

IMPACT DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES SUR L'ENVIRONNEMENT DANS LE DEPARTEMENT DE LA NYA EN ZONE SOUDANIENNE AU TCHAD

Magloire DADOUM DJEKO
Institut Tchadien de Recherche Agronomique
pour le Développement, Tchad
dadoumdjeko@gmail.com

Médard NDOUTORLENGAR
Université de Sarh, Tchad
ndourock@gmail.com

&
Aurélie TOBDE KEILAR
Université NAZI BONI, Burkina Faso
aureluxei8@gmail.com

Résumé : Depuis plus d'un demi-siècle, toute la zone soudanienne du Tchad est soumise à une série alternée de sécheresse et d'inondation qui se traduisent par des déficits pluviométriques et des canicules dont les conséquences sur l'environnement sont souvent très graves. Dans le Département de la Nya, la maîtrise des rares ressources en eau constitue un préalable nécessaire à toute activité agricole et pastorale. Cette zone a une grande partie de son économie qui repose essentiellement sur des ressources naturelles dont l'agriculture constitue le système de survie de la majeure partie de sa population. Déjà, plusieurs études récentes ont montré que cette partie du territoire subit une fluctuation climatique sans précédent. Les objectifs de cette étude consistent à analyser et comprendre l'évolution de cette perturbation climatique, ses conséquences sur le processus de dégradation de l'environnement. Pour cela, une méthodologie basée sur la collecte, le traitement et l'analyse statistique des données climatologiques de la station agrométéorologique de Bébédjia et l'entretien avec quelques personnes ressources est élaborée. Les résultats ont montré que les sols agricoles et l'environnement ont subi une dégradation sous les effets conjugués des changements climatiques et anthropiques basés sur la surexploitation. Ce qui a nécessité la pratique de quelques mesures d'adaptation.

Mots-clés : Changement climatique, dégradation de l'environnement, Département de la Nya, zone soudanienne, Tchad.

MPACT OF CLIMATE CHANGE ON THE ENVIRONMENT IN THE DEPARTMENT OF NYA IN AREA SUDANIAN IN CHAD

Abstract: For more than half a century, the entire Sudanian zone of Chad has been subject to an alternating series of droughts and floods which result in rainfall deficits and heat waves, the consequences of which on the environment are often very serious. In the Department of Nya, the control of scarce water resources is a necessary prerequisite for any agricultural and pastoral activity. This area has a large part of its economy which is mainly based on natural resources of which agriculture constitutes the survival system of most of its population. Already, several recent studies have shown that this part of the territory is undergoing unprecedented climatic fluctuation. The objectives of this study are to analyze and understand the evolution of this climatic disturbance,

its consequences on the process of environmental degradation. For this, a methodology based on the collection, processing and statistical analysis of climatological data from the Bébédjia agrometeorological station and interviews with a few resource persons is developed. The results showed that agricultural soils and the environment have suffered degradation under the combined effects of climatic and anthropogenic changes based on overexploitation. This required the practice of some adaptation measures.

Keywords: Climate change, environmental degradation, Nya Department, Sudanian zone, Chad.

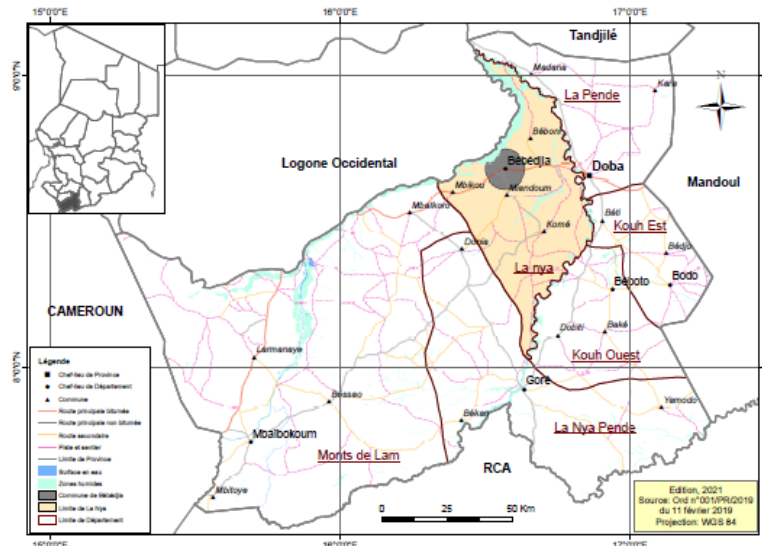
Introduction

Il y a de cela plus d'une cinquantaine d'années que la zone soudanienne du Tchad est soumise à une série de sécheresse parfois sévère qui se caractérise par des déficits pluviométriques dont les conséquences sont souvent très graves. Pourtant, une grande partie de son économie repose essentiellement sur des ressources naturelles dont l'agriculture et l'élevage constitue le système de survie de la majeure partie de sa population. Force est de constater que ces ressources naturelles dont les sols, sont particulièrement vulnérables aux changements climatiques. Ce dérèglement climatique de la planète est encore mal connu mais une certitude se fait augmentant considérablement la concentration des gaz à effet de serre (GES) dans l'atmosphère où l'homme est en passe de perturber considérablement le climat. Cette augmentation moyenne de la température due aux gaz à effet de serre corrélée du risque de modification du régime pluviométrique d'année en année, se traduit par des modifications bien plus fortes notamment la dégradation des sols agricoles et de l'environnement. Déjà, plusieurs études récentes ont montré que la zone soudanienne du Tchad subit une fluctuation climatique (Dadoum et *al.*, 2018). Les objectifs de cette étude consistent à analyser et comprendre les changements climatiques, ses conséquences sur le processus de dégradation des sols et de l'environnement, analyser les méthodes d'adaptation à court et moyen termes contre le processus de dégradation, un véritable enjeu de survie des populations locales. D'où la nécessité de savoir comment l'environnement dans le Département de la Nya a-t-il subi les impacts des changements climatiques ? Pourtant, l'environnement subit les impacts des changements climatiques au cours de ces dernières décennies. Ainsi, la présente étude est subdivisée en quelques points dont l'introduction, la méthodologie utilisée, axée sur les matériel et méthodes ensuite les résultats et la discussion puis la conclusion ainsi que les références bibliographiques.

1. Méthodologie

1.1 Site d'étude

Le département de la Nya est dans la zone soudanienne du Tchad entre 7°5'N et 22°5' E puis 11°5' et 14° E. Cette partie est traversée par plusieurs cours dont le principal est le Logone. Toutefois, la Nya est également un cour d'eau permanent existant dans le bassin hydrographique. Ces cours d'eau prennent leurs sources respectivement dans le plateau de l'Adamaoua (Cameroun) et locale (Logone oriental). La carte n°1 ci-après montre la localisation du site d'étude.



Carte 1 : localisation du Département de la NYA dans la zone soudanienne au Tchad

Sous un climat tropical, la zone soudanienne est caractérisée deux (2) types de période climatique saisonnière dont, l'une, humide dure en moyenne 4 à 5 mois (mai-septembre) avec un cumul pluviométrique dépassant parfois 1100 mm par endroit tandis que l'autre, sèche dure 7 à 8 mois. Dans cette partie du Tchad, cohabitent éleveurs sédentaires, pêcheurs et agriculteurs qui, au cours de ces dernières années, se reconvertissent soit du pêcheur en agriculteur pure ou en agropasteur soit se portent candidats à la migration.

1.2 Collecte des données

L'étude est basée sur l'interprétation des données pluviométriques collectées à la station agrométéorologique de Bébédjia, Département de la Nya, de 1946-2015 (Daiba et al., 2018). Les données sur l'évolution spatio-temporelle de l'environnement résultent d'une enquête de terrain et des entretiens auprès des personnes ressources. En plus, les bibliothèques et internet ont permis d'obtenir des informations générales caractéristiques de la problématique de cette zone.

1.3 Méthode de traitements et d'analyse des données pluviométriques

-Indice centrée-réduite

À partir de l'écart type, ont été calculées les anomalies centrées réduites pluviométriques interannuelles, en standardisant les données. Les anomalies à la station agrométéorologique de Bébédjia se calculent de la manière suivante :

$$X'_i = \frac{X_i - \bar{X}}{\sigma(X)} \quad (1)$$

Avec:

$$\left\{ \begin{array}{l} X'_i = \text{anomalie centrée réduite pour l'année } i ; \\ X_i = \text{la valeur de la variable ;} \\ \bar{X} = \text{la moyenne de la série ;} \\ \sigma(X) = \text{l'écart-type de la série.} \end{array} \right.$$

-Loi de Gauss ou loi normale

Après plusieurs essais avec diverses lois statistiques, il a été constaté que les séries pluviométriques annuelles dans les régions soudanienne et guinéenne s'ajustent mieux à la loi racine-normale. Cette loi de distribution très apparentée à la loi normale ou loi de Gauss a pour expression (Dadoum, 2018) :

$$F(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\mu} e^{-\frac{u^2}{2}} \quad (2)$$

u variable réduite de Gauss est égale à :

$$u = \frac{\sqrt{x} - \overline{\sqrt{x}}}{\sigma \cdot \sqrt{x}} \quad (3)$$

Avec:

$$\left\{ \begin{array}{l} \overline{\sqrt{x}} = \text{la moyenne des racines carrées de la série ;} \\ \sigma \cdot \sqrt{x} = \text{écart type des racines carrées de la série} \end{array} \right.$$

La taille de l'échantillon est calculée en se référant à la formule de [1] qui est la suivante:

$$x = \frac{(Z_{\alpha/2})^2 p(1-p)N}{(Z_{\alpha/2})^2 p(1-p) + (N-1)E^2} \quad (4)$$

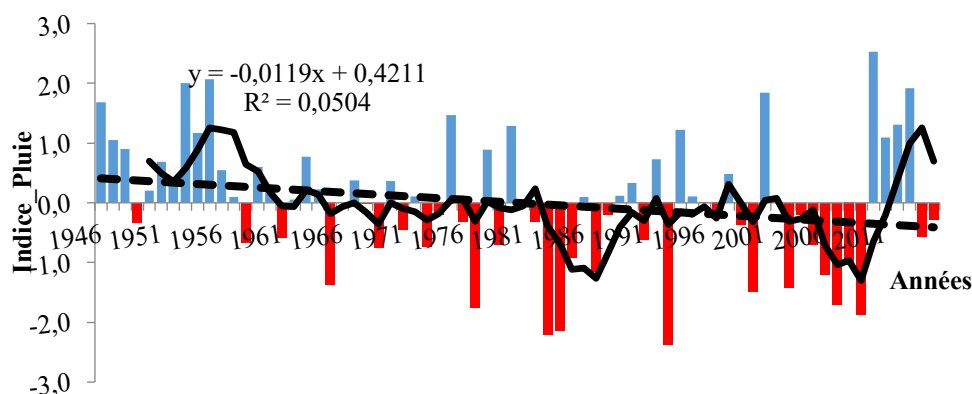
Avec :

$$\left\{ \begin{array}{l} x = \text{taille de l'échantillon} \\ Z = \text{niveau de confiance selon la loi normale centrée réduite (pour un niveau de confiance de 95\%, } Z = 1,96) ; \\ P = \text{proportion estimée de la population qui présente la caractéristique (on a pris } p = 0,5. \text{ Ce qui correspond au cas le plus défavorable, c'est-à-dire la dispersion la plus grande) ;} \\ E = \text{marge d'erreur tolérée (} E = 8\%). \end{array} \right.$$

Dans cette étude, les critères de choix des personnes enquêtées sont entre autres : l'âge, l'activité socioéconomique et la situation matrimoniale. Les hommes âgés de 60 ans et plus sont éligibles pour l'enquête. Toutefois, certains hommes âgés/certaines femmes âgées de moins 60 ans, mais ayant pratiqué plus de 30 ans les activités agropastorales sont pris en compte. Au total, 180 personnes ont été enquêtées.

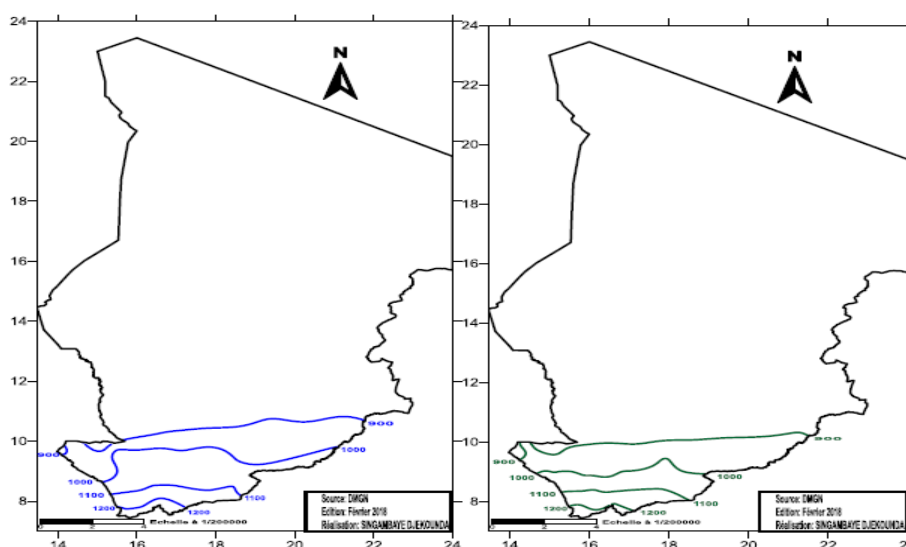
2. Résultats

L'une des caractéristiques de la pluie dans la zone soudanienne est sa variabilité spatio-temporelle. L'analyse des résultats issus des normales 1951-1980; 1961-1990; 1971-2000 et 1981-2010 des données pluviométriques montrent une évolution en régression au cours des décennies 1951-1980 et 1961-1990 dans la région du Logone oriental (Dadoum, 2018). Ce qui se traduit par un glissement des isohyètes autour de 25 km vers le sud et un processus historique d'aridification progressive du climat (graphique 1).



Graphique 1 : évolution de la pluviométrie à la station agrométéorologique de Bébédjia, de 1946-2015.

Le graphique ci-dessus montre la différence entre la période bonne pluviométrie (1950-1970) et celle déficitaire (1971-2015). Ce qui a permis de déterminer les séquences sèches et humides susceptibles d'influencer le développement du couvert végétal constituant ainsi le pâturage. Les trous pluviométriques s'observent le plus souvent au cœur de la saison pluvieuse. Ainsi, le déficit pluviométrique associé à la variabilité spatio-temporelle des pluies a pour corollaire la variabilité des paramètres clés de la saison agropastorale dont les dates de début, de fin et une plus grande occurrence des séquences sèches et des déficits hydriques. Cette variabilité accrue tend à rendre de plus en plus difficile la planification agropastorale. Dans les régions soudaniennes et sahéliennes, il ne pleut pas chaque jour mais un cumul de plusieurs jours sans pluie risque d'être dommageable autant pour les agriculteurs que pour les éleveurs. L'apparition fréquente des jours sans pluie compromet le développement des cultures et du pâturage, si elle apparaît aux stades de flétrissement permanent. Dans tous les cas, les impacts significatifs sur le rendement des cultures pluviales et pastorales sont observés surtout avec le glissement des isohyètes de 100 à 200 km vers le Sud. C'est à dire, entre le plus sec et le plus humide des mois, l'écart des précipitations est de 128 mm.



Carte 2 : glissement des isohyètes selon gradient nord-sud des normales 1951-1980 et 1961-1990.

Selon les enquêtes, les impacts sur les ressources naturelles ont plusieurs formes. L'érosion éolienne, hydrique et l'ensablement (EEE) domine parmi les impacts de la variabilité climatique dans la zone d'étude. S'ensuivent les sols dénudés qui sont les conséquences directes de différents types d'érosion (éolienne et hydrique) et de la rareté de fourrages et la multiplication des cultures (RFMC) puis, de l'eau trouble. Selon les agropasteurs, de nombreuses espèces très nutritives ont disparues, parmi lesquelles : *Diheteropogon hagerupii* (garlabal), *Brachiara psammophiles sahelien*, *Penisetum pedicellatum barbot*, *Blepharis linariifolia* (karambey), *Andropogon gayanus* (taebeened), *Sporobolus festinus* (diriri), *Ipomea dichroa*, *Boerhavia erecta* (dara dara), *Cymbopogon schoenanthus*. Il est à noter que, l'incidence écologique sur ces zones est de plus en plus forte. Elle se caractérise par une baisse de productivité des herbacés et du fourrage aérien, un appauvrissement qualitatif du potentiel fourrager au profit des espèces les moins appréciées. En saison pluvieuse, les opportunités d'abreuvement sont constituées des écoulements d'affluents des fleuves. Cependant, de nombreuses mares s'assèchent à partir du mois de novembre. Ceci oblige les Pasteurs et Agropasteurs (troupeaux) à se concentrer autour des rares mares, puits et forages permanent et cours d'eau d'envergure. L'une des causes de la mortalité du bétail signalée dans la zone est la raréfaction du pâturage.

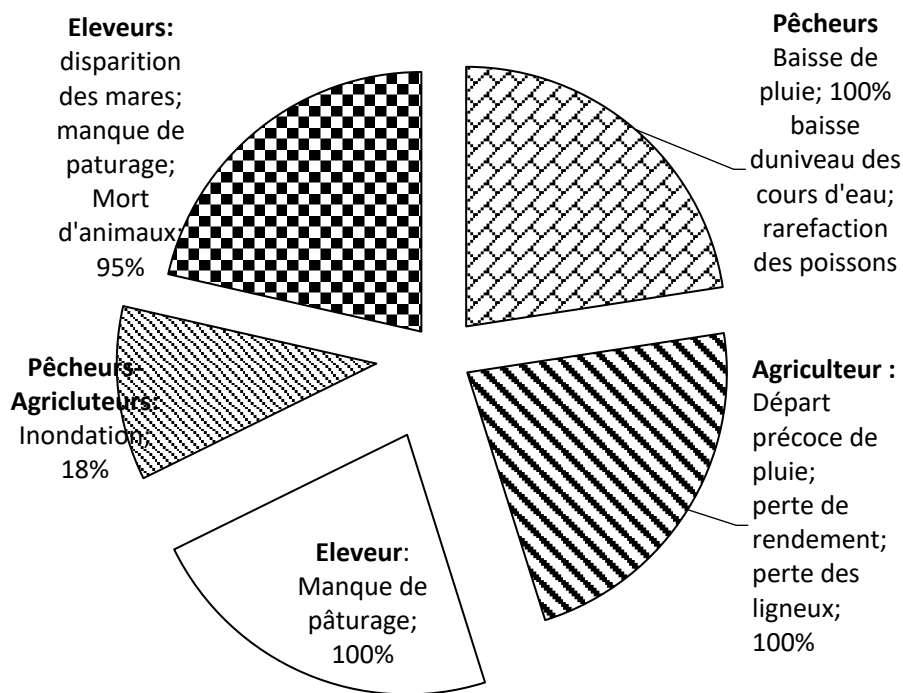


Figure 1: Impact des changements climatiques sur les ressources naturelles dans le Département de la Nya.



Planche 1 : impacts des changements climatiques sur les écosystèmes

L'évolution des sols et de la végétation à l'ère des changements climatiques ces dernières décennies dans le Département de la Nya est sans précédent. D'après les études récentes menées (ANONYME, 1989 et BETINBAYE Y., 2011), la zone connaît un déséquilibre entre la capacité de charge des écosystèmes naturels et leur niveau d'exploitation. De nos jours, les questions d'environnement au Tchad et précisément dans le Département de la Nya, sont un enjeu majeur. En fait, c'est un milieu fragile où la végétation naturelle garantit la production alimentaire autant pour les hommes que pour les animaux. Elle freine l'érosion, protège les ressources en eau, empêche les modifications climatiques et offre l'espace vital indispensable à la faune sauvage. Or, depuis des décennies, la situation écologique s'est continuellement dégradée sous l'effet conjugué des changements climatiques et des activités anthropiques (ANONYME, 1989 et BAOHOUTOU L., 2007). Les affluents du fleuve Logone traversant le Département sont également fortement dégradés à cause des pressions anthropiques et climatiques qui s'exercent sur son régime hydrologique et ses ressources en eau de surface (ROOSE, 1989). Si les impacts des activités humaines sont de moindre importance, ceux liés au climat sont les plus importants dans le temps et dans l'espace entre 1946 et 2015 dans toute la zone. Ce qui se traduit en termes d'impacts directs et réels par des modifications du régime hydrologique du fleuve Logone. En conséquence, il en découle la diminution des fréquences des inondations dans la plaine, d'une part, de la morphologie du lit mineure et de ses tributaires entraînant la réduction des habitats aquatiques, en aval, d'autre part. De nos jours, même en période de hautes eaux, les bras du fleuve Logone ne reçoivent pas assez d'eau pour favoriser les conditions de développement des ressources halieutiques (NADJI, 1999). L'étude de la variation saisonnière des précipitations à l'échelle quotidienne montre que l'impact hydrologique de la variabilité climatique dans le bassin est fortement dépendant de leur distribution spatio-temporelle. Ce qui réduirai davantage la superficie boisée dans cette partie vitale et provoquera éventuellement la disparition de certaines espèces. Tous les pêcheurs enquêtés s'accordent sur la mise en défense des cours d'eau. Car, les changements attendus pour les poissons vivant au sein d'une région dans le futur, en fonction de la latitude et de la profondeur. À la suite de la réduction de la concentration en oxygène dissout dans l'eau causée par le réchauffement climatique, les poissons pourraient devenir de plus en plus petits.

3. Discussion

Au vu des résultats obtenus, l'étude montre que la loi racine normale s'ajuste bel et bien à la série pluviométrique. Ce qui confirme certaines études antérieures réalisées (KARAMBIRI, H., 2003 et SAMA O. 2011) dans la zone soudanienne du Tchad. La variabilité spatio-temporelle de la pluie à la station agrométéorologique de

Bébédjia est confirmée par (YAMBA et al., 2011 ; Dadoum et al., 2020). Cette tendance a contribué énormément à la dégradation des écosystèmes au cours des dernières décennies. Ainsi, plusieurs auteurs (BAOHOUTOU L., 2007 ; GIEC, 2007 et 2014 ; PANA-Tchad, 2009) ont déjà montré l'ampleur de la variabilité des précipitations et des températures dans leurs études respectives. Nos résultats corroborent également ceux obtenus à travers les études de (ROOSE, E., 1989 ; SAMA O. 2011 ; YACOUBA, H., et al., 2002 et YAMBA et al., 2011). En zone soudanienne du Tchad, l'intensité et la durée des fortes températures ont de lourdes répercussions sur la disponibilité et la gestion des ressources en eau de surface en milieu tropical, notamment par le biais de l'évaporation confirme PANA-Tchad (2009). L'auteur NADJI (1999) a déjà montré l'ampleur de la variabilité des précipitations et de la gravité des conséquences sur le fleuve Logone et autres cours d'eau. Selon (YACOUBA et al., 2002), la longueur maximale des poissons tendrait à diminuer lorsque la température de l'eau augmente. L'augmentation de la température de l'eau et la migration vers le nord de nouvelles espèces peuvent certainement nuire aux écosystèmes locaux (Reist, 2014). En moyenne, le réchauffement climatique aurait réduit de 4 % les prises de poissons et de coquillages de nombreuses espèces dans des pêches durables (YAMBA et al., 2011). Selon (YACOUBA et al., 2002), d'ici 2050, les poissons pourraient perdre près d'un quart de leur poids actuel et rapetisser.



Source : Vivien, 2012.

Planche 2: espèces abondantes dans le fleuve Logone vers les années 40-50, mais actuellement rares.

Généralement, lorsque la pluviosité est bonne, la période pendant laquelle *Citarinus citharus*, *Parachanna obscura* et *Chrystichthys auratus* sont majoritairement capturés se situait entre les mois d'août et octobre (Dadoum et al., 2020). De nos jours, ces espèces sont quasiment absentes sur les marchés. *Parachanna obscura* par exemple étant une espèce très prisée des consommateurs, elle est de plus en plus rare sur les marchés. Même si elle est disponible, elle se vend chère. Les espèces comme *Parachanna obscura*, *Ctenopoma petherici* et *Distichodus sp* sont entre autres celles en voie de raréfaction.

Conclusion

Devant une association des divers processus de dégradation, liés à la fois au climat et à l'Homme, les pertes en ressources naturelles restent considérables ces dernières décennies dans le Département de la Nya. Les changements climatiques ont eu des impacts qui ont occasionné des fortes modifications du régime des pluies avec son cortège de dégradation de sols et de l'environnement d'une manière non uniforme dans la zone d'étude. Le ruissellement a augmenté contrairement à la baisse de la pluviométrie couplée au vent et à la hausse de température et des glissements des isohyètes vers le sud n'ont pas permis à certaines espèces de s'adapter

normalement dans le temps. A cela s'ajoutent, les impacts anthropiques caractérisés par les mauvaises pratiques et l'explosion démographique. Plusieurs solutions ont été proposées malgré le fait que nombre d'entre elles ont été appliquée par les populations locales mais qui ne résolvent toujours pas le problème de restauration et de conservation. En réalité, le problème sur les changements climatiques reste et demeure un fléau que seule une action conjuguée pourrait faire face pour le circonscrire.

Références bibliographiques

- Anonyme. (1989). *Le Sahel en lutte contre la désertification*, CILSS, PAC, GTZ, Verlag Josef Margraf, Ouagadougou, 566p
- Baohoutou, L. (2007). *Les précipitations en zone soudanienne tchadienne durant les 4 dernières décennies, variabilité et impact*, Thèse de doctorat, Université de Nice, (2007) 231 p.
- Betinbaye Y. (2011). *Répertoire des pratiques et connaissances traditionnelles pour la biodiversité*. N'Djaména, Tchad. pp 15 – 16.
- Dadoum & al. (2017). *Impact de la variabilité climatique sur les cultures pluviales dans le canton Bénoye en zone soudanienne du Tchad*. (3)1;
- Dadoum & al. (2017). *Réponses paysannes à la variabilité climatique au sud du Tchad*. Afrique SCIENCE 13(1) 337 - 348 ;
- Dadoum & al. (2020). *Variabilité hydroclimatique et ressources piscicoles dans le bassin du moyen Logone au Sud du Tchad*. Afrique SCIENCE 16(1), 106 - 119;
- GIEC. (2007). *Bilan des changements climatiques : Rapport de synthèse*. Contribution des groupes de travail I. II. III. au quatrième rapport du groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). Genève, Suisse 103;
- GIEC. (2014). *Changements climatiques: Incidences, adaptation et vulnérabilité* Contribution du Groupe de travail II au cinquième Rapport d'évaluation du GIEC;
- PANA-Tchad. (2009). *Programme d'Action Nationale d'Adaptation à la variabilité et au changement Climatique au Tchad*. 83p.
- Karambiri, H. (2003). *Crue et érosion hydrique au Sahel, étude et modélisation de flux d'eau et de matières sur un petit bassin versant pastoral au nord du Burkina Faso*, Thèse de doctorat, Université Paris VI – Pierre et Marie Curie, 316p ;
- Nadji, T.W. (1999). *Les Ressources en Eau du Bassin Supérieur du Logone (Tchad - Cameroun et RCA) en liaison avec la Variabilité Climatique de 1961 à 1990*. Diplôme d'Université. 3ème cycle. Faculté des Sciences. Université Nice-Sophia Antipolis. pp 57.
- Roose, E. (1989). *Diversité des stratégies traditionnelles et modernes de Conservation des sols, influence du milieu physique et humain en région soudanien – sahélien d'Afrique occidentale*. Projet de publication du milieu humain en région du livre Réseau zones Arides, *La diversité dans l'aridité*
- Sama O. 2011. *Analyse de la dégradation des ressources en sols, en végétation et en eau dans le Département de la Nya au sud du Tchad*. Mémoire Master de recherche. Université de Ngaoundéré. Cameroun, (2011) 185 p.
- Yacouba, H., & al. (2002). *Etude du processus de dégradation du bassin supérieur du Nakambé (Burkina Faso): écoulement de surface et pertes de terres liées à l'eau*. IN : résumé des communications de la 2ème journée scientifique des Ecoles EIER/ETSHER du 30 mai 2000 à Ouagadougou, Burkina Faso ;

Yamba & *al.* (2011). Influence des fluctuations pluviométriques sur la saison agricole dans la zone géographique de Mayahi et Aguié au Niger. Rev. CAMES - Série A, 12 (2) 170 – 175 ;

Webographie

- [1]. <https://fr.climate-data.org/>, consulté le 24.05.2022 ;
- [2]. <http://devenet.free.fr/20.04.2022>;
- [3]. (<http://webpublic.ac-dijon.fr/pedago/histgeo/Enseigner/Logiciels/Windisp/Page5c.html>).
- [4]. (<http://www.prelude.cepeo.on.ca/Nos%20%C3%A9l%C3%A8ves/krystiansweb/%C3%A9rosion.htm>).
- [5]. http://www.agr.gc.ca/policy/environnement/air_o3_o3b_f.phtml;
- [6]. <http://www.cnrm.meteo.fr>;
- [7]. <http://www.wagne.net/ecovox/eco21/carrefour.htm>;
- [8]. <http://www.fao.org/docrep/003/w2612f/w2612f11a.htm>;
- [9]. http://www.space.gc.ca/asc/fr/secteurs_asc/science_spatiales/atmospherique/climat.asp.