynamique des eaux du lac Tchad et les transformations paysagères et socio-économique (1987-2015)

Remote sensing monitoring of Lake Chad water dynamics, and landscape and socio-economic transformations (1987-2015)

MBEVO Fendoung Philippes & VOUNDI Éric

© 2021 CJTG-RCGT Tous droits réservés / All rights reserved

Résumé:

Les préoccupations liées aux changements climatiques prennent le devant des débats et politiques internationales. Le sahel est particulièrement vulnérable, eu égard à sa proximité avec le désert du Sahara. Le lac Tchad qui fait l'objet de convoitises interétatiques, perd de ce fait, le volume de ses eaux. Il s'en suit une chute des activités économiques telles la pêche, l'élevage et l'agriculture. Cette situation entraîne des conséquences tant environnementales que socio-économiques. On y observe une transformation profonde du paysage qui laisse progressivement alterné dans l'espace des bangs de sable et les touffes d'herbes. Ce travail cherche à analyser la dynamique environnementale autour du lac Tchad en rapport avec les changements climatiques et à caractériser les mutations paysagères et socioéconomiques qui s'y greffent. L'étude s'appuie sur la télédétection, mais aussi sur les enquêtes socio-économiques de terrain. Il en ressort une variation saisonnière des volumes d'eau du lac avec une tendance à la diminution au cours de la période observée. Ceci induit des effets socio-économiques, vus sous l'angle des crises alimentaires et de la baisse des activités économiques.

Abstract:

Climate change concerns are taking center stage in international debates and policies. The Sahel is particularly vulnerable, given its proximity to the Sahara Desert. Lake Chad, which is the object of inter-state covetousness, is losing its water volume. As a result, economic activities such as fishing, livestock breeding and agriculture are falling. This situation has both environmental and socio-economic consequences. A profound transformation of the landscape can be observed, with sandbanks and grassy areas gradually alternating in space. This work seeks to analyze the environmental dynamics around Lake Chad in relation to climate change and to characterize the landscape and socio-economic changes that are taking place. The study is based on remote sensing, but also on socio-economic field surveys. It shows a seasonal variation in the volume of water in the lake, with a tendency to decrease during the period observed. This leads to socio-economic effects, seen from the point of view of food crises and the decline in economic activities.

Mots clés / Keywords

*Changement climatique, dynamique environnementale, Mutation paysagère, Lac Tchad
Climate change, environmental dynamics, Landscape change, Lake Chad*

*Histoire de l'article/Article history
Reçu / Received: 01 janvier 2019*

Accepté / Accepted: 02 juillet 2021

Publié en ligne / Published online: 15 août 2021

Introduction

Le bassin du lac Tchad connaît de nos jours l'une des pires catastrophes écologiques enregistrées dans le monde. La totalité de ses eaux ne représenterait actuellement qu'un dixième de son volume d'antan. Or, durant les périodes postglaciaires, les conditions climatiques du Sahara étaient beaucoup plus clémentes que celles ambiantes et le désert réel n'avait pas la proportion actuelle (Bonté, 2006). Selon les historiens, le Sahara était en majeure partie couvert d'une végétation boisée de type méditerranéen, particulièrement dans les massifs centraux avec autour d'eux de nombreux lacs et des prairies sèches. Suivant les alternances des phases humides et sèches, le lac Tchad pouvait s'étendre ou se rétracter, mais à partir de 4000 av. J.-C. jusqu'à nos jours, la baisse des eaux se fait à une vitesse au détriment des populations qui y tirent les moyens de subsistance. En effet, ce qui est appelé « Bassin conventionnel du lac Tchad », défini par la Commission du Bassin du Lac Tchad (CBLT) avait une superficie de près de 423 300 km² réparti entre quatre pays, (Olivry et al, 1996). On assiste, ces dernières décennies, à l'installation de l'aridité et à l'avancée du désert. Le lac Tchad aurait perdu plus de 90% de sa superficie (Eberschweiler, 2011). Cette situation expose les pays limitrophes à l'insécurité alimentaire (Heinrigs, 2010). Prenant le cas du Cameroun, la région de l'Extrême-Nord, notamment la localité de Darrack, connaît une chute considérable des activités économiques, agro-pastorales. On y note une multiplication de migrants climatiques d'une part et sécuritaires

d'autres parts (exactions de la secte islamiste Boko Haram). Cette régression drastique du lit du lac Tchad n'est pas un cas isolé. Certains grands cours d'eau dans la zone ont également enregistré une forte dynamique, caractérisée par une reconversion du paysage. Les marques de ces changements sont entre autres le rétrécissement des berges (Doudje et al, 2014) et la baisse du débit des cours. C'est le cas des berges du Logone entre la retenue de Maga et le lac Tchad (Kana, 2014). Ce rétrécissement a des implications environnementales socio-économiques considérables, en réduisant les fonctions écosystémiques du lac et en agissant sur le niveau de vie des populations locales. Face à cette situation, certains auteurs se sont demandé si ce lac était condamné à disparaître (Olivry et al. op.cit.).

L'objectif de cette recherche est de dresser un état des lieux des dynamiques environnementales liées au changement climatique dans la région du lac Tchad tout en caractérisant les mutations paysagères et socio-économiques qui en résultent. La méthodologie adoptée dans ce travail s'appuie sur le traitement et la classification des images Landsat TM et ETM+ et OLI, couplées aux données d'observation et d'enquêtes sur le terrain

Méthodologie

Présentation de la zone d'étude

Le lac Tchad est situé entre les 12°20' et 14°20' de latitude Nord, et entre les 13° et 15°20' de longitude Est, (cf. figure 1) en bordure sud du Sahara. Il constitue une vaste étendue d'eau douce, de type endoréique, partagée entre le Cameroun au sud (8%), le Niger au nord-ouest (17%), le Nigeria à l'ouest (25%) et le Tchad à l'est (50%) (Anonyme, 2005). Il est le 4e plus grand lac Africain et le 3e lac endoréique du monde. Il s'étale dans une cuvette fermée faiblement déprimée.

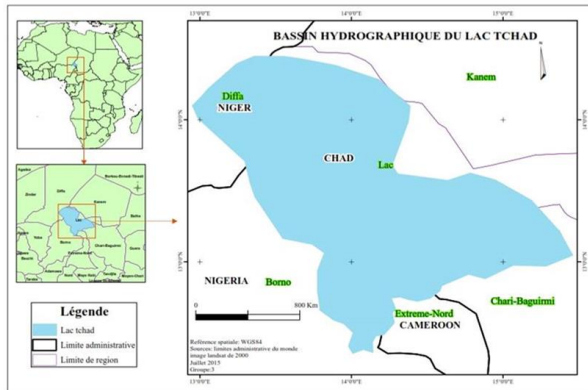


Figure 1 : Localisation de la zone d'étude

Méthode de traitement d'image en télédétection

De façon conventionnelle, le traitement d'image en télédétection respecte un certain nombre d'étapes. Elle va de l'acquisition des images (Landsat) jusqu'à la classification et la production des cartes d'occupation du sol. L'étape de vérification est décisive et permet de valider la classification. Des levées GPS sont effectuées pour corriger et valider les résultats finaux. Cette démarche se résume à travers ce schéma de synthèse (cf. figure 2).

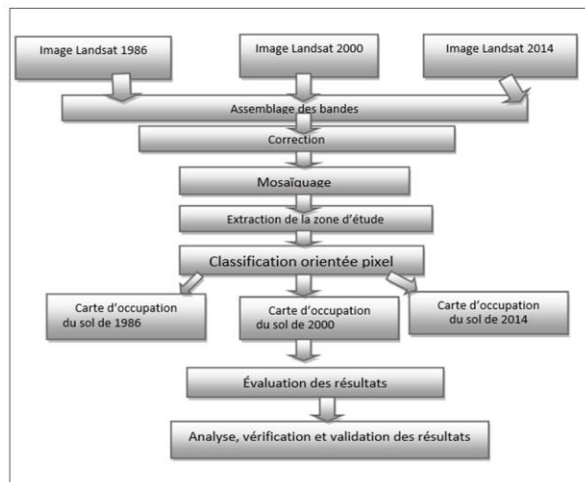


Figure 2 : Méthode de traitement d'image en télédétection (source : Mbevo et al, 2017)

Les images Landsat utilisées sont issues de plusieurs capteurs. Il s'agit des capteurs Landsat TM, ETM+ et Oli (cf. tableau 1).

Description des images	capteur	Année	Mois	Jour	Path	Row
LC818405120150051GN00	L8 OLI/TIRS	2015	JAN	5	184	51
LC818505020150121GN00	L8 OLI/TIRS	2015	JAN	12	185	50
LC818505120150281GN00	L8 OLI/TIRS	2015	JAN	28	185	51
LC818605020150031GN00	L8 OLI/TIRS	2015	JAN	3	186	50
LE71840512000036EDC00	L7 ETM+SLC-on (1999-2003)	2000	FEV	5	184	51
LE71850502000091EDC00	L7 ETM+SLC-on (1999-2003)	2000	MAR	31	185	50
LE71850512000059EDC00	L7 ETM+SLC-on (1999-2003)	2000	FEV	28	185	51
LE71860502001036SGS00	L7 ETM+SLC-on (1999-2003)	2001	FEV	5	186	50
LT51840511987008XXX04	L5 TM	1987	JAN	8	184	51
LT51850501987015XXX03	L5 TM	1987	JAN	15	185	50
LT51850501987015XXX03	L5 TM	1987	JAN	15	185	51
LT51860501987006XXX03	L5 TM	1987	JAN	6	186	50

Source : Méta data des images Landsat

Tableau 1 : Caractéristiques des images Landsat traitées

Comme outils de traitement, les logiciels Erdas Imagine 2014 et QGIS2.18 ont été utilisés pour le traitement d'image et les traitements SIG (notamment la vectorisation des fichiers et l'habillage cartographique). Le logiciel Excel a été utilisé pour les analyses statistiques et la production des graphiques.

Observation, enquête sur le terrain et calcul de l'indice de l'eau

Cette étape a permis d'observer la situation du paysage autour du lac Tchad. Des entretiens ciblés sont effectués, notamment auprès des pêcheurs, éleveurs et agriculteurs. Mais aussi auprès des personnes directement impliquées dans la gestion du lac Tchad. Pour calculer l'indice de l'eau nous avons appliqué la formule suivante : Indice de l'eau (WI) = somme des canaux du visible (Rouge, Vert, Bleu) / somme des canaux de l'invisible (Proche infrarouge, Moyen infrarouge, Infrarouge thermique). Cette équation se résume à la formule suivante :

$$WI = \frac{B + V + R}{PIR + MIR + TIR}$$

Calcul des volumes d'eau

La détermination de ces volumes s'est faite à l'aide du logiciel Erdas Imagine® suivant la formule ci-après :

$$V = (Wi \text{ min} + Wi \text{ max}) * R^2$$

V = volume de l'eau

R = résolution du capteur

Wi max = valeur maximale de l'indice de l'eau

Wi min = Valeur minimale de l'indice de l'eau.

Résultats et discussion

Fort de la démarche méthodologique adoptée, avec les méthodes et outils sus évoqués, nous avons obtenu un certain nombre de résultats, principalement axés sur la dynamique environnementale autour du lac Tchad et des eaux (1987, 2000 et 2015) ; mais aussi sur l'évolution des activités socio-économiques dans la zone. Un accent particulier est porté sur la partie camerounaise du lac. De même, les différentes classifications réalisées ont permis d'élaborer les cartes des formes d'occupation du sol de la zone du lac Tchad en ces trois années précédemment retenues.

Contexte climatique autour du Lac Tchad

Dans la présente étude, le climat du lac Tchad est analysé au prisme de moyennes et de la variabilité des composantes, pluviométrie et température. Dans cette région, comme du reste dans toute la zone sahélienne, la pluie est de loin la variable climatique la plus déterminante pour la vie des populations et dicte à elle seule, les contingences de l'environnement. La pluie, et à un second degré la température, peut donc être considéré comme les paramètres indiqués pour caractériser et analyser l'évolution du climat dans la bande sahélienne, spécifiquement autour du lac Tchad. Ainsi, il subsiste le sempiternel problème de savoir si la pluviométrie, telle qu'elle se manifeste au Sahel en général et dans la région du lac Tchad est le fait de la manifestation du changement climatique ou une variabilité naturelle du phénomène ?

Le lac Tchad se trouve dans la partie méridionale de la bande sahélienne. Dans la configuration actuelle - limite des eaux - le lac se déploie dans la zone tropicale entre les domaines saharien - dans sa partie nord - et soudanien dans les marges sud. Le climat est donc semi-aride et chaud marqué par l'alternance d'une courte saison humide estivale et une très longue saison sèche. La saison sèche est très intense avec un grand nombre de mois totalement secs. Elle dure entre 8 et 10 mois en moyenne, soit du point de vue strict, entre le mois d'Octobre et de Mai. Les mois de Juin et d'Avril constituent des mois de transition entre les saisons sèche et de pluie. Les températures sont en moyenne très élevées. À l'échelle annuelle, elle varie entre 28 et 33°C. Les températures les plus chaudes sont enregistrées aux mois d'Avril et Mai et peuvent atteindre des pics de 40°C. Elles correspondent à la période la plus intense de la saison sèche. Les minimales

de températures (20 à 22°C) sont observées aux mois de juillet et d'août propices aux pluies. L'amplitude thermique annuelle est très importante. Elle oscille autour de 18°C et culmine parfois à 21°C (PNACC, 2015).

La saison pluvieuse est très courte, caractérisée par des pluies erratiques. Elle dure en moyenne deux à deux mois et demi et atteint exceptionnellement trois mois¹ (comme en 2012 et 2013). Elle s'étale, comme susmentionné, entre les mois de juillet et d'août avec la possibilité de se prolonger aux premières semaines de septembre. Les pluies sont intenses et irrégulières donnant lieu à de violentes averses. À l'année, la pluviométrie varie entre 200mm et 350mm. Certaines années, elle peut atteindre 400mm entraînant une montée importante des crues diversement perçue par les populations riveraines en fonction de leurs secteurs d'activités.

Dans l'ensemble, le contexte climatique autour du lac Tchad est marqué par une très grande instabilité climatique s'illustrant par la variabilité de la pluviométrie. La figure 3 présente l'indice de la pluviométrie dans la région entre 1950 et 2006.

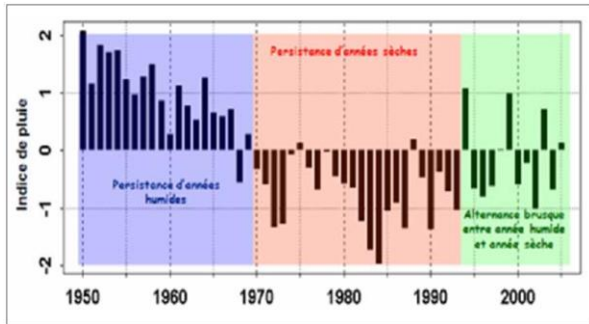


Figure 3 : Indice de pluviosité autour du Lac Tchad, entre 1950 et 2000

Dynamique environnementale et paysagère autour du Lac Tchad (1987-2015)

Il s'agit ici de présenter et analyser l'ensemble de transformations et mutations qui se sont opérées ou s'opèrent dans et autour du Lac Tchad et qui peuvent avoir des répercussions sur l'environnement et le paysage. Une attention particulière est portée sur la dynamique de l'occupation du sol et la variation du volume d'eau du lac entre 1987 et 2017.

Dynamique de l'occupation du sol

La dynamique de l'occupation du sol est analysée à travers les images Landsat des années 1987, 2000 et 2017. Les classifications réalisées ont permis de déterminer trois classes d'occupation du sol à savoir l'eau, la végétation et le sable (cf. figure 4).

Les résultats obtenus du calcul des superficies au cours des trois années (1987, 2000 et 2015) nous ont permis de déterminer les pourcentages d'occupation du sol des différentes classe thématique et les pourcentages de perte entre 1987-2000 et 2000-2015 (cf. figure 5).

Comme nous pouvons le constater, les éléments constitutifs du paysage autour du lac Tchad ont enregistré une transformation considérable (cf. tableau 2).

Classes	superficie en 1987	1987 (%)	superficie en 2000	2000 (%)	superficie en 2015	2015 (%)	Dynamique 1987-2000	Dynamique 2000-2015
Eau	4045790	64.2	957602	15.19	155425	2.46	-49	-12.74
Végétation	1096160	17.39	4957090	78.66	1405770	22.23	61.26	-56434
sable	1160070	18.41	387331	6.15	4763280	75.31	-12.26	69.17
Total	6302020	100	6302023	100	6324475	100		

Cette tendance ne s'éloigne pas des résultats trouvés par Rekacewicz, 2008. Il fait mention d'une diminution drastique du volume des eaux du lac Tchad

¹ Dans ces cas, l'on enregistre des catastrophes dans la zone liées aux inondations et donnant lieu à des dommages importants : morts, destruction des infrastructures, destruction des récoltes, risques de

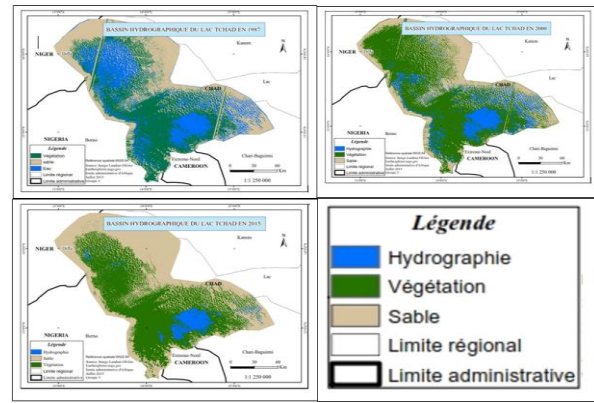


Figure 4 : Dynamique de l'occupation du sol dans et autour du lac Tchad entre 1987 et 2015

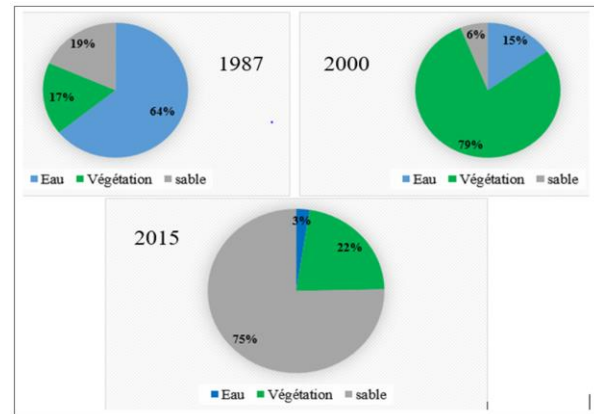


Figure 5 : Évolution des superficies d'occupation du sol autour du lac Tchad entre 1987 et 2015

et des berges entre 1963, 1973, 1987, 1997 et 2007. Il en est de même des travaux de Kana (op. cit.) sur les berges du Logone.

Le début de cette régression remonte à la période moyennement humide (1880-1970), où la superficie du lac passait de 26 000 et 10 000 km². Elle s'accroît pendant la sécheresse persistante au Sahel durant les 30 dernières années (Agrhyment, non daté). C'est ainsi que la superficie du lac s'est retrouvée réduite à moins de 5000 km². Elle s'est faite au profit de la végétation dans une certaine mesure et au sable dans une plus grande proportion (cf. figure 6). Cette diminution des surfaces s'est accompagnée d'une réduction du volume des eaux (cf. figure 7)

Dynamique du volume d'eau dans le Bassin du Lac Tchad

À partir du calcul de l'indice de l'eau défini par la formule :

$$WI = \frac{B + V + R}{PIR + MIR + TIR}$$

les volumes d'eau entre 1987 et 2015 sont déterminés. On constate qu'elles ont subi une évolution régressive figure 7.

Dynamique des activités économiques

Les principales activités économiques qui s'agrègent autour du lac Tchad sont la pêche, l'agriculture, l'élevage et autres (cf. figure 8).

famines et d'épidémies etc. Ceci a été le cas en 2012 et 2013 autour du Lac et dans trois des pays qui partagent son territoire : le sud-ouest du Tchad, l'Extrême-nord Cameroun, le Nord-Est du Nigéria.

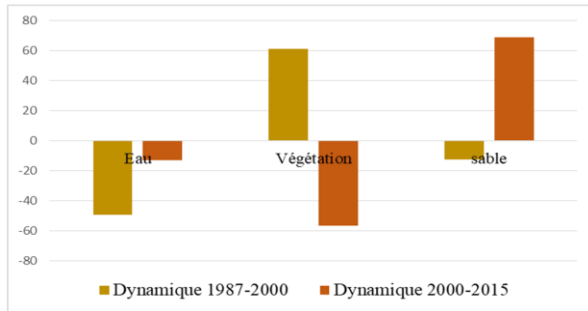


Figure 6 : Évolution des éléments du paysage du Lac Tchad entre 1990 et 2015

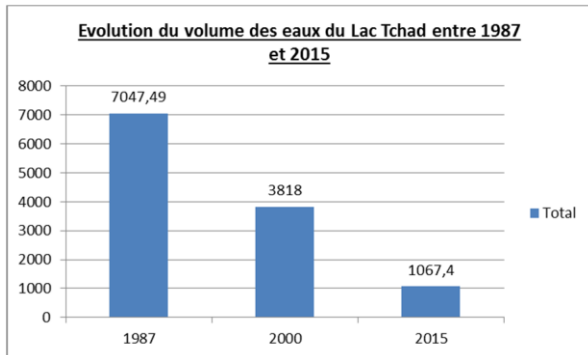


Figure 7 : évolution du volume des eaux du Lac Tchad entre 1987 et 2015

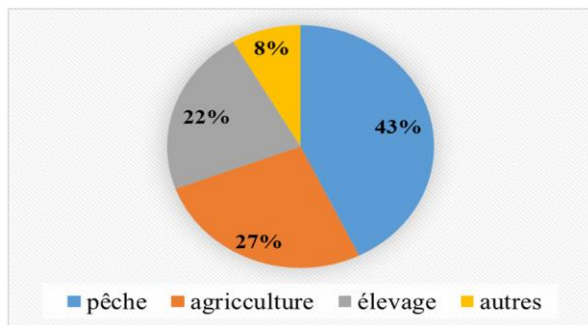


Figure 8 : les principales activités économiques autour du Lac Tchad

Vu que le bassin du lac Tchad est un espace commun, ses ressources sont partagées par les pays qui le jouxtent. Tout droit d'exploitation revendiqué par un des pays a un impact tangible sur les six autres (Njeuma, 2004). Ici, la pêche est l'activité économique la plus importante. Elle rapporterait environ 26 Milliards de FCFA aux ménages (King, 1988) contre 15,5 milliards de FCFA par an pour les cultures de décréu et 8,6 milliards de FCFA/an pour l'élevage, 6,3 milliards de FCFA/an pour les petits périmètres irrigués et 5,5 milliards pour les grands périmètres irrigués.

Cette activité de pêche qui est déjà passée de 243 000 tonnes de 1970-1977 à 56 000 tonnes en 1986-1989, continue encore à diminuer, privant les riverains d'un revenu substantiel alors que les populations de l'extrême-nord du Cameroun et du Nigeria comptent déjà parmi les plus pauvres de leurs pays respectifs. La baisse des eaux du lac Tchad constatée influe aussi sur les échanges commerciaux entre les différents pays de la Région, mais aussi sur les activités économiques associées au lac (cf. figure 9). Quoi qu'il en soit, au rythme des crises sahariennes du XX siècle, les déplacements de population ont contribué à pérenniser des relations migratoires et marchandes dans un espace transsaharien (Pliez, 2004).

² Shashank Bengali/MCT/MCT via Getty Images

Les facteurs de régression des eaux du Lac Tchad

Au rang des facteurs qui sous-tendent cette évolution régressive des eaux du lac Tchad, nous avons les mauvaises pratiques de pêches et les pollutions des cours d'eaux. En effet, les ressources halieutiques sont en baisse d'un point de vue quantitatif et qualitatif à cause des mauvaises pratiques de pêches (utilisation d'engins prohibés et de produits toxiques) et du nombre croissant des pêcheurs étrangers qui surexploitent les pêcheries (cours d'eau notamment le Chari et ses affluents et le Lac-Iro). Aucun mécanisme de surveillance de la pêche n'est présent dans ce lac. Même les enfants y pratiquent la pêche (cf. photo 1).



Photo 1 : Mineurs et pratique illícite de pêche dans le lac Tchad

Le changement climatique, aggravé par une très mauvaise gestion des ressources hydrauliques au fil des ans, a ainsi conduit à la disparition de plus de 90% de la surface du lac Tchad en 40 ans². Les causes sont, malheureusement, nombreuses :

(ii) Il importe aussi de noter que la plupart des industries (hormis la Cotex) installées dans la zone jettent directement leurs eaux usées dans les cours d'eau sans les traiter au préalable (Coton Tchad, Sonasut...) entraînant les pollutions qui détruisent les milieux aquatiques et leurs écosystèmes (poissons, crocodiles, tortues, plantes...).

(iii) Les mauvaises pratiques agricoles actuelles contribuent à la dégradation du lac par l'ensablement et la pollution.

(iv) Les feux de brousse (surtout tardifs) mettent la végétation dans un état de faiblesse qui ne lui permet pas de traverser dans de bonnes conditions les périodes de sécheresse et compromettent la régénération de certaines espèces qui disparaissent du paysage. Allumés, soit par les éleveurs pour le renouvellement des pâturages, soit par les autochtones pour la préparation des champs ou la chasse, ou simplement par inadvertance, les feux de brousse réduisent fortement la strate végétale et herbeuse et favorisent la dégradation des sols par l'érosion et la perte de fertilité.

(v) une forte évaporation comprise entre 2500 mm et 3000 mm par an.

Par ailleurs, loin des logiques politiques, au Tchad, les abords du lac font l'objet de prospections poussées et prometteuses : « C'est une zone très intéressante depuis longtemps. Il y a des prospections au moins depuis les années 70 dans cette région-là, notamment sur un bloc qui s'appelle le bloc H, où il y a déjà un système pétrolier qui a été montré. C'est-à-dire qu'il y a de fortes chances de trouver du pétrole. L'année dernière, une société qui s'appelle Delonex Energy a pris ce fameux bloc H et prévoit de forer plusieurs puits en 2018 pour savoir s'il y a suffisamment de pétrole pour le développer », affirmait Benjamin Augé, chercheur à l'Institut Français des relations internationales (IFRI) sur RFI, le 28-02-2018.

Si cette exploitation du pétrole se révélait rentable, elle pourrait avoir des répercussions économiques, sociales, mais aussi environnementales sur le bassin du lac Tchad.

Pourtant, sur cette étendue vivent environ 30 000 000 d'âmes dont la vie dépend des ressources naturelles qui s'y trouvent. Le lac Tchad et ses habitats sauvages constituent un sanctuaire unique pour la faune de toute la région et un rempart essentiel contre la désertification. Au-delà du lac,

plusieurs autres lacs et cours d'eau existent dans la localité et font également vivre beaucoup de famille. Il s'agit du lac Fitri, lac Iro, les lacs de Fianga et la Kabya, lac de Lerre, le Logone et le Chari.

Conclusion

La zone sahélienne globalement et la région du lac Tchad, dans le cas singulier de cette étude, se caractérise par les contingences socio-environnementales qui y ont cours et dont le dénominateur le plus significatif est le contexte climatique. C'est partant de l'analyse des variables pluviométrie et températures de ce dernier qu'il a été possible de suivre l'évolution du climat de la région depuis l'année 1950. À l'aune de l'analyse des données disponibles, il en ressort une instabilité naturelle du climat caractérisée par une succession de périodes sèches et humides entre 1950 et 1993. Il s'observe une rupture brutale de cette évolution depuis 1994 laissant place, jusqu'à aujourd'hui, à une variabilité interannuelle rapide de périodes humides et sèches.

Dans l'ensemble, la caractéristique semi-aride du climat du lac Tchad et les aspects de son évolution ont profondément modifié le paysage de la région du fait de la perte d'environ 90% de la surface d'eau et du bouleversement profond du système hydrographique. L'environnement socio-économique local est dicté par les fluctuations climatiques qui, en fonction de leurs natures, soit dynamisent les activités ou alors sont source de catastrophes et dommages néfastes. La baisse drastique du volume d'eau et l'aridification des terres environnantes du lac fragilisent les activités de pêche, d'agriculture et entraînent la raréfaction des pâturages. L'instabilité et la forte variabilité pluviométrique entraînent les phénomènes d'inondation qui sont régulièrement sources de dégâts et dommages. Elles donnent lieu à des pertes structurelles, fonctionnelles et corporelles qui rendent précaire l'environnement socio-économique de la région.

Références bibliographiques

Agrhyment, non daté. Le sahel face aux changements climatiques. Enjeux pour un développement durable. Edition CILSS, numéro spécial. 43p

Bonté, 2006. Caractérisation des climats et des environnements rhodaniens postglaciaires par l'analyse des isotopes stables des carbonates pédologiques. Thèse de Doctorat, université d'Avignon et des pays de Vaucluse. 324p.

Doudje K., Tchindjang M. & Moupeng B., 2014. Évolution des berges du fleuve Chari de Mandjaffa à Milezi (1970- 2008) à N'Djamena. 14p.

Eberschweiler C., 2011. La valorisation du lac Tchad. Pour l'avenir d'un ancien lac. Mémoire de Master 2 en Économie Théorique et Appliquée au Développement Durable. Université de Versailles, Paris.

Heinrigs P., 2010. Incidences sécuritaires du changement climatique au Sahel : perspectives politiques.

Issa Saïbou, 2004. « L'embuscade sur les routes des abords sud du Lac Tchad », Politique africaine, (N° 94), p. 82-104. DOI : 10.3917/polaf.094.0082. URL <https://www.cairn.info/revue-politique-africaine-2004-2-page-82.htm>

Kana, 2014. Dynamique des berges du Logone entre la retenue de Maga et le lac Tchad et ses implications socio-économiques. 17p

Mbevo Fendoung, P., Tchindjang, M. & Fongzossie, F. E. 2017. Analyse par télédétection de la vulnérabilité de la réserve de Mangrove de Mabe face aux changements climatiques, entre 1986 et 2014. Edition N°9, Revue territoire d'Afrique, Montpellier, Paris 12p.

Njeuma M. Z., 2004. « Coopération internationale et transformation du Bassin du Lac Tchad. Le cas de la Commission du bassin du lac Tchad », Politique africaine, (N° 94), p. 23-41. DOI : 10.3917/polaf.094.0023. URL : <https://www.cairn.info/revue-politique-africaine-2004-2-page-23.htm>

Olivry J.C., Chouret A., Vuillaurre G., Lemoalle J., & Bricquet J-P, 1996. Hydrologie du Lac Tchad, Edition ORSTOM. 302p

Olivry J.C., Chouret A., Vuillaume G., Lemoalle J. & Bricquet J-P., 1996. Hydrologie du Lac Tchad. 302p.

Pliez O., 2004. « Le bassin du lac Tchad, un espace migratoire polarisé par la Lybie ? », Politique africaine, /2 (N° 94), p. 42-58. DOI : 10.3917/polaf.094.0042. URL: <https://www.cairn.info/revue-politique-africaine-2004-2-page-42.htm>

PNACC, 2015. Plan National d'Adaptation aux Changements Climatiques. Edition Ministère de l'Environnement, de la Protection de la Nature et du Développement Durable (MINEPDED). 154p.

Pour citer cet article

Référence électronique

MBEVO Fendoung Philippes & VOUNDI Éric (2021). « Suivi par télédétection de la dynamique des eaux du lac Tchad et les transformations paysagères et socio-économique (1987-2015) ». Revue canadienne de géographie tropicale/Canadian journal of tropical geography [En ligne], Vol. (8) 1. En ligne le 15 août 2021, pp. 43-47. URL: <http://laurentian.ca/cjtg>

Auteurs

MBEVO Fendoung Philippes
Doctorant au Centre de Recherche et de Formation Doctorale en Sciences Humaines, Sociales et Éducatives (CRFD-UFSH)
Département de Géographie
Université de Yaoundé 1, Yaoundé-Cameroun
E-mail: phijippesmbevo@yahoo.fr

Voundi Éric
Doctorant au Centre de Recherche et de Formation Doctorale en Sciences Humaines, Sociales et Éducatives (CRFD-UFSH)
Département de Géographie
Université de Yaoundé 1, Yaoundé-Cameroun
E-mail: eric.voundi@yahoo.fr