



Available online at <http://www.ifgdg.org>

Int. J. Biol. Chem. Sci. 17(5): 2037-2047, August 2023

ISSN 1997-342X (Online), ISSN 1991-8631 (Print)

International Journal
of Biological and
Chemical Sciences

Original Paper

<http://ajol.info/index.php/ijbcs>

<http://indexmedicus.afro.who.int>

Changements climatiques et évolution des écosystèmes autour du lac Fitri en zone sahélienne du Tchad

Aurélien TOBDE KEILAR^{1*}, Magloire DADOUM DJEKO² et
Valérie BOUGOUMA YAMEOGO³

¹IREDA (Institut de Recherche en Elevage pour le Développement), Tchad.

²ITRAD (Institut Tchadien de Recherche Agronomique pour le Développement), Tchad.

³UNB (Université Nazi Boni de Bobo-Dioulasso), Burkina Faso.

*Auteur correspondant ; E-mail : aurelux18@gmail.com

Received: 28-12-2022

Accepted: 20-08-2023

Published: 31-08-2023

RÉSUMÉ

Au lac Fitri (Tchad), les impacts alarmants des changements climatiques exposent davantage les ressources naturelles à des difficultés majeures et à différentes échelles. L'objectif de cette étude était d'évaluer les impacts des changements climatiques sur les écosystèmes autour de ce lac. Une méthodologie basée sur l'analyse statistique des données climatologiques de 1982 à 2021 et une interprétation des images satellitaires corrélée des données d'enquête auprès des personnes ressources vivant autour du lac depuis plus de 50 ans. Les résultats ont montré des irrégularités spatio-temporelles pluviométriques, la réduction du nombre de jours pluvieux, l'augmentation des températures et du vent. Ce qui est l'une des causes de la baisse du niveau d'eau, de la dégradation du couvert végétal et des sols autour de ce cours d'eau. Des mesures endogènes telles que le maraîchage et autres cultures de contre-saison ainsi que l'arboriculture et la transhumance ont été développées à cet effet. Le dérèglement climatique dans cette zone d'étude a fait l'objet de plusieurs publications antérieures. Les changements climatiques ont véritablement contribué à la détérioration de l'ensemble des écosystèmes autour du lac Fitri au cours de ces dernières décennies. C'est un enjeu majeur pour les populations riveraines compte tenu de son importance actuelle.

© 2023 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés : Perturbation climatique, dynamique de l'environnement, lac Fitri, zone sahélienne, Tchad.

Climate change and ecosystems evolution around lake Fitri in the sahelian area of Chad

ABSTRACT

In Lake Fitri (Chad), the alarming impacts of climate change are further exposing natural resources to major challenges at different scales. The objective of this study was to investigate the impacts of climate change on the ecosystems around this lake. A methodology based on statistical analysis of climate data from 1982 to 2021 and interpretation of satellite images correlated with survey data from resource persons living around the lake for more than 50 years. The results showed spatio-temporal rainfall irregularities, reduction in the number of rainy days, increased temperatures and wind. This is one of the causes of the decrease in water level, the

© 2023 International Formulae Group. All rights reserved.

9322-IJBCS

DOI : <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v17i5.21>

degradation of the vegetation cover and the soils around the river. Endogenous measures such as market gardening and other off-season crops as well as arboriculture and transhumance have been developed for this purpose. Climate change in this study area has been the subject of several previous publications. Climate change has indeed contributed to the deterioration of all ecosystems around Lake Fitri in recent decades. This is a major issue for the riparian populations given its current importance.

© 2023 International Formulae Group. All rights reserved.

Keywords : Climate disturbance, environmental dynamics, Lake Fitri, Sahelian zone, Chad.

INTRODUCTION

Les perturbations climatiques qui ont sévi en Afrique sahélienne dans les années 70 a amené la population du Département de Fitri dans le Sahel du Tchad à reconsidérer leurs modes de vie pour y faire face. Ce dérèglement s'est caractérisé par des irrégularités pluviométrique associée au réchauffement croissant seraient à l'origine de la rareté des ressources en eau de surface et de la baisse drastique des rendements des cultures (Dadoum, 2018). Les récentes publications du GIEC (2017) et d'autres organismes internationaux se sont intéressés à l'analyse des épisodes de retour des précipitations. Mais cette hypothèse probabiliste n'encourage pas les producteurs surtout avec de nombreuses intermittences entre sécheresse et inondation, entre débuts tardifs et arrêts précoces, perturbent suffisamment le fonctionnement des écosystèmes bouleversant les pratiques paysannes anciennes autour de cette zone humide qu'est le lac Fitri. C'est ainsi qu'à différentes échelles (locale, régionale et provinciale), ces milieux ruraux subissent de plein fouet les dommages causés par les changements climatiques (Kabore P. N. et al., 2019). En zone sahélienne du Tchad, la précarité du niveau de vie associée à cette situation alarmante expose davantage la population à des difficultés de plusieurs natures: manque d'eau, famine récurrente, prolifération des maladies, etc. le changement pourrait induire dans ce milieu, des incidences considérables sur les ressources en eau compromettant ainsi les activités humaines et les relations entre populations d'une part et, entre la population et leur environnement, d'autre part. La lutte pour l'accès aux terres et aux eaux apparaît dès lors, très clairement entre les communautés voisines (UNESCO, ONU-

Eau, 2020). Les conflits entre agriculteurs et éleveurs vont grandissants. Dans ce contexte, les écosystèmes ruraux deviennent de plus en plus fragile et vulnérable dans lequel on assiste aux changements de tout genre réduisant ainsi les populations à une pauvreté inouïe sur un territoire dégradé malgré le caractère démographique galopant. C'est dans cette situation de défis climatiques que les sociétés locales ont remodelée les dynamiques de leurs systèmes de production à travers quelques mesures endogènes. L'objectif de cette étude était d'évaluer les effets des changements climatiques sur les écosystèmes autour du lac Fitri dans la Province du Batha. Une méthodologie basée sur une analyse des données climatiques de la station climatologique d'Ati de 1982 à 2021 et une interprétation des images satellitales de 1990 et 2020 ont permis de circonscrire le sujet.

MATERIEL ET METHODES

Site d'étude le lac-Fitri

La province du Batha est située au centre du Tchad en plein Sahel. Elle s'étend du 12^{ème} au 16^{ème} parallèle nord avec une superficie de 88800 km². Elle compte 527031 habitants en 2009 et représentait 4,7% du poids démographique national. La province a une densité populaire de six (6) habitants par km² et le taux d'accroissement annuel est estimé à 3,84%. Elle est subdivisée en trois départements dont celui de Fitri ayant pour chef-lieu : Yao, en est l'un. La région présente une grande hétérogénéité écologique avec les zones sahariennes subdésertiques au Nord et des zones semi arides sahéliennes au sud (

Figure 1).

Le relief de la province du Batha est peu accidenté et est essentiellement plat. On y

rencontre des plaines, des collines, des ravins, des dunes et des bas-fonds. La province du Batha jouit d'un climat de type sahélien au Sud et, semi désertique saharien au nord. La pluviométrie dans cette localité est aléatoire, insuffisante et souvent mal répartie dans l'espace et dans le temps.

Méthodes

L'analyse statistique des données est basée sur l'interprétation des données pluviométriques, de l'humidité, de la température et de l'ETP de la station climatologique d'Ati avec les logiciels Excel et Khronostat. Ainsi, plus de 99% des données pluviométriques sont régulières et peuvent être traitées et analysées. Au vu du traitement des données pluviométriques de la station météorologique d'Ati, il ressort que 90% de

celles-ci sont dans l'intervalle de confiance, malgré sa variabilité autour de la normale. Ce qui atteste la fiabilité de celle-ci et qu'on peut remarquer sur la

Figure 2.

Les données satellitaires ont permis de calculer l'indice de la végétation et l'occupation des sols. Certaines données sont collectées à partir des enquêtes de terrain et entretiens auprès des personnes ressources ; les généralités sont issues des bibliothèques de l'Institut Tchadien de Recherche Agronomique pour le Développement (ITRAD), de l'Institut de Recherche en Elevage pour le développement (IRED) et de la Délégation provinciale de l'élevage de la Province d'Ati. Tout ceci a permis de cerner la problématique de la présente étude.

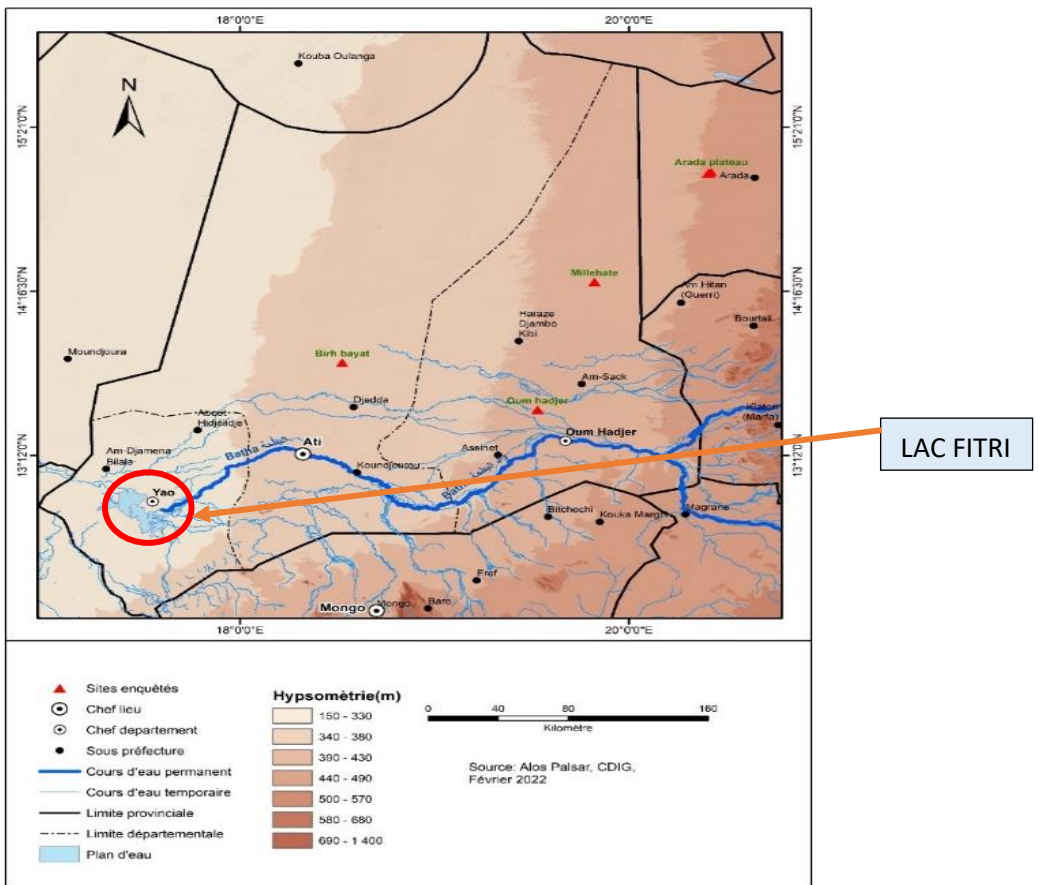


Figure 1: Carte orohydrographique de la Province de Batha localisant le lac Fitri, Tchad.

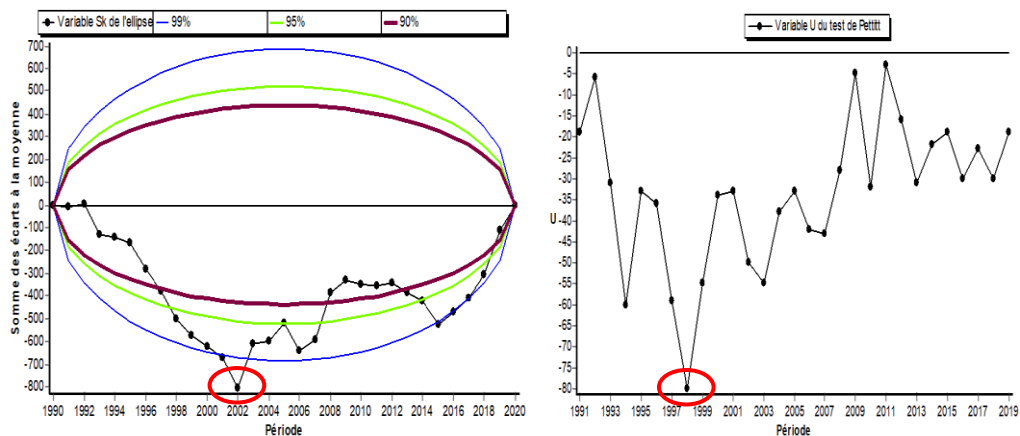


Figure 2 : Test de Buischand et de Pettitt sur la pluie à la station d’Ati.

RESULTATS

La méthodologie nous a permis d’obtenir les résultats au cours de la période qui sont entre autres : une tendance en baisse de la pluviométrie de 2015-2021. Toutefois, on remarque quelques anomalies de 2002-2011 (

Figure 3) dont les causes peuvent être soit de valeurs mal renseignées soit l’état de l’appareil, ...L’on constate également une légère augmentation des températures autour du lac Fitri de 1981-2020. Ce qui se traduit de manière spatiale comme l’indique (Figure 4).

Selon la

Figure 5, il a fait plus chaud au cours des décades 1990-2000 et 2000-2010 que les autres. En revanche, l’on constate que de 1990 à 2010, selon la carte, il fait très chaud dans la partie sud-ouest avec des maxima évoluant autour de 29,4°C. Mais, cette tendance décroît vers le sud-est avec une moyenne oscillant autour de 28,5°C. La partie du sud-est est devenue moins chaude que les décennies précédentes. Par contre, de 2010 à 2020, le nord est plus frais que dans les autres décennies (1990-2000 et 2000-2010). De même, dans le sud-ouest, il y a une diminution presque de moitié en termes de chaleur observée.

La

Figure 6 à gauche sur la température maximale montre une variation peu normale. Toutefois, on remarque qu’il y a une légère augmentation de 1981 à 2020. Tandis que sur

celle de droite, on constate que par rapport à la valeur moyenne sur 30 ans, de 1981 à 1996 et de 2000 à 2020, la température maximale varie peu et se trouve beaucoup en dessous de la valeur moyenne, donc moins chaude. Par contre, de 1997 à 2000, elle est quasiment au-dessus de celle-ci. Ce qui atteste que ces années sont suffisamment chaudes.

De même, pour la température minimale, au cours des périodes allant de 1981 à 1996 et de 2000 à 2020, on remarque les caractéristiques différentes des températures maximales avec une tendance en légère hausse. Par contre, de 1990 à 2008. De plus l’on note une augmentation brutale avant de descendre de 2008 à 2020. Toutefois, durant cette dernière séquence, elle varie peu autour de la valeur normale (

Figure 7). Globalement, la tendance est légèrement en hausse. Ce qui suppose un renforcement de la température maximale de l’air dans la basse couche atmosphérique qui ne serait sans conséquence sur les écosystèmes sahélo-sahariens. Tandis que celle de l’ETP, de 2010-2020, est en hausse dans plus de la moitié du terroir (

Figure 8). Toutefois, selon les constats observés en 2000, 2010 et 2020, les fortes valeurs d’ETP (autour de 69,1mm en année 2000) sont localisées dans la partie médiane de la zone d’étude. Par contre, les années 2010 et 2010, le sud observe des valeurs chaudes

oscillant autour de 54mm. Ce qui n'est sans conséquences sur l'ensemble des écosystèmes autour du lac Fitri.

L'occupation des sols est en augmentation au point qu'elle est souvent source de conflit agriculteur-éleveur au cours de ces trois (3) dernières décennies (

Figure 9). Concrètement, il faut comprendre, selon le constat, que la mise en place des cultures de décrue et pluviale dans la partie sud-est autour du lac Fitri, s'est aggravé au cours des années 2010 et 2020. Ce qui a empiété un peu sur la mosaïque des prairies et savane herbeuse. Avec la démographie galopante, la culture de contre-saison gagne davantage le terrain surtout avec l'augmentation non négligeable du niveau du lac Fitri. Toutes ces perturbations climatiques ne sont pas sans conséquence l'ensemble des écosystèmes et en particulier, la perte du pâturage et du bétail de 1981-2021.

Impacts des changements climatiques sur les ressources pastorales

Le changement climatique a un impact direct et indirect sur les systèmes d'interdépendance et d'échanges de ressources entre les systèmes pastoraux et les autres moyens d'existence. Par le passé, il y avait dans quelques provinces un certain degré de spécialisation des moyens de subsistance. De nos jours, la distinction entre les moyens d'existence pastoraux et agricoles tend à se dissiper. Les pasteurs se tournent de plus en plus vers l'agriculture pour compenser les pertes de cheptel tandis que bon nombre d'agriculteurs investissent dans le pastoralisme en réponse à la plus grande variabilité et à l'incertitude du milieu. La fusion des systèmes de subsistance a affaibli les relations antérieures d'interdépendance entre ces groupes et a aiguïé la concurrence qu'ils se livrent pour accéder aux ressources naturelles. Ce processus de diversification représente une adaptation majeure, non pas exclusivement au changement climatique mais aussi aux pressions économiques et aux influences politiques. L'une des caractéristiques de

l'élevage pastoral est sa forte dépendance des ressources naturelles.

Perception de la population sur les manifestations climatiques

Les agro-pasteurs, comme les pasteurs de Batha et Wadi-Fira, subissent le fait que le climat de ces localités reste variable dans les activités qu'ils mènent pour survivre. Ils d'interprètent les facteurs de la variation de différentes manières : les perceptions des agro-pasteurs et pasteurs font état de la diminution et de l'irrégularité des pluies, d'un dérèglement des saisons des pluies et des changements des températures et des vitesses des vents. Les agro-pasteurs et pasteurs disent presque que les périodes ne sont plus comme avant, rapportant la hausse des températures, la baisse de vitesse des vents pendant la saison des pluies et la hausse du cumul pluviométrique. Cette augmentation de température a contribué à aggraver l'insécurité alimentaire et la pauvreté à l'échelle nationale. Ils perçoivent la variabilité climatique et les indicateurs locaux liés à ces variations selon les différents paramètres du climat et les activités qu'ils mènent par rapport la pluviométrie, les agro-pasteurs et pasteurs déclarent que les pluies sont devenues irrégulières. L'indicateur local lié à la mauvaise répartition des pluies et aux nombreuses poches de sécheresse au cours de la saison pluvieuse est le flétrissement des cultures et pertes occasionnées par le manque d'eau, ou le jaunissement des végétations suite à un excès d'eau sur un temps court. Dans les zones d'inondations, ce sont le tarissement précoce des eaux d'inondation et l'alternance des années sans inondation avec celles de grande inondation, qui sont pour les agro-pasteurs et pasteurs des indicateurs des irrégularités pluviométriques.

Les indicateurs locaux associés aux pluies violentes et aux brouillards sont d'une part le nombre de dégâts causés sur les cultures, la végétation et les habitations ; et, d'autre part, l'appauvrissement des sols à la suite de l'érosion hydrique, la recrudescence des maladies respiratoires (bronchite) et des

troubles visuels (conjonctivite) chez les agro-pasteurs et pasteurs. Les indicateurs locaux sont tantôt les inondations précoces qui engloutissent tôt les champs et les empêchent de labourer, tantôt les inondations avec un grand débordement qui engloutissent les jeunes plantes et les font périr, ou encore de faibles inondations tardives et éphémères provoquant l'assèchement total du champ.

Concernant les températures, les agro-pasteurs et pasteurs disent qu'il fait plus chaud ces derniers temps que par le passé. La forte chaleur ressentie à l'ombre et la prolifération des méningites sont des indicateurs de la chaleur excessive. Cette sécheresse, qui se traduit souvent par la rareté de l'eau et du pâturage, les oblige souvent à mener une vie

nomade et difficile dans les prairies du Logone et Chari.

Deux causes majeures méritent d'être élucidées. Il s'agit notamment des causes naturelles et des causes anthropiques. Les causes naturelles sont des phénomènes naturels qui influent les manifestations de pluies. Il s'agit de la Lune, de l'Arc-en-ciel et du pouvoir surnaturel. Des agro-pasteurs affirment qu'en « pleine Lune », il ne pleut pas. Selon eux, quand la Lune est au zénith (surtout pendant la nuit), elle empêche la pluie de tomber, même pendant la journée. Ces hypothèses ne peuvent être démontrées scientifiquement et n'engagent que les concernés. Il faut s'attendre à ce que la Lune tombe ou disparaisse avant d'espérer avoir la pluie.

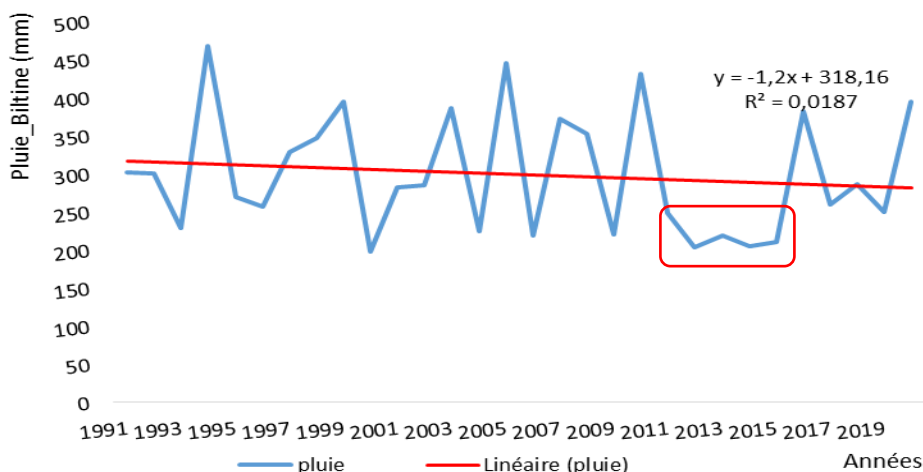


Figure 3: Evolution de la pluie autour du lac Fitri (Ati).

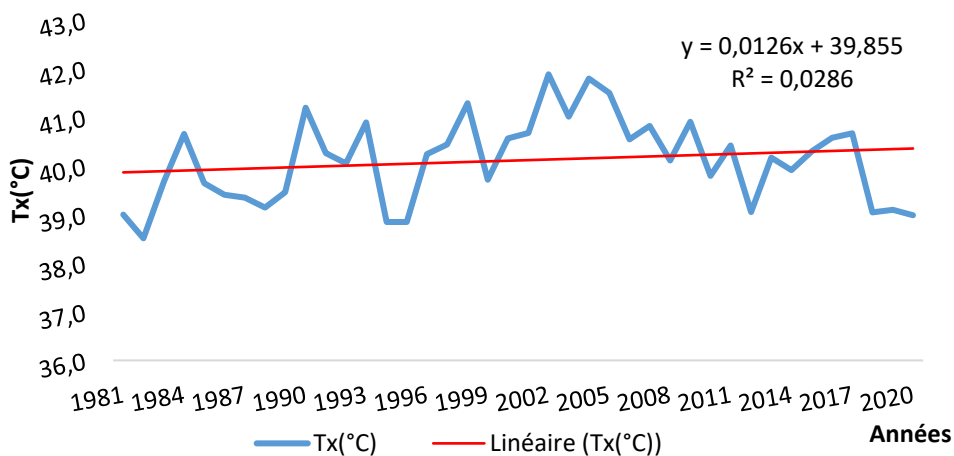


Figure 4 : évolution de la température maximale autour du lac Fitri (Ati).

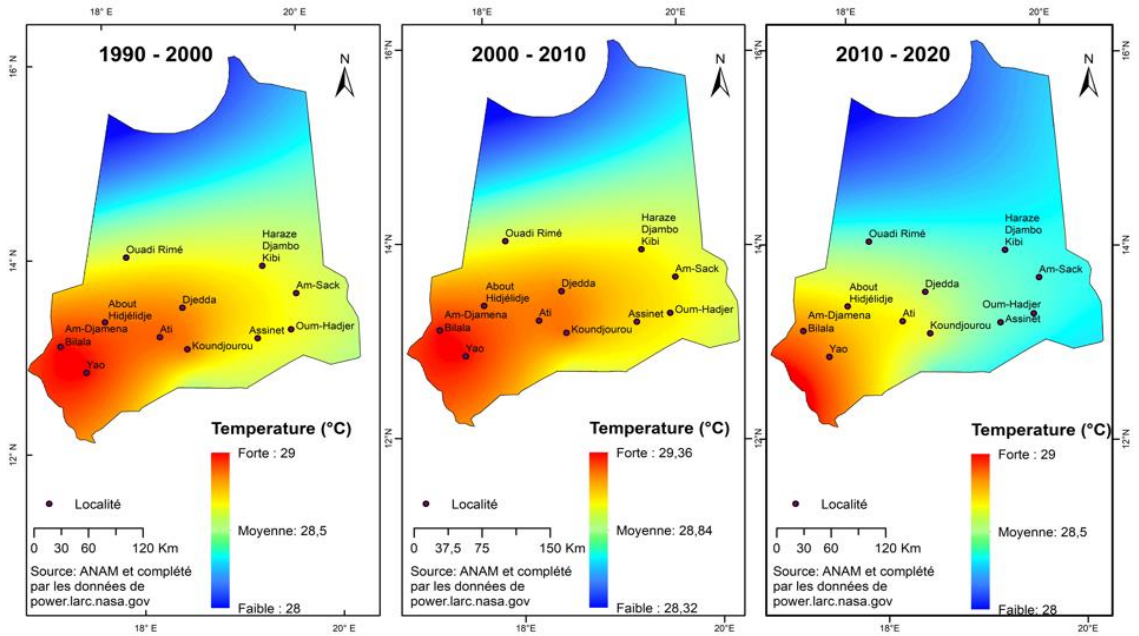


Figure 5: Evolution de la température autour du lac Fitri (Ati).

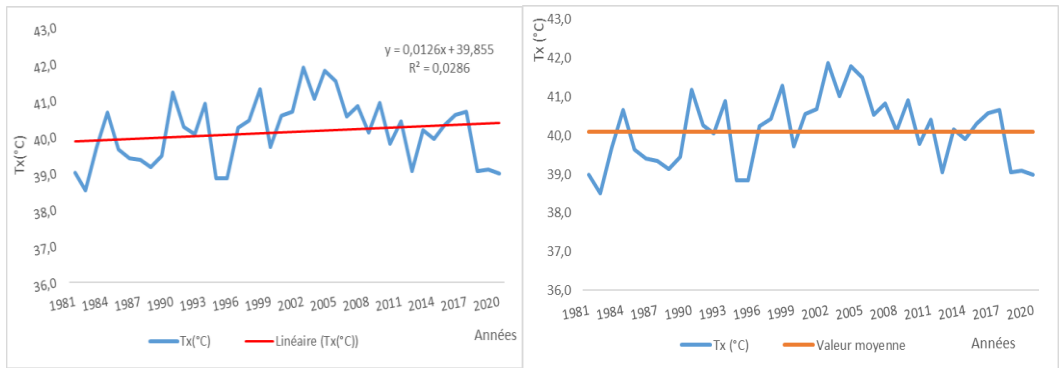


Figure 6 : Evolution de la température maximale autour du lac Fitri (Ati).

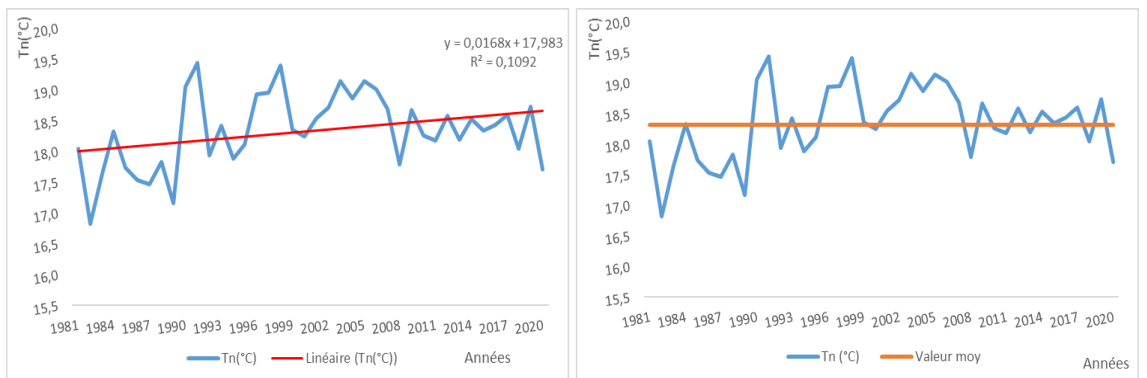


Figure 7 : Evolution de la température minimale autour du lac Fitri (Ati).

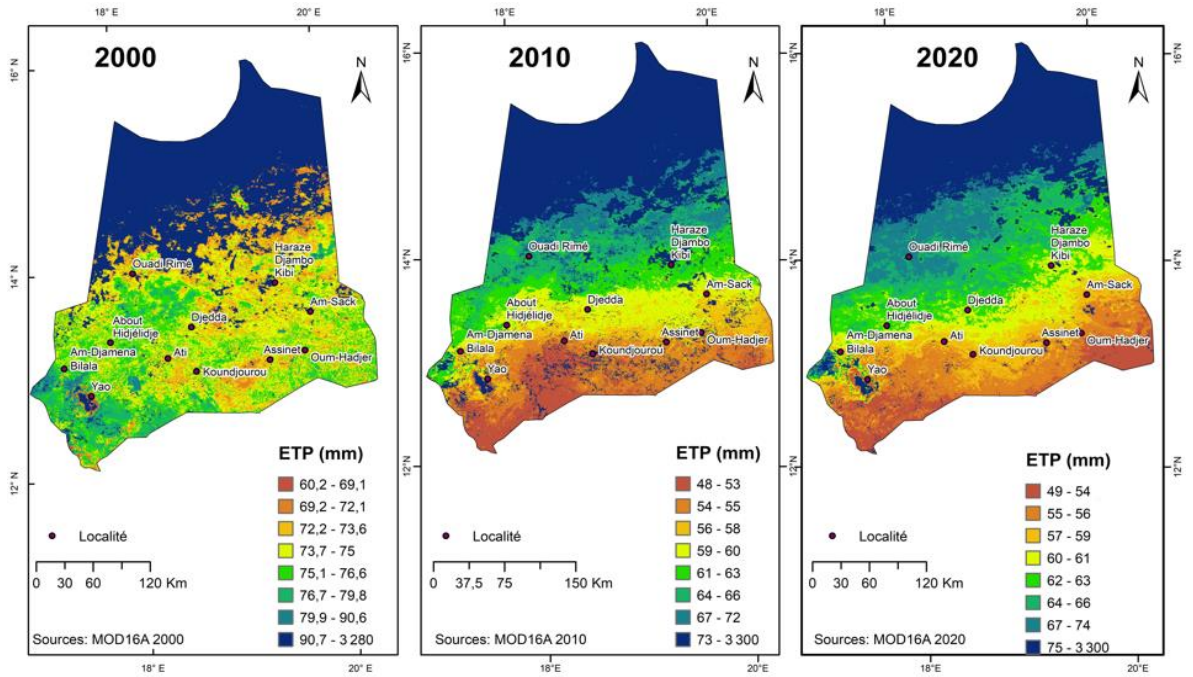


Figure 8: Evolution de l'ETP autour du lac Fitri (Ati).

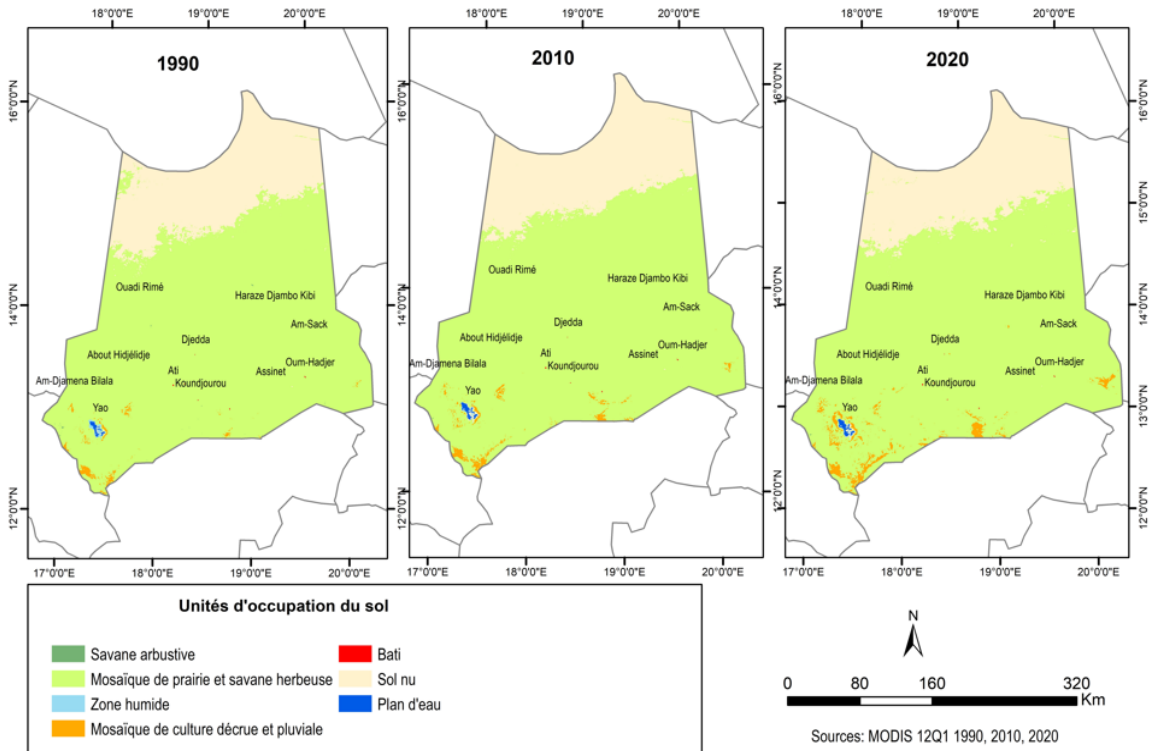


Figure 9: Evolution de l'occupation des sols autour du lac Fitri (Ati).

DISCUSSION

Le changement climatique affecte la structure et le fonctionnement de l'écosystème et donc la production pastorale et agricole saisonnière (Galvin et al., 2001). Selon, Faurie (2011) et Amigues et al. (2006) montrent scientifiquement que la pluie provient de l'évaporation de l'eau qui existe dans la nature (lacs, océans, fleuves, ...).

Au vu des données climatologiques collectées, traitées et utilisées dans le cadre de cette étude, nombreuses ont fait l'objet d'anciens travaux. L'utilisation des différentes lois de distributions a facilité la compréhension du comportement de la pluviométrie sur les activités socio-économiques de la zone d'étude. Les résultats montrent que l'analyse des données pluviométriques effectuée révèle une baisse continue de la pluviométrie, une légère hausse de température et de l'ETP. La perception des agro-pasteurs de la température et de l'insolation se résume à la sensation de la chaleur accablante (Vissin et al., 2015). Pour les pasteurs, c'est la sécheresse qui leur cause beaucoup de tort (Yegbemey et al., 2014).

Les résultats de cette étude corroborent ceux obtenus par d'autres chercheurs notamment : Dadoum (2017, 2018 et 2020) sur l'évolution des paramètres climatiques. Le rapport du GIEC (2019) a confirmé ces tendances climatiques. De même, Pamalba et al. (2019) se sont attelés sur les perceptions du changement climatique, les impacts environnementaux et les stratégies endogènes d'adaptation par les producteurs du Centre-nord au Burkina aux regard de la tendance climatique constatée dans la Province d'Ati. Dans son rapport mondial des Nations Unies sur la mise en valeur des ressources en eau 2020 : L'eau et les changements climatiques, l'UNESCO, ONU-Eau (2020), il a été souligné les éventuels impacts sur les ressources en eau se concentre sur les défis, les opportunités et les réponses potentielles au changement climatique, en termes d'adaptation, d'atténuation et d'amélioration de la résilience, qui peuvent être abordés en améliorant la gestion de l'eau...ce qui corrobore avec la situation autour du lac. Le retour de la période humide constaté par Lona (2015 et 2016) ainsi

que les effets climatiques constatés çà et là au Niger se ressentent autour du lac Fitri quand bien même, une mobilité accrue des éleveurs se fait remarquer dans la zone d'étude.

L'accès à l'eau et aux pâturages devient de plus en plus difficile, car c'est une zone qui est sous la pression des conséquences des changements climatiques et de l'insécurité. La présence des Pasteurs transhumants et agro-pasteurs dans la région constitue une contrainte aggravante et limitante pour le développement de l'élevage. Dans cette région, les facteurs qui impactent négativement les activités sont principalement les sécheresses, les maladies, l'insécurité civile, et la mauvaise répartition spatio-temporelle de pluie. Ces impacts se manifestent par la rareté de fourrages, ensablement et multiplication des cultures, eau trouble, dégradation du sol et érosion.

Il faut reconnaître que les changements climatiques, se traduisant notamment par le réchauffement global et l'augmentation de la fréquence des phénomènes météorologiques et climatiques extrêmes, constituent des risques pour l'ensemble des écosystèmes et des systèmes humains au Tchad. L'évaluation de ces risques et de leurs impacts a été jugé indispensable pour formuler des recommandations relatives aux mesures de prévention et d'adaptation en vue de réduire la vulnérabilité des communautés et des écosystèmes (TCN, 2020). Cette analyse vient corroborer avec la situation vécue autour du lac Fitri.

La vulnérabilité des pays sahéliens face aux fluctuations du climat est d'autant plus élevée que ces pays dépendent fortement de l'agriculture pluviale et possèdent des ressources et des économies locales limitées et peu diversifiées. La variabilité et les impacts à long terme des changements climatiques influencent les perspectives globales de développement des pays en voie de développement, en particulier les pays africains qui sont les plus pauvres donc moins susceptibles de se protéger et de s'adapter aux effets de ce fléau mondial (TCN, 2020). Au regard des impacts subis par les paysans autour du lac Fitri, tous les moyens d'existence ont

littéralement pris un coup au point rendre ceux-ci suffisamment vulnérables.

Au Sahel plus qu'ailleurs, ces catastrophes naturelles dégradent les ressources naturelles, indispensables aux moyens d'existence agropastoraux qui sont à la base de l'économie dans la majeure partie de la zone. Dans les pays du Sahel, deux habitants sur trois vivent de l'agriculture et de l'élevage. Sous l'effet combiné des sécheresses et des inondations, les terres se détériorent et perdent de leur fertilité. L'irrigation pluviale étant insuffisante, les récoltes s'amoindrissent ou sont détruites. Le bétail, quant à lui, peine à trouver de l'eau pour s'abreuver et des pâturages pour se nourrir. Le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) prévoit que les rendements agricoles diminuent de 20% sur chaque décennie d'ici la fin du 21^e siècle dans certaines zones du Sahel (Mayans, 2020).

L'un des principaux défis liés aux changements climatiques auxquels est confronté le secteur agricole tient à la forte variabilité spatio-temporelle et interannuelle des précipitations, cela se traduit par « une instabilité des régimes pluviométriques, la forte récurrence des intermittences sèches, des faux départs et des retours tardifs des pluies, les épisodes pluvieux violents et abondants » (TCN, 2020).

Conclusion

Les résultats de l'étude ont montré les différentes tendances des paramètres climatiques sur l'ensemble des écosystèmes autour du lac Fitri au Batha (Tchad). La présente étude a montré que la connaissance du climat tient une place importante parmi les savoir-faire développés par les populations rurales pour s'adapter aux mutations environnementales. Elle a aussi montré que les agro-éleveurs et éleveurs ont diverses perceptions des manifestations des mutations climatiques dans les deux provinces (Batha et Wadi-Fira). Les perceptions des manifestations des mutations climatiques sont à la hausse des températures, les sécheresses prolongées et les vents forts et violents. Certaines de ces manifestations perçues (hausse des

températures, baisse de la pluviométrie, la sécheresse prolongée) corroborent les résultats des études statistiques des données climatologiques. La perception de vents forts et violents est confirmée par les études scientifiques dans le milieu d'étude. Les agro-éleveurs et les éleveurs adoptent plusieurs stratégies d'adaptation pour faire face aux effets des mutations climatiques. Certaines espèces végétales et animales se sont adaptées selon le contexte. Cette perturbation climatique a créé parfois des mouvements des populations locales vers des destinations souvent peu favorables à la survie. Peu de publications sur les espèces autour du lac ont été disponibles au point que l'acquisition des données terrain n'ont pas permis de cerner tout le contour de l'étude. Ce qui constitue une des difficultés majeures rencontrées. Cependant, en termes de perspectives, l'étude envisage redescendre sur le terrain en saison sèche pour acquérir davantage les options d'adaptation des populations riveraines du lac pour ce qui est de mesures et/ou stratégies ou tout autres bonnes pratiques conformément aux péjorations climatiques. De tout ce qui précède, d'après les observations des différents acteurs sur le terrain et les témoignages des populations vivantes en ces zones rurales et de quelques ouvrages scientifiques, plusieurs mesures sont mises en place par ceux-ci pour s'adapter à la variabilité et au changement climatique. Ces mesures sont connues et c'est ce qui a permis de faire face aux impacts socioéconomiques du milieu. Il faut aussi reconnaître que ces impacts sont importants en agriculture qu'en élevage autour du lac Fitri.

CONFLITS D'INTERETS

Les auteurs déclarent qu'ils n'ont pas de conflits d'intérêts.

CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

DDM a traité et analysé les données climatologiques, agronomiques et environnementales ; ATK a traité et analysé les données pastorales et SIG ; VB a analysé la production animale et l'environnement.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient sincèrement le Directeur de l'ANAM, Mr Etienne SINGAMBAYE pour son appui multiforme et sa disponibilité pour avoir fourni et donné le maximum de lui-même pour faciliter l'acquisition des données climatologiques.

REFERENCES

- Dadoum DM, Naitormbaide M, Reounodji F, Djangrang M. 2020. Variabilité hydroclimatique et ressources piscicoles dans le bassin du moyen Logone au Sud du Tchad. *Afrique SCIENCE*, **16**(1) : 106–119. URL : <http://www.afriquescience.info>.
- Dadoum DM, Seingue RG. 2018. Réponses paysannes à la variabilité climatique au sud du Tchad. *Afrique SCIENCE*, **13**(1) : 337-348 ; URL : <http://www.afriquescience.net>.
- Dadoum DM, Kelgue S, Djangrang M. 2017. Impact de la variabilité climatique sur les cultures pluviales dans le canton Bénoye en zone soudanienne du Tchad. *Afrique SCIENCE*, **3**(1) : URL : <http://www.afriquescience.info>.
- Kabore PN, Barbier B, Ouoba P, Kiema A, Somé L, Ouedraogo A. 2019. Perceptions du changement climatique, impacts environnementaux et stratégies endogènes d'adaptation par les producteurs du Centre-nord du Burkina Faso. *Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement*, **19**(1) : 15-19 ; DOI : <https://doi.org/10.4000/vertigo.24637>.
- UNESCO, ONU-Eau. 2020 : Rapport mondial des Nations Unies sur la mise en valeur des ressources en eau 2020 : L'eau et les changements climatiques. Paris, UNESCO. P20-21.
- Nana TJ, Thiombiano T. 2018. Adoption of Adaptation Strategies for Climate change: Case of Burkina Faso Farmers. *Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, **7**(1): 53-65. DOI: [10.15640/jaes.v7n1a6](https://doi.org/10.15640/jaes.v7n1a6).
- Lona I. 2015. Risque climatiques et pratiques culturelles du mil et du sorgho au Niger. Thèse de Doctorat. Université Abdou Moumouni. Niamey. Niger. 209p.
- Lona I. 2016. Rapport d'étude climatique de la commune de Dessa. 28p.
- Troisième Communication Nationale. 2020.
- Mayans J. 2020. Le Sahel au cœur des enjeux du changement climatique. <https://www.solidarites.org/fr/en-direct-du-terrain/le-sahel-au-coeur-des-enjeux-du-changement-climatique/>.