

# Etude Des Variables Climatiques (Pluviométrie Et Température) Dans La Zone Du Fakara [Study of Climate Variables (Pluviometry and Temperature) In the Fakara Area]

Ousmane KANSAYE<sup>1</sup>, Abdourhamane ALOU HIMADOU<sup>2</sup>, Hamissou  
AMADOU MOUNKAILA<sup>1</sup>  
Ibrahim ADAMOU AMOUKOU<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Université ABDOU Moumouni/Faculté d'Agronomie/Département de Productions Végétales, Niamey, Niger,  
BP: 10960

<sup>2</sup>Université Boubacar BA/Faculté d'Agronomie/Département de Productions Végétales, Tillabéri, Niger

---

**ABSTRACT:** Niger's farming system is characterized use of traditional farming tools, low level technology and basic agricultural production technics. This farming system is based on extensive use natural resources for subsistence and production. Over several decades, climatic and anthropogenic factors acted together to keep agricultural output at low level. Current research is undertaken in Fakara's region of Niger, and it aimed at focusing on climate changes impacts on agricultural output of the region. Sets of two (2) meteorological variables, rainfall and temperature patterns of the region were analyzed, over a long period spanning from 1905 to 2020 for rainfall data; and from 1950 to 2010 for temperature data. Data were obtained from meteorological services of Niamey-airport, which weather pattern is identical to that of Fakara's. These data series were further subdivided into several sub-series of 30 years interval each. Intervals spread over full period of the studied meteorological data, as to highlight all changes that occurred during that period. Two (2) statistical tests were sequentially used for the analysis.

The first statistical procedure is Pettit's test to detect data breakpoints, and also to establish normal rainfall variation. The second statistical test is Mann-Kendal trend test. Using these statistical tools, data breakpoints were detected in all different sub-series used. In the sub-series which extends from 1905 to 1935, breakpoint was the period corresponding to 1910 and 1922 that is over a 12 years gap. Then, in sub-series which goes from 1936 to 1966, breakpoint spanned from 1945 to 1950 that is over 6 year's interval. Third data breakpoint is located in sub-series between 1966 and 1997, which relates to period from 1970 to 1975, and which is also a gap of 6 years. Last breakpoint is in sub-series that extent from 1998 to 2020, and breakpoint is covers 2001 to 2007, which corresponds to a 7 years gap.

Average annual minimum temperatures exceeded 22°C and that value is taken as threshold value. Average minimum temperatures reached 22.8°C during period from 1984 to 2010. For maximum temperatures, significant upward trend was observed for warm nights and warm days. In addition, heat waves were observed starting from year 1998, and over same period, temperatures also experienced an increase of about 1°C.

In these decades of climate change, low rainfall pattern become normal and characterized by droughts, and food crises in Niger. These successive crises have led communities in Fakara's area, to adopt new technics, better economical and socio-cultural management behaviors, in order to better adapt to climate change and to increase their own resilience.

**KEYWORDS:** Niger, agrarian systems, climate change, anthropogenic, resilience, adaptation.

**RESUME:** Les systèmes agraires nigériens sont caractérisés par une utilisation de moyens de productions encore rudimentaires, un faible niveau d'intensification, et un recours à l'exploitation des ressources naturelles. Depuis quelques décennies, sous l'influence des facteurs climatiques et anthropiques, les productions agricoles sont demeurées faibles. L'objectif de cette étude est de mettre en évidence les effets du changement climatique intervenu dans la zone du Fakara, à travers l'étude de deux variables météorologiques que sont la pluviométrie, et la température. L'étude a consisté à l'exploitation des données météorologiques de la station Niamey-aéroport sur la période de 1905 à 2020. Les données exploitées concernent les variations pluviométriques et celles des températures. Ces séries ont été subdivisées en plusieurs sous séries longues de 30 ans chacune, afin de mettre en évidence, les changements intervenus sur l'ensemble de la période sus indiquée. Deux (2) tests statistiques ont été successivement utilisés. Il s'agit en premier du test de Pettit pour la détection

des points de rupture, et le calcul de la normal pluviométrique, et en deuxième, il s'agit du test de tendance de Mann-Kendal.

Ainsi, des points de rupture ont été détectés dans les différentes sous séries. Il s'agit dans la sous série qui s'étale de 1905 à 1935, de la période entre 1910 et 1922 soit un intervalle de 12 ans. Puis dans la sous série qui va de 1936 à 1966, le point de rupture a concerné la période de 1945 à 1950, soit un intervalle de 6 ans. Le troisième point de rupture se situe dans la sous série entre 1966 et 1997, et il porte sur la période de 1970 à 1975 soit aussi sur un intervalle de 6 ans. La dernière sous série à rupture couvre de 1998 à 2020, et la rupture se situe entre la période de 2001 à 2007 soit un intervalle de 7 ans.

Les moyennes des températures minimales annuelles ont dépassé 22°C pris comme valeur seuil. Les moyennes des températures minimales ont atteint 22,8°C au cours de la période allant de 1984 à 2010. Pour les températures maximales, on a observé une tendance significative à la hausse pour des nuits chaudes, des jours chauds. En outre, on a observé des vagues de chaleurs à partir de l'année 1998, et au cours de cette même année, les températures aussi ont connu une hausse d'environ 1°C.

Ces périodes de changement climatique, avec des normales pluviométriques faibles ont été caractérisées par des sécheresses et des crises alimentaires au Niger. Ces crises successives ont conduit les communautés de la zone du FAKARA, à adopter de nouveaux comportements de gestion technique, économique et socio culturel, afin de mieux s'adapter aux changements climatiques, et ainsi accroître leur résilience.

**MOTS-CLEFS:** Niger, systèmes agraires, changement climatique, anthropique, résilience, adaptation.

---

Date of Submission: 10-11-2022

Date of Acceptance: 25-11-2022

---

## I. INTRODUCTION

La variabilité climatique, peut se manifester par de longues périodes de sécheresse avec pour conséquences des effets négatifs sur le cycle hydrologique, l'environnement et les activités socio-économiques. Une tendance à la baisse de la pluviométrie a été observée en Afrique de l'ouest à partir de la fin des années 60 et au début des années 70 jusqu'au début de la décennie 90 [1]. Le déficit des apports pluviométriques a été estimé à 16% pour l'Afrique tropicale durant la décennie 80 contre 7% au cours de la décennie 70. Au niveau de l'Afrique soudano-sahélienne, cette estimation varie de 27% à 13% respectivement pour les décennies 80 et 70 [2].

De ce fait, les questions de variabilité climatique sont de nos jours placées au premier rang des débats scientifiques de haut niveau. En effet, cette variation climatique conditionne l'existence de l'homme, car elle constitue le premier facteur dont la maîtrise garantit l'alimentation de la population à travers l'agriculture, ainsi que l'exercice d'autres activités, telles que l'élevage, le commerce, et l'artisanat.

L'une des composantes majeures du climat est la pluviométrie, et les implications de ces changements sur les régimes pluviométriques sont importantes. Certains auteurs considèrent que la pluviométrie à elle seule, permet de déterminer l'évolution de l'environnement au Sahel. La pluviométrie peut donc être considérée comme le paramètre le plus indiqué pour caractériser ou analyser l'évolution du climat dans cette zone. Les précipitations représentent le facteur le plus important du climat tant pour les populations que pour les écosystèmes. Elles sont relativement faciles à mesurer [3].

Caractériser l'impact de la variabilité climatique sur les régimes pluviométriques saisonniers devient alors indispensable pour proposer des solutions adaptées aux projets de développement. La variabilité climatique, en tant que phénomène a longtemps été étudiée et caractérisée [4].

La question la plus importante, tant pour le Niger que pour l'Afrique de l'Ouest et pour les autres régions du monde est la recherche de facteurs explicatifs de cette variabilité climatique [4].

Les études sur le changement de climat nécessitent avant tout d'avoir des séries climatologiques sans hétérogénéité. Donc, le premier travail consiste à détecter les changements dans les séries, et avec l'historique de la station déterminer les différentes hétérogénéités et leurs caractéristiques, afin de pouvoir reconstituer des séries plus homogènes.

C'est dans ce cadre, que s'inscrit cette étude des variables climatiques de la zone du Fakara, à partir des données pluviométriques et de températures de la station Niamey-aéroport. Cette étude vise à mettre en exergue les successions de périodes sèches, et de périodes humides (caractéristiques des changements climatiques) dans la série pluviométrique étudiée qui s'étend de 1905 à 2020, et pour les températures, la période de 1950 à 2010.

Cette étude spécifique à la zone du FAKARA dans le Sud-Ouest du Niger est une composante des recherches thématiques sur lesquelles notre laboratoire se penche ces dernières années, et qui couvrent la dynamique des systèmes agraires soumis aux effets du changement climatique et la pression anthropique.

## II. METHODES

### 2.1 Présentation de la zone d'étude

La zone agro écologiquede Fakaracouvre à peu près de 600 km<sup>2</sup> entre la vallée du fleuve Niger à l'Ouest et la vallée fossile du Dallol Bosso à l'Est (Figure 1). Elle est située dans la commune rurale de Dantchandou, qui est une zone agropastorale située à environ 70 Km au Nord Est du chef-lieu de département, Kollo. La commune rurale de Dantchandou est l'une des 11 communes rurales dudit département. Elle est limitée:

- A l'Est par les communes rurales de Harikanassou et de Koygolo;
- A l'ouest par la commune rurale de Hamdallaye;
- Au sud par la commune rurale de Kouré;
- Au Nord par la commune rurale de Balleyara.

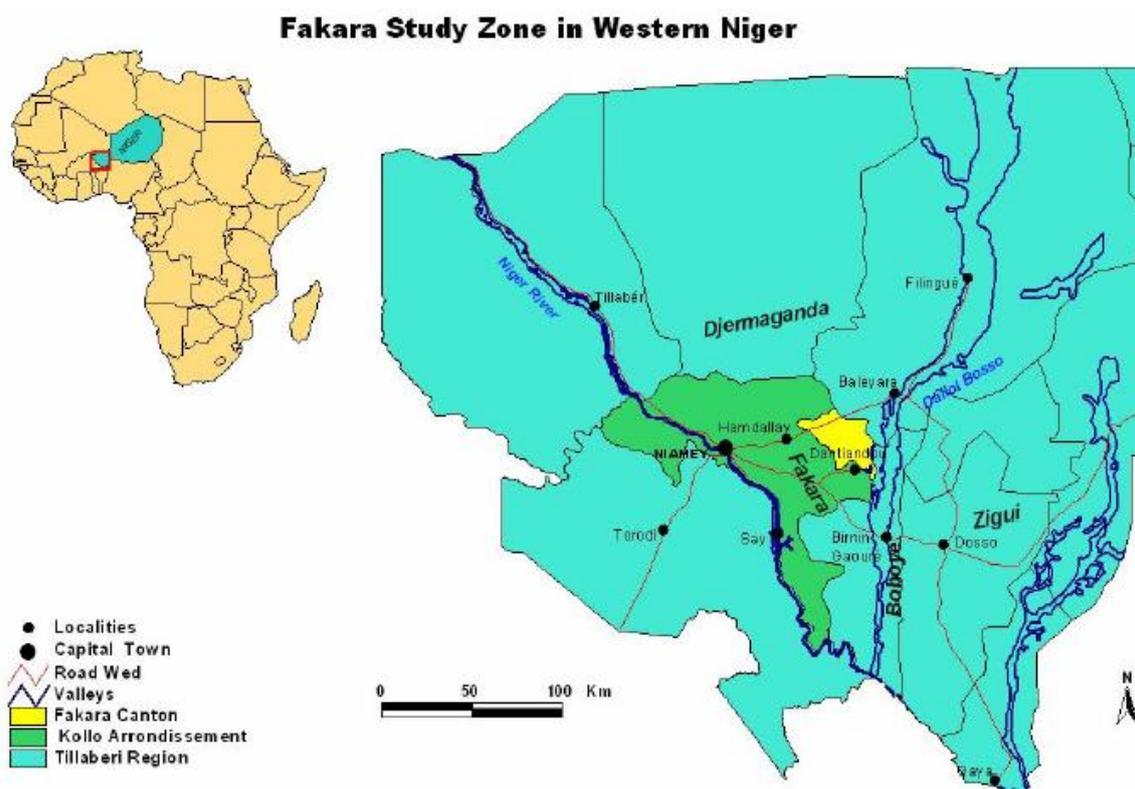


Figure 1 : localisation du canton du Fakara(source :Hiernaux et Ayantunde, 2004

### 2.2 Méthodologie utilisée

La méthodologie a consisté à l'exploitation de données à partir d'une base de données préexistante mais mise à jour pour les besoins de la recherche.

#### Les données utilisées

Les données utilisées sont celles de la station météorologique Niamey-aéroport. En effet, la zone de l'étude est située dans un rayon inférieur à 70 km de ladite station. Il s'agit:

- Des données pluviométriques annuelles 1905 à 2020,
- Les températures mensuelles minimales et maximales de 1950 à 2011,

#### Analyse statistique

Pour mener cette étude, des intervalles de 30 ans ont été définis. Ainsi, quatre intervalles d'analyse ont été obtenus pour les données pluviométriques:

- [1905 à 1935],
- [1936 à 1966],
- [1967 à 1997],
- [1998 à 2020].

Pour les données de températures minimales et maximales, deux intervalles ont été définis:

- 1950-1980
- 1980-2010.

Sur la base des calculs statistiques, les cumuls et les moyennes de chaque 30 ans ont été calculés sur les séries des données climatiques.

### Les logiciels utilisés

Le logiciel d'analyse statistique utilisé est XLSTAT version 2016 pour l'analyse des séries chronologiques et les tests d'homogénéité (Test de Pettitt Test de Mann-Kendal pour la détection des ruptures) afin de déterminer les changements et ou les tendances;

### Utilisation d'indices pluviométriques

Des indices qui mesurent l'écart par rapport à une moyenne établie sur une longue période en se référant aux données de la station Niamey-Aéroport ont été utilisés. L'indice pluviométrique annuel utilisé ici est définie comme une variable centrée réduite[5].

Cet indice I est calculé de la manière suivante:

$$I = \frac{X_i - X_{moy}}{\delta}$$

Où  $X_i$  = observation pour l'année  $i$

$X_{moy}$  : la moyenne des observations sur la période retenue

$\delta$  = écart type de la pluviométrie interannuelle sur la période de référence

L'indice de Lamb traduit un excédent ou un déficit pluviométrique pour l'année considérée par rapport à la période de référence. La cartographie des moyennes par décennie des indices pluviométriques annuels ainsi calculé traduit l'évolution dans le temps et dans l'espace de la variabilité étudiée, soulignant les zones tantôt excédentaires, tantôt déficitaires.

### Le test statistique de détection de rupture (test de Pettitt)

Une rupture peut être définie de façon générale par un changement dans la loi de probabilité de la série chronologique à un instant donné, le plus souvent inconnu. Suite à une étude menée dans le programme ICCARE[6]; plusieurs méthodes statistiques de détection de rupture ont été retenues. Pour le cas cette étude, le test de Pettitt a été utilisé.

Lorsque le test de Pettitt donne une ou deux valeurs significatives ( $\alpha$  inférieur à 0,05), la série globale est découpée en deux ou trois sous séries limitées par les dates correspondant aux valeurs significatives obtenues. Ces sous séries sont à nouveau soumises aux tests de Pettitt jusqu'à ce qu'ils ne donnent plus de valeurs significatives. Une investigation graphique permet de trouver les parties stables, les changements brusques ou les tendances.

Dans les études sur le changement climatique, le premier travail consiste à détecter les changements dans les séries et, avec l'historique de la station, déterminer les différentes hétérogénéités et leurs caractéristiques afin de pouvoir reconstituer des séries homogènes.

Une forme particulière d'instabilité d'une série est caractérisée par les changements brusques. Ceci peut être démontré à l'aide du test de Pettitt (1979)[7]; dont l'hypothèse nulle consiste dans l'égalité des moyennes de deux sous-séries issues de la série initiale.

Si  $x_t, t = 1, 2, \dots, n$ , sont les éléments d'une série chronologique, pour chaque  $t$ , le test statistique de Pettitt est le suivant:

$$U_{tn} = 2W_t - t(n+1)$$

Avec  $W_t = \sum_{j=1}^t R_j$  ;  $R_j$  étant le rang de l'élément  $x_j$  dans une série rangée par ordre croissant.

Sous l'hypothèse nulle du caractère aléatoire, la distribution de  $W_t$  suit une loi normale avec comme moyenne et variance.

$$E(W_t) = \frac{t(n+1)}{2}$$

Et

$$VAR(W_t) = \frac{t(n-t)(n+1)}{12}$$

La probabilité associée à la valeur extrême UE de la statistique est donnée par

$$P(U < -|UE|) = P(U > |UE|) = \exp[-6*(UE)^2 / (n^3 + n^2)]$$

Quand on compare différent pour  $t = 1, 2, \dots, n$ , pour les valeurs extrêmes, la valeur critique au niveau de  $\alpha = 0.05$  est donnée par:

$$\sqrt{\frac{(n^3 + n^2) * \lg 0,05}{-6}}$$

Quand  $|U_E| > U_c$ , la valeur  $t$  correspondante est l'estimation d'un point de changement. Ce changement est dans le sens croissant ou décroissant selon que  $U_E < 0$  ou  $U_E > 0$ .

L'application du test de Pettitt aux deux sous-séries délimitées au point  $t$  permet de vérifier leur propre stabilité.

L'application d'un test statistique suit généralement le canevas suivant :

1. Choix des hypothèses  $H_0$  et  $H_1$ ;
2. Choix du risque de première espèce  $\alpha$ ;
3. Choix de la statistique de test;
4. Détermination de la loi de cette statistique sous  $H_0$ ;
5. Calcul de la zone de rejet;
6. Calcul de la valeur expérimentale de la variable de test et décision.

### III. RESULTATS

#### 3.1 LES DONNEES PLUVIOMETRIQUES

L'évolution des pluies au Niger et sur la zone du Fakara en particulier connaît des contrastes ces dernières décennies qui se matérialisent par des cumuls annuels progressivement faibles.

L'analyse tendancielle des cumuls pluviométriques annuels de Niamey-aéroport à partir des années 1905 à 2020 montre une succession de période humides et de périodes sèches. Les périodes sèches constituent les années de baisse des productions agricoles, de crises alimentaires et de famines.

#### Le calcul des normales pluviométriques

Étant donné que ce sont les quantités pluviométriques annuelles qui ont été utilisées, le calcul du cumul sur l'intervalle des 30 ans a été fait avant l'analyse. Cette analyse a également donné les normales pluviométriques pour chaque intervalle de 30 ans.

#### L'intervalle de 1905 à 1935

L'analyse des tendances pluviométriques à partir de cumul annuel de cette sous série montre que les valeurs varient entre un minima de 281 mm et un maxima de 893 mm (plus forte valeur). La moyenne des cumuls pluviométriques annuels ( $\bar{\mu}$ ) est de 550mm. La figure 2 suivante présente les résultats du test d'homogénéité sur les cumuls pluviométriques annuels de 1905 à 1935.

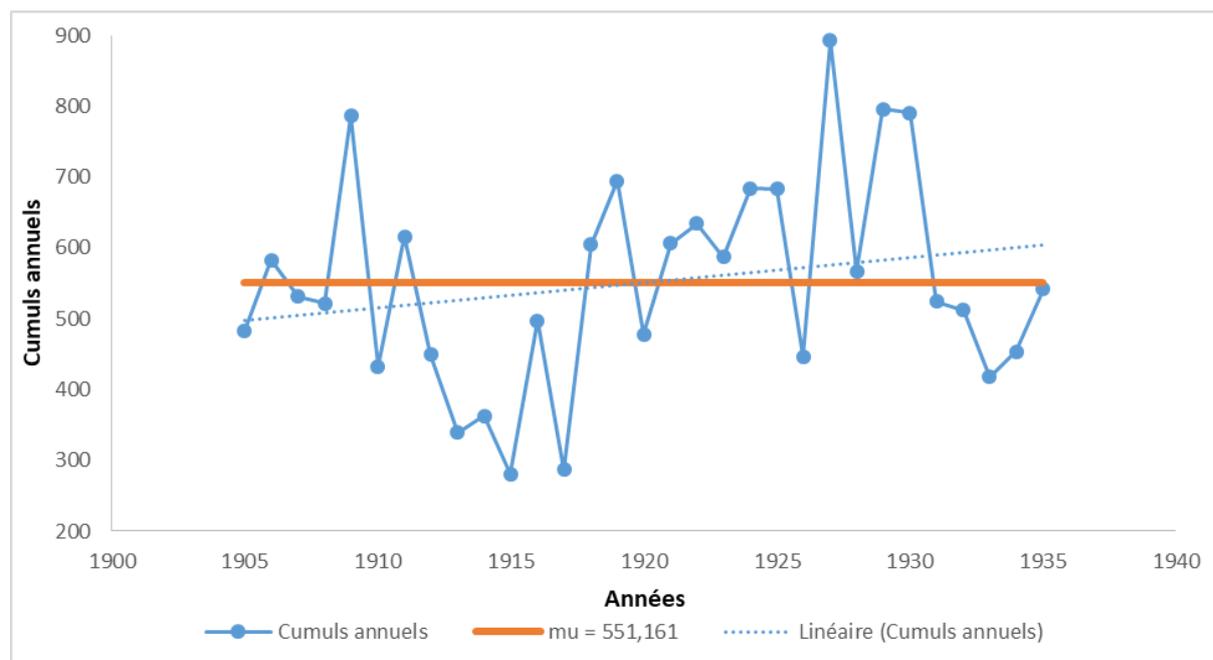


Figure 2 : Tests d'homogénéité, cumuls pluviométriques annuels 1905-1935, station Niamey-aéroport

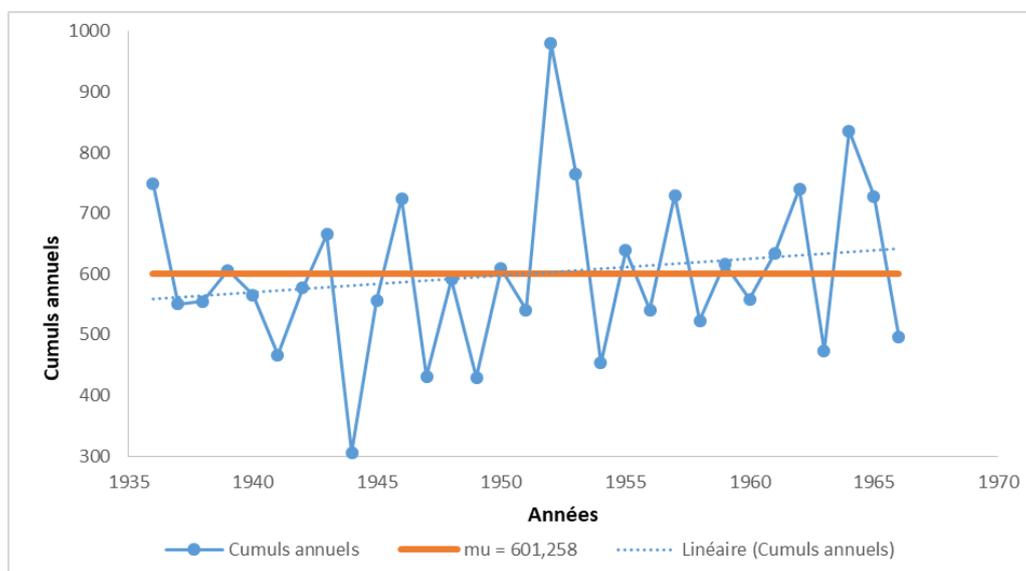
L'analyse des cumuls pluviométriques annuels de l'intervalle 1905-1935 montre qu'il s'agit d'une période humide. On peut constater que les pluies sont fortes et que les années excédentaires dont les cumuls sont situés au-dessus de la moyenne ( $\bar{\mu}=551,16\text{mm}$ ) dépassent les années qu'on peut qualifier d'années déficitaires en fonction toujours de la moyenne. Une première série de déficit pluviométrique qui est assez longue (étalée sur 12 ans environ) à partir de 1910 jusqu'à 1922, est observée. Mais à l'intérieur de cette sous série, les années de pluviométrie inférieure à 400mm vont 1913 à 1915.

Vers la fin de la série aussi une autre succession d'années dont le cumul est situé en dessous de la moyenne (551,16 mm) est observée. Cette deuxième sous série commence en 1931 et se prolonge jusqu'à 1935. Par rapport à la tendance générale, la pluviométrie a augmenté sur cet intervalle (figure 2).

#### L'intervalle de 1936-1966

L'intervalle 1936-1966 a été marqué par des cumuls pluviométriques annuels très élevés. Les pluviométries annuelles varient entre un minima de 306,4 mm enregistré en 1944, à un maxima de 980mm enregistré en 1952.

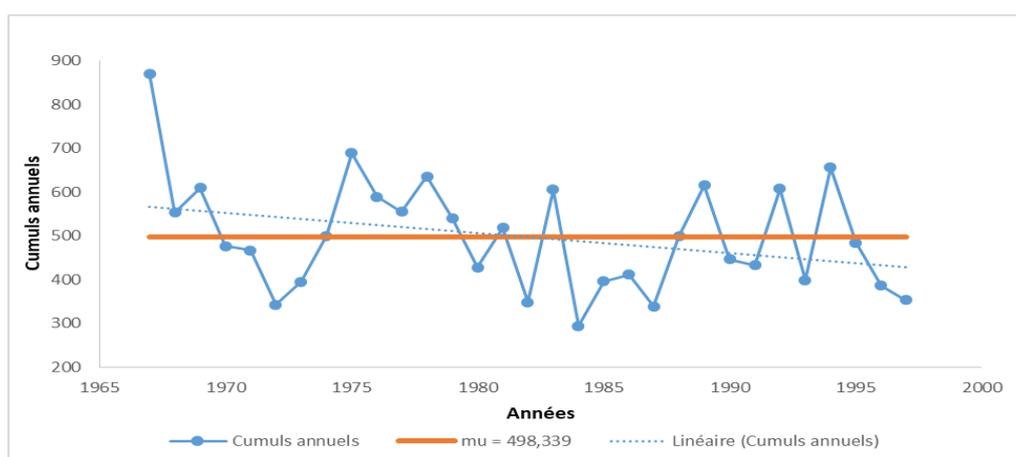
C'est une période plus humide dont la moyenne pluviométrique ( $\bar{\mu}$ ) est de 600 mm, et cette valeur est supérieure à celle de la moyenne de l'intervalle 1905-1935 ( $\bar{\mu}=551,16\text{mm}$ ). Au cours de cette période, il n'y a pas eu de séquences de baisses pluviométriques prolongées comme constaté dans l'intervalle précédant. La Figure 3 présente les résultats du test d'homogénéité sur cet intervalle.



**Figure 3: Test d'homogénéité, cumuls pluviométriques annuels 1936-1966, Station Niamey-aéroport L'intervalle de 1967-1997**

La série est marquée par des cumuls pluviométriques assez élevés. En effet, la plus forte pluviométrie est de 870 mm en 1968, tandis que la plus faible est de 284 mm enregistrée en 1984. L'année 1984 a été caractérisée par une famine, dont la sévérité a touché tout le pays, avec des conséquences dramatiques sur les populations et le cheptel. Au cours de cette période, la moyenne pluviométrique ( $\bar{\mu}$ ) est de 500 mm (Figure 4). Cependant, même si cette période affiche des moyennes pluviométriques acceptables, elle a été marquée par des séquences d'années déficitaires, et notamment entre 1970 et 1975.

Les années 1970 marquent ainsi, ce qui est communément appelé la rupture climatique au Sahel. Cette baisse de la pluviométrie des années 1970-1993, n'a également pas eu d'équivalence dans sa dimension spatiale. Elle a concerné la région entière, sans aucune exception. La période 1967-1971, a été caractérisée par une baisse importante et généralisée de la pluviométrie dans toute la bande sahélienne.



**Figure 4: Test d'homogénéité cumuls pluviométriques annuels 1967-1997, Station Niamey- aéroport**

La deuxième sous série d'années déficitaires a duré cinq (5) ans, de 1983 à 1988 (Figure 4). Au cours de cette période, on a alors enregistré des pluviométries inférieures à la normale. C'est aussi dans cet intervalle, que se situe la grande sécheresse de 1984. Tenant compte de la moyenne pluviométrique, la tendance pluviométrique dans cet intervalle montre plus d'années excédentaires que d'années déficitaires, comme montré par le test d'homogénéité de cet intervalle (Figure 4).

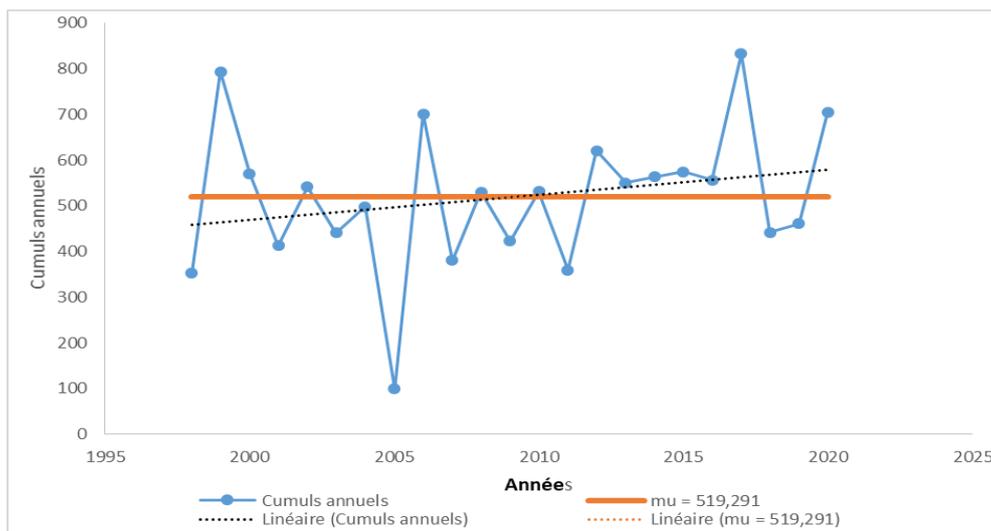
### L'intervalle de 1998-2020

Les cumuls pluviométriques de cet intervalle sont les plus contrastés de toute la série étudiée. C'est également au cours de cette période, que la zone du Fakara a enregistré ses plus faibles pluviométries annuelles (99,6mm) au cours de l'année 2005. Sur la même période, la plus grande pluviométrie qui se situe autour de 800 mm a été enregistrée en 1999 (Figure 5)

La moyenne des cumuls pluviométriques sur cette période ( $\bar{\mu}$ ) est de 478 mm. La séquence des années dont les cumuls sont inférieurs à la moyenne est assez prolongée. Même si l'analyse se focalise uniquement sur les quantités tombées, pratiquement, de 2001 à 2007 la pluviométrie a été faible (Figure 5).

Une autre séquence de baisse pluviométrique s'observe entre 2009 et 2011. Mais celle-ci est moins longue par rapport à la première. Elle a duré trois (3) ans avec des cumuls annuels inférieurs à 400 mm.

La figure 5 présente les résultats du test d'homogénéité sur les cumuls annuels de cet intervalle.



**Figure 5: Tests d'homogénéité, cumuls pluviométriques annuels 1998-2020, Station Niamey-aéroport**

### Analyse globale de la pluviométrie sur la période 1905-2020

L'analyse des données sur les quatre (4) périodes considérées montre que la pluviométrie était excédentaire à la station Niamey-aéroport entre 1905 et 1970 (Figures 2 et 3). Les grandes pluviométries enregistrées dans cet intervalle atteignent parfois, jusqu'à 980mm/an comme en 1952 (Figure 3). Sur cette période au cours de laquelle les séquences sèches sont peu prolongées, les moyennes pluviométriques ont variées entre 550 à 600mm (Figures 2 et 3). Ces résultats attestent que lors des décennies humides [1936-1967], les cumuls pluviométriques étaient nettement supérieurs à la moyenne. La transition s'est faite entre des années fortement arrosées (avant 1967) et des années à forts déficits hydriques (au début des années 1979), en l'espace de quelques années seulement.

Par contre, à partir de 1967, on observe une baisse des cumuls pluviométriques sur la zone. Les moyennes des cumuls pluviométriques sur les intervalles de 1967 à 1997 et celui de 1997 à 2013, se situent sensiblement en dessous de 500 mm. Qu'il s'agisse des cumuls annuels, ou des séries pluviométriques déficitaires, moins d'excédents pluviométriques ont été enregistrés à partir des années 1970.

On peut donc affirmer que notre analyse des données climatiques sur les variations pluviométriques dans le Fakara confirme les années de grandes sécheresses observées, et notamment celles de 1973, 1984 et 2005. Ces variations peuvent fournir l'explication de l'effet du changement climatique, sur les régimes pluviométriques de cette zone.

La figure 6 présente le test d'homogénéité sur la série 1905-2020.

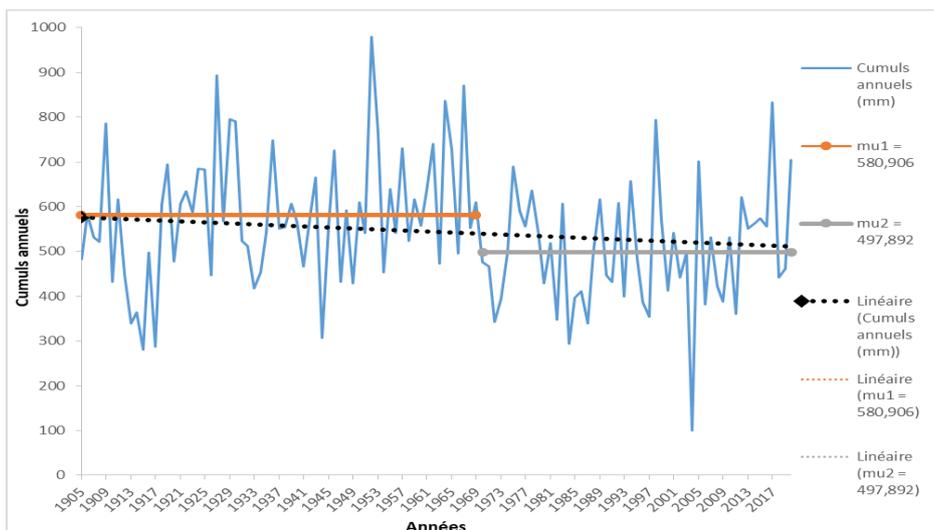


Figure 6: Test d'homogénéité (Test de Pettitt pour la détection des ruptures), cumuls pluviométriques annuels 1905-2020, station Niamey-aéroport

### 3.2 LES TEMPERATURES

Dans la zone du Fakara, les températures mensuelles maximales varient en moyenne entre 32,4 °C au mois de Février, à 42,7°C au mois d'Avril. Les températures minimales, elles varient en moyenne entre 15,2°C en Février, à 29,4°C en Avril. Les moyennes mensuelles maximales s'observent en général au mois d'Avril. Les températures sont généralement élevées, mais elles varient peu au cours de l'année. Les variations interannuelles de la température de l'air montrent que celle-ci a connu une hausse régulière sur toute la période 1950-2011.

#### Les températures minimales

L'analyse du test de tendances de Mann-Kendal au niveau de la station étudiée révèle que la température minimale est restée inférieure à 23 °C avant 1980, et supérieure à 23,6 °C après 1980 et ce jusqu'aux environs des années 2000, avant de connaître une baisse autour de 22°C entre 2000 et 2010 (Figure 7). On observe une tendance à la hausse significative des températures minimales de 21,8°C à 22,7°C. L'incidence est l'augmentation des nuits chaudes et des vagues de chaleurs surtout à partir des années 1980. Cette rupture a été validée par le test de Mann-Kendall appliqué aux moyennes annuelles des températures minimales (Figure 7).

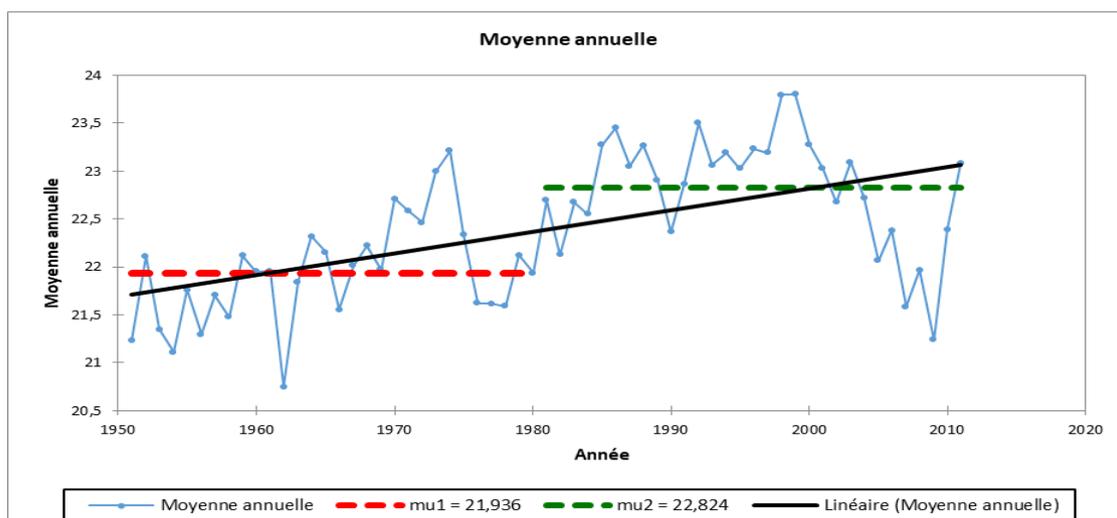


Figure 7: Test de Mann-Kendal, températures minimales annuelles 1950-2011, Station Niamey-aéroport

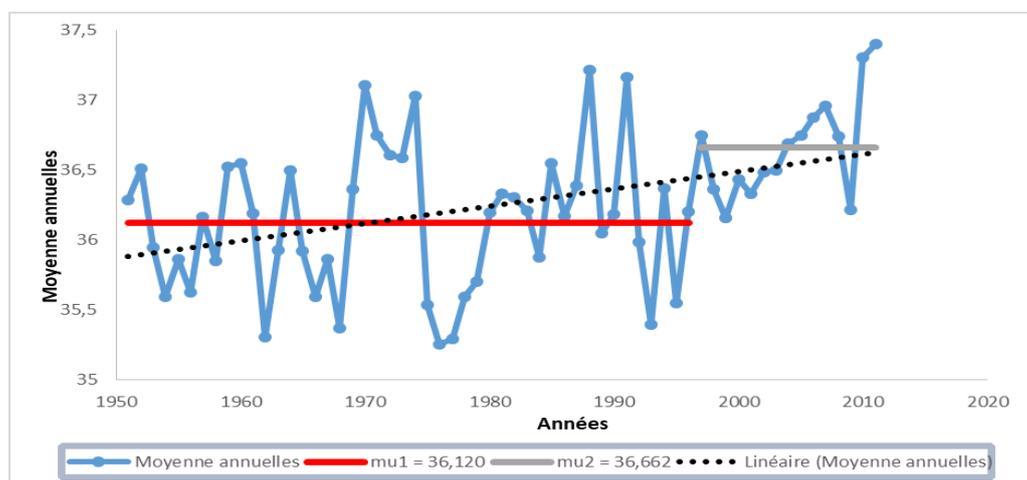
Les températures journalières minimales ont aussi subi une hausse, et les nuits froides ont également changé. De 1950 à 1982, les minima journaliers des températures minimales sont généralement inférieurs à 22°C. L'application du test de Mann-Kendal sur les températures minimales révèle une période de rupture qui se situe en 1984. A partir de cette année, les moyennes annuelles des températures minimales ont été au-dessus de

22°C (la valeur seuil avant cette date est de 21,9°C). Sur la station de Niamey-aéroport, la moyenne des températures minimales a atteint 22,8°C au cours de la période allant de 1984 à 2010. Cette augmentation des températures minimales au niveau de la station Niamey-aéroport confirme la thèse selon laquelle, le réchauffement climatique s'est surtout accentué au cours des trente dernières années dans le monde [8]. Aussi, on peut observer une interrelation entre l'augmentation des températures minimales, et le déficit pluviométrique observé dans les séries étudiées entre les années 1984 et 1985.

### Les températures maximales

L'analyse des températures maximales montrent qu'elles ont connu une augmentation à partir des années 1950, et cet accroissement s'est poursuivi jusqu'à 2011 (Figure 8). On peut remarquer trois phases.

- Une première phase de 1950 à 1970 où les températures maximales annuelles ont varié entre 35°C et 36,5°C,
- Une deuxième phase entre 1970 et 1990, dans laquelle les températures maximales ont eu beaucoup de fluctuation en restant entre supérieures à 36°C avec des pics de 37,2°C,
- Une troisième phase allant des années 2000 à 2010, dans laquelle les températures maximales se situent entre 36,5 et 37°C. Cette analyse montre que globalement, au niveau de cette zone, les températures maximales sont restées élevées depuis les années 1950, et elles ont fréquemment dépassées les 35°C (Figure 8). On observe une tendance à la hausse significative des nuits chaudes, des jours chauds, et des vagues de chaleurs, surtout à partir de 1998. En effet, à partir de cette date les températures ont connu une hausse d'environ 1°C. Cette rupture a été validée par le test de Mann-Kendall (Figure 8).



**Figure 8: Test de Mann-Kendal, températures maximales annuelles 1950-2011, Station Niamey-aéroport**

Ces vagues de chaleur sont les extrêmes qui affectent le plus le bien-être et la santé des populations. Ainsi, le stress thermique résultant d'une hausse de température peut provoquer l'épuisement, voire la dégradation des extrêmes climatiques : genèse, modélisation et impacts de l'état de santé, aboutissant à la mort. Ces périodes à forte élévation de température constituent les poches de vagues de chaleur. Elles sont corrélées aux années de déficits pluviométriques dans la majorité des cas.

## IV. DISCUSSIONS

La pluviométrie et la pluviosité de la zone du Fakara, à l'image de celle des autres régions du Niger ont connu une diminution au cours des dernières décennies. L'analyse de la série pluviométrique de 1905 à 2020 montre clairement trois (3) périodes bien distincts (Figures 2 et 3). Une première période humide entre 1905 et le début des années 1960, et caractérisée par des pluies fortes dont les cumuls sont situés au-dessus de la moyenne (551,16mm).

Pour la période après 1960, les résultats confirment la succession des périodes d'excédents et de déficits pluviométriques comme suit [4]

- Une période globalement excédentaire de 1960 à 1968;
- Une période globalement déficitaire de 1968 à 1974;
- Une période globalement excédentaire de 1974 à 1979;
- Une période globalement sèche de 1979 à 1988;
- Une période relativement déficitaire de 1988 à 2005;
- Une période déficitaire qui a commencé dans les années 2005 jusqu'à 2010,
- Enfin une période excédentaire depuis 2015 jusqu'à nos jours.

Cette dernière se manifeste par des inondations qui touchent presque l'ensemble du pays. Toutes ces périodes déficitaires qui se sont succédées incluent les années de sécheresses et/ou de crises alimentaires survenues sur l'étendue au Niger, y compris le Fakara. Ces résultats corroborent ceux de [7], qui affirment qu'en Afrique de l'Ouest, il y a eu moins de précipitations entre 1960 et 1993, qu'avant 1960.

Par ailleurs, l'application du test de Pettitt sur les cumuls pluviométriques annuels de cette station a permis de mettre en évidence, un premier point de rupture hautement significatif détecté en 1967, avec un niveau de probabilité de  $\alpha=0,01$  [9]. L'application du test aux sous-séries 1905-1936, 1936-1967, 1968-1998 et 1998-2020 permet de mettre en évidence, les baisses enregistrées sur les normales pluviométriques correspondantes. Pour certains auteurs, la transition entre la période humide et celle sèche est brutale, et de grande ampleur [9]. Cette transition brutale est caractérisée par un déficit pluviométrique, qui peut souvent atteindre une baisse de près de 40% par rapport à la normale.

Les températures minimales et maximales mensuelles les plus élevées surviennent juste avant et après la saison des pluies. Elles sont probablement dues à la présence de la chaleur latente de la vapeur d'eau apportée par les vents de mousson, ou de l'évaporation du sol, et de la végétation.

Les résultats de l'étude sur l'augmentation des températures minimales et maximales sont en accord avec ceux rapportés par [9], qui ont attribué cette augmentation à la hausse de la fréquence des lithométéores, avec un coefficient de détermination  $r^2= 0,79$  selon [10]. En effet, nos résultats montrent que les températures maximales diminuent de Décembre à Février, période à laquelle on observe le maximum de lithométéores. Ces extrêmes de températures se définissent comme des épisodes renfermant le plus grand nombre de jours consécutifs, durant lesquels la température maximale atteint ou dépasse 35°C. [11]. Cette définition intègre la persistance du phénomène dont l'effet accroît, également celui de la chaleur dans la sensation d'inconfort. Il est toutefois admis, que dans la plupart des pays, un être humain peut s'accommoder d'une gamme de températures allant de 17°C à 31°C. [12].

La tendance générale des températures est donc à la hausse, avec toutefois des nuits fraîches en décroissance, des jours chauds et des nuits chauds, et des vagues de chaleur en augmentation. L'augmentation des températures globales semble s'accompagner d'une diminution significative de la fréquence des jours très frais, et également d'une augmentation moins significative de la fréquence des jours très chauds. Ces résultats confirment ceux de [13].

## V. CONCLUSION

L'analyse des données pluviométriques de la zone du Fakara à partir des données de la station Niamey-aéroport a permis de mettre en évidence, que cette zone connaît depuis ces trois dernières décennies, une baisse de pluviosité et de pluviométrie. Cette baisse a commencé depuis les années 1970, et elle se traduit par des années de sécheresse cyclique, presque une fois tous les cinq ans.

L'analyse des séries pluviométriques de 1905 à 2020 de la station Niamey-aéroport à travers des sous-séries de 30 ans chacune montre trois (3) périodes distinctes: une période humide de 1905 à 1966, une période intermédiaire de 1968 à 1998 marquée par des séquences sèches prolongées comme entre 1970 et 1975, et entre 1983 et 1988, puis une période sèche avec une normale pluviométrique inférieure à 500 mm et qui s'étend de 1998 à 2020.

Les périodes de baisse de pluviométrie intervenues dans la deuxième sous-série coïncident avec les années de famines notamment celles de 1973 et de 1984. L'application du test de Pettitt sur la série montre une année importante de rupture de stationnarité entre les années excédentaires et déficitaires, qui est celle de 1968. Cette rupture qui est caractérisée par une baisse de la normale pluviométrique à la station estimée à 93 mm entre les deux périodes. Plusieurs travaux ont déjà montré qu'il y a eu une modification de la circulation atmosphérique à la fin des années 60 [14]. On assiste ainsi, à une forte variabilité caractérisée par des baisses souvent prolongées du cumul pluviométrique.

En ce qui concerne les températures, la tendance observée suite à l'analyse de la série de 1950 à 2010 a montré une hausse des températures minimales et maximales. Le test de Mann-Kendal détecte une période de rupture pour les températures minimales, qui se situe autour des années 1980 avec une augmentation de 0,9°C. Pour les températures maximales, cette période de rupture intervient en 1998, avec une augmentation de l'ordre de 0,5°C sur l'ensemble de la série.

## REMERCIEMENTS

Au terme de ce travail, je remercie les personnes et structures suivantes:

La Direction Générale de la Météorologie Nationale (DGMN), pour m'avoir fourni les données pluviométriques et de température,

Dr ABDYOU BAGNA Amadou, pour son appui dans les analyses des données.

## REFERENCES

- [1]. Assani, A. A. (2000). Analyse de la variabilité temporelle des précipitations (1916-1996) à Lubumbashi (Congo-Kinshasa) en relation avec certains indicateurs de la circulation atmosphérique (oscillation australe) et océanique (El Niño/La Niña). *Science et changements planétaires/Sécheresse*, 10(4), 245-252.
- [2]. Bricquet, J. P., Mahé, G., Bamba, F., & Diarra, M. (1997). Erosion et transport particulaire par le Niger: du bassin supérieur à l'exutoire du delta intérieur. *FRIEND'97: Regional Hydrology: Concepts and Models for Sustainable Water Resource Management*, (246), 335.
- [3]. Goula, B. T. A., Savane, I., Konan, B., Fadika, V., & Kouadio, G. B. (2006). Impact de la variabilité climatique sur les ressources hydriques des bassins de N'ZoetN'Zi en Côte d'Ivoire (Afrique tropicale humide). *Vertigo-la revue électronique en sciences de l'environnement*, 7(1).
- [4]. Guengant, J. P., Banoin, M., & Quesnel, A. (2003). Dynamique des populations, disponibilités en terres et adaptation des régimes fonciers: le cas du Niger. CICRED, Comité international de coopération dans les recherches nationales en démographie.
- [5]. Ardoin-Bardin, S. (2004). Variabilité hydroclimatique et impacts sur les ressources en eau de grands bassins hydrographiques en zone soudano-sahélienne (Doctoral dissertation, Université Montpellier II-Sciences et Techniques du Languedoc).
- [6]. Servat, É., Paturel, J., Lubès-Niel, H., Kouamé, B. R. O. U., Masson, J., Travaglio, M., & Marieu, B. (1999). De différents aspects de la variabilité de la pluviométrie en Afrique de l'Ouest et Centrale non sahélienne. *Revue des sciences de l'eau/Journal of Water Science*, 12(2), 363-387.
- [7]. Brou, Y. T., Akindès, F., & Bigot, S. (2005). La variabilité climatique en Côte d'Ivoire: entre perceptions sociales et réponses agricoles. *Cahiers Agricultures*, 14(6), 533-540.
- [8]. Abdalah, M. (2004). Besoins d'observation pour les événements extrêmes et pour l'adaptation au changement climatique. L'atelier régional sur le système mondial d'observation du climat pour le bassin Méditerranéen, 69-72.
- [9]. Karimou Barké, M. S. (2015). Analyse des phénomènes climatiques extrêmes dans le Sud-Est du Niger. *Publications de l'Association Internationale de Climatologie*, 28.
- [10]. ABDERRAHMANI, B., Haouari, M., Dobbi, A., Hadjel, M., & Hassini, N. (2015). Analyse et modélisation des extrêmes de température au niveau de quelques stations types du Nord Ouest Algérien.
- [11]. Nouaceur, Z., Turki, I., & Laignel, B. (2013). Changements climatiques au Sahel: des conditions plus humides et plus chaudes en Mauritanie. *Sécheresse*, 24(2), 85-95.
- [12]. Nouaceur, Z. (1999). Evolution récente des lithométéores en Mauritanie (Doctoral dissertation, Lyon 3).
- [13]. André, J. C., Déqué, M., Rogel, P., & Planton, S. (2004). La vague de chaleur de l'été 2003 et ses prévisions saisonnières. *Comptes Rendus Geoscience*, 336(6), 491-503.
- [14]. Abdelnour R., Bonardet P. & Botta A.: Atelier changement climatique: événements extrêmes et changement climatique, causes, impacts et moyens de lutte, 63 pages, 2005.

Ousmane KANSAYE, et. al. "Etude Des Variables Climatiques (Pluviométrie Et Température) Dans La Zone Du Fakara [Study of Climate Variables (Pluviometry and Temperature) In the Fakara Area]." *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science (IOSR-JAVS)*, 15(11), 2022, pp. 20-30.