

INDICATEURS DE LA VARIABILITE CLIMATIQUE DANS LA ZONE SANITAIRE KANDI, GOGOUNOU ET SEGBANA AU NORD-BENIN

Moussilima DABA ¹ ;

Patrice M. BOKO ¹ ;

Euloge OGOUWALE ¹ et **Aboubakar KISSIRA**²

1- Laboratoire Pierre PAGNEY : Climat, Eau, Ecosystème et Développement, Université d'Abomey-Calavi

dabamoussilima@yahoo.fr ;

ogkelson@yahoo.fr; boko2za@gmail.com

2-Laboratoire d'Etudes des Dynamiques Urbaines et Régionales, aboubakarkissira@gmail

Résumé

Au Bénin en général et dans la zone sanitaire Kandi, Gogounou et Ségbana en particulier, les effets de la variabilité climatique se font sentir sur tous les plans par les populations. La présente recherche a pour objectif de caractériser la variabilité climatique dans la zone sanitaire Kandi, Gogounou et Ségbana.

La démarche méthodologique utilisée prend en compte la recherche documentaire, l'interview des populations cibles, le traitement des données et l'analyse des résultats. Les indicateurs de la variabilité climatique concernent les paramètres climatiques intervenant dans les événements climatiques dans la zone sanitaire Kandi, Gogounou et Ségbana.

La variabilité pluviométrique interannuelle est caractérisée par une évolution contrastée. La comparaison des sous périodes 1980-2000 et 2001-2020 montre globalement que cette dernière période a été plus humide que la sous période 1980-2000. De plus, la moyenne des températures minimales sur la période 1980-2020 varie entre -0,52 °C à +0,29 °C. Quant aux températures maximales les écarts oscillent entre -1,95 °C en 1992 et de +2,25 °C en 2009. Les humidités relatives sont faibles avec des coefficients de détermination ($R^2 = 0,513$; $R^2 = 0,2811$ et $R^2 = 0,4473$).

Mots clés : Kandi, Gogounou, Ségbana, Variabilité, Nord-Bénin

Abstract

In Benin in general and mainly in Kandi, Gogounou and Ségbana health zones, the effects of climate variability are felt on all levels by the populations. The objective of this research is to characterize climatic variability in the Kandi, Gogounou and Ségbana health zones.

The methodological approach used takes into account documentary research, interviewing target populations, data processing and analysis of results. The climate variability indicators relate to the climatic parameters involved in climatic events in the Kandi, Gogounou and Ségbana health zones.

The interannual rainfall variability is characterized by a contrasting trend. The comparison of the 1980-2000 and 2001-2020 sub-periods shows overall that this last period was more humid than the 1980-2000 sub-period. In addition, the average minimum temperatures over the period 1980-2020 vary between -0.52 ° C to +0.29 ° C. As for the maximum temperatures, the differences oscillate between -1.95 ° C in 1992 and + 2, 25 ° C in 2009. Relative humidities are low with coefficients of determination ($R^2 = 0,513$; $R^2 = 0,2811$ et $R^2 = 0,4473$).

Keywords : *Kandi, Gogounou, Ségbana, variability, Nord-Bénin*

1. Introduction

La variabilité climatique constitue des préoccupations de la communauté scientifique internationale. Le Bénin connaît depuis plus de trois décennies des perturbations climatiques sans précédent, qui se manifestent par une modification du régime pluviométrique (mauvaise répartition des pluies ; c'est à dire démarrage tardif ou précoce, rupture au cœur de la saison, fin précoce ou tardive...), une baisse des totaux pluviométriques et une hausse des températures (Boko, 1988:73; Médéou, 2015:124; Boko, 2014:68; Seidou, 2014:27; Vissin, 2007 :148; Orou, 2019:69 ; Yabi, 2002:11 et Ogouwalé, 2006:162). Cette situation climatique affecte négativement la santé des populations. Ainsi, selon le (GIEC, 2007 :52), la multiplication des événements climatiques extrêmes est le fait du réchauffement global consécutif à l'émission massive et continue des gaz à effet de serre (GES), notamment le CO₂ dans l'atmosphère, par les activités humaines. Et, si les tendances actuelles d'émission desdits gaz se maintenaient, la température de la planète augmentera de 0,3 à 4,8 °C d'ici à l'an 2100, avec une variabilité interannuelle à décennale et ne sera pas uniforme d'une région à l'autre (GIEC, 2014 :10). Pour Ogouwalé (2006 :21), les précipitations en Afrique ont été marquées par une tendance à la diminution. Cette tendance a été qualifiée de "nouvelle phase climatique" ou encore de "rupture climatique" par (Carbonnel et Hubert, 1992 :6).

Les recherches sur la variabilité climatique au Bénin ont connu un regain d'intérêt notamment après les séries de déjections pluviométriques des années 1970 et 1980 (Boko, 1988 :154). Ainsi, pour (Totin, 2003 :53), l'évolution du climat se manifeste par une augmentation des températures. Elle est caractérisée par les vagues de chaleur, le réchauffement de la terre et toutes les formes de sécheresse. Ces diverses caractéristiques sont aussi remarquées dans le département de l'Alibori où se trouve la zone sanitaire Kandi, Gogounou et Ségbana, la tendance des hauteurs pluviométriques est à la baisse dans le département de l'Alibori de la période 1951-2015. La période allant de 1972 à 1990 est marquée par un déficit pluviométrique sans précédent sur toutes les stations du département de l'Alibori (Orou Séko, 2019 :95). L'objectif de cette recherche est de caractériser les indicateurs de la variabilité climatique dans la zone sanitaire Kandi, Gogounou et Ségbana.

2. Méthodes et matériels

Les données climatologiques (hauteur des pluies, températures et l'humidité relative) utilisées ont été collectées à la Direction Nationale de la Météorologie (Météo/Bénin) et concernent la station synoptique de Kandi. Ces données ont été collectées sur la période 1980-2020 (données annuelles et mensuelles).

Les données collectées ont été saisies et analysées à l'aide des logiciels Excel. Les résultats obtenus ont été traités par des statistiques descriptives en déterminant les moyennes et les fréquences avec le logiciel Excel.

Ainsi, la moyenne arithmétique ou espérance mathématique a été utilisée pour caractériser l'état moyen de la pluviométrie, de la température, de l'humidité relative, de la radiation solaire et du vent dans le secteur de recherche. La formule de la moyenne est obtenue par l'équation 1 :

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (1)$$

Avec n l'effectif total des variables ; x_i considérés et \bar{X} la valeur mensuelle des différentes variables. Les moyennes mensuelles des paramètres climatiques définissent la valeur centrale et permettent une simplification rapide et globale.

La fréquence relative a été utilisée pour comparer les distributions. Elle est obtenue à partir de l'équation 2 :

$$f_i = \frac{n_i}{n} \times 100 \quad (2)$$

Où : f_i est le rapport de l'effectif de la modalité et de l'effectif de la Population observée. Elle est comprise entre 0 et 100.

La variabilité interannuelle du régime pluviométrique est analysée à partir de la distribution des années excédentaires (humides) et des années déficitaires (sèches), définie par rapport à l'indice de Lamb (l'écart à la moyenne normalisée par l'écart type) qui s'exprime par l'équation 3 :

$$I(i) = \frac{P_i - P}{\sigma} \quad (3)$$

Où : P_i représente le cumul moyen annuel obtenu par poste ou station pour l'année i , P et σ représentent respectivement, la moyenne et l'écart type de la série considérée. Ainsi, une année sera considérée comme normale si son indice est compris entre -0,1 et +0,1. Elle sera dite humide si son indice est supérieur à 0,1 et sèche en deçà de -0,1. Cet intervalle reste critiquable puisqu'il est relativement faible de sorte que les années normales sont très peu nombreuses. Mais il permet de bien distinguer les années sèches et les années humides.

Les tendances thermométrique et hygrométrique ont été analysées en calculant les anomalies centrées réduites et en standardisant les données à partir de l'équation 4.

$$I = \frac{X_i - \bar{X}}{\sigma(x)} \quad (4)$$

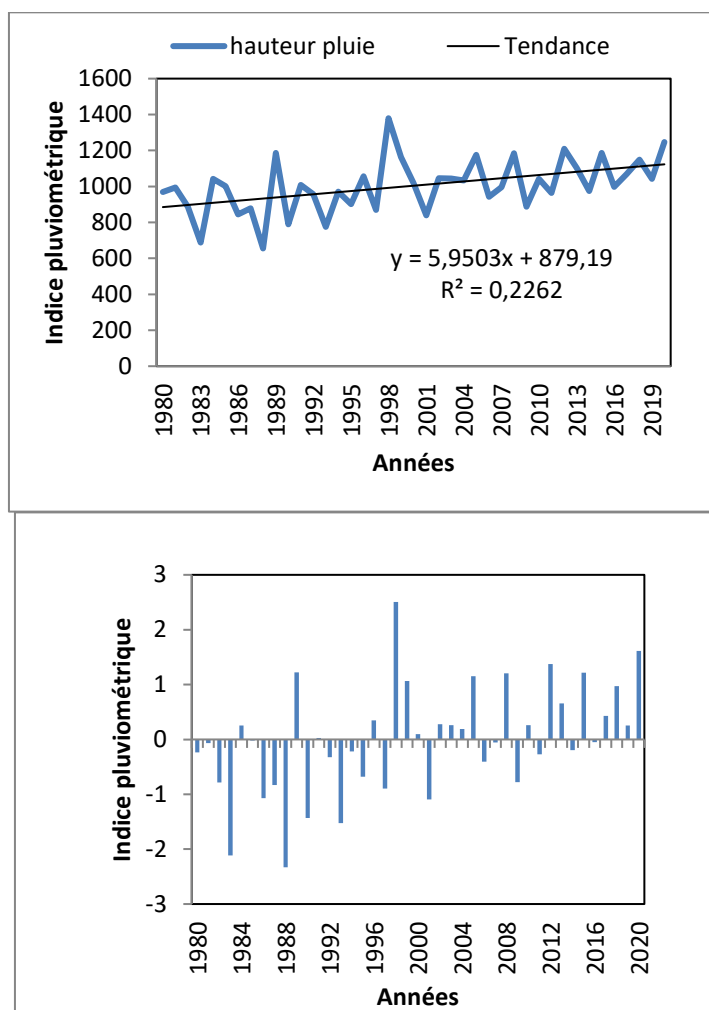
Où : I est la valeur de l'anomalie ; X_i est la valeur du paramètre climatique considérée pour une année et \bar{X} la valeur moyenne de ce paramètre climatique.

3. Résultats et discussion

3.1. Caractéristiques climatiques dans la zone sanitaire Kandi, Gogounou et Ségbana

La tendance pluviométrique est relativement à la hausse entre 1980-2020 dans la zone sanitaire Kandi, Gogounou et Ségbana, comme le présente la figure 2.

Figure 2 : Evolution des hauteurs pluviométriques annuelles et des anomalies centrées réduites dans la zone sanitaire Kandi, Gogounou et Ségbana entre 1980 et 2020



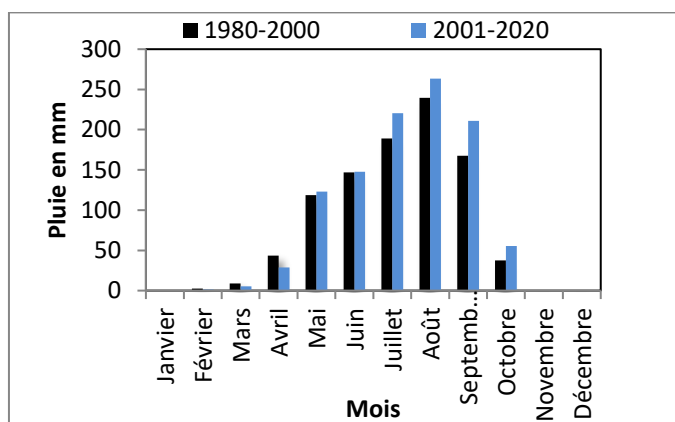
Source des données : Météo-Bénin, 2021

Il ressort de l'analyse de la figure 2 qu'après les grandes quantités de pluies (1379,6 mm) des années 1998, il est constaté, l'absence d'une tendance (à la hausse) significative qui se traduit par un faible coefficient de détermination $R^2 = 0,2262$ des précipitations dans la zone sanitaire Kandi, Gogounou et Ségbana. Ainsi, la hauteur de pluie moyenne annuelle de la zone sanitaire Kandi, Gogounou et Ségbana est de 1004,14 mm sur la période d'analyse. La tendance pluviométrique de la zone sanitaire Kandi, Gogounou et Ségbana comme dans tout le Bénin est à la baisse comme l'ont déjà montrés plusieurs auteurs (Totin, 2003 :96 ; Ogouwalé, 2004 :24 et 2006 :126; Orou, 2019:94 etc.).

Cette tendance à la hausse ou la baisse des précipitations à l'échelle annuelle certainement est due à une augmentation ou une diminution de l'intensité des pluies.

La figure 3 présente l'évolution intermensuelle des hauteurs de pluie dans la zone sanitaire Kandi, Gogounou et Ségbana sur les sous-périodes 1980-2000 et 2001-2020.

Figure 3 : Variation inter-mensuelle des hauteurs pluviométriques



Source des données : Météo-Bénin, 2021

L'analyse de la figure 3 montre la répartition pluviométrique moyenne mensuelle dans la zone sanitaire, au cours des deux sous-périodes (1980-2000 et 2001-2020), permet de distinguer deux (2) saisons, dont une saison sèche et une saison de pluies. Par ailleurs, l'analyse de la figure indique que les moyennes pluviométriques mensuelles de la sous-période 1980-2000, est moins humide avec une hauteur pluviométrique (954,08 mm) que la sous période 2001 à 2020 avec une hauteur pluviométrique de (1056,72 mm). L'écart de la pluviométrie entre ces deux sous période est de 102,64 mm. Les mois de juillet, d'août et septembre sont les plus pluvieux. Ce qui confirme les tendances à la baisse supra-observées. Ce qui est conforme aux résultats de (Médéou, 2015 :124 ; Séidou, 2014 :32 ; Zondodé 2013 :31 et Orou, 2019 :95).

3.2. Evolution des températures dans la zone sanitaire Kandi, Gogounou et Ségbana sur les périodes 1980-2020

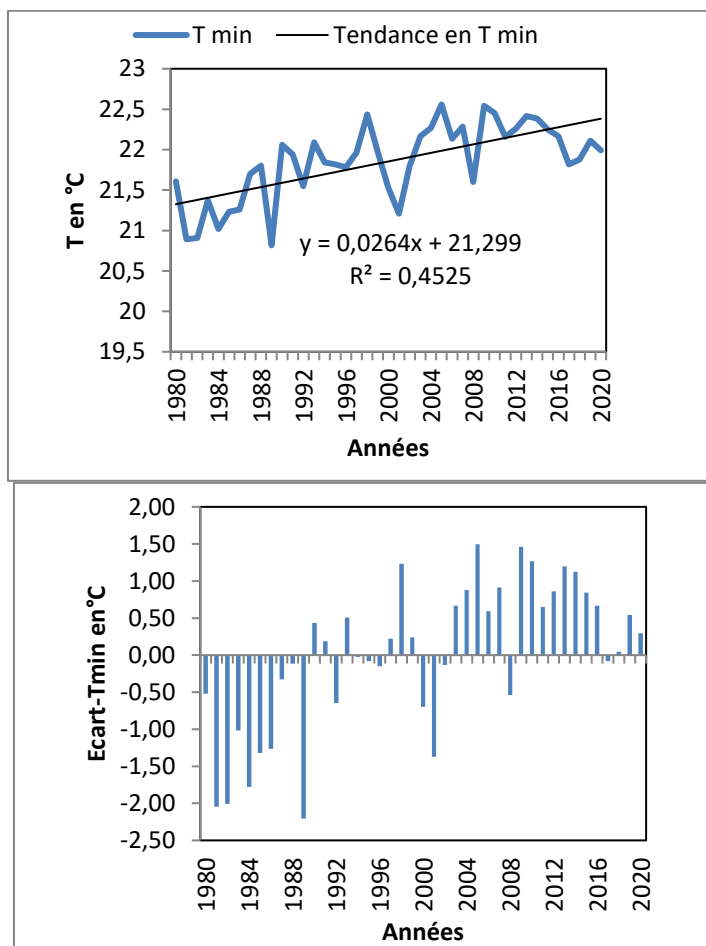
Cette partie analyse la variation interannuelle et celle intermensuelle des températures dans la zone sanitaire Kandi, Gogounou et Ségbana.

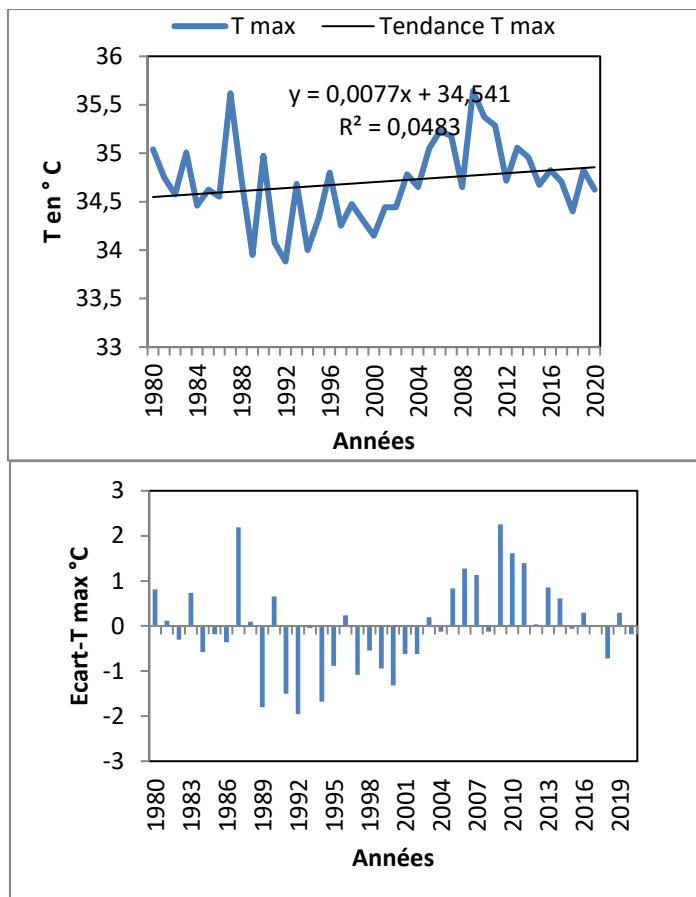
3.2.1. Variation interannuelle des températures

La figure 4 présente la variabilité interannuelle des températures minimales et maximales sur les deux sous périodes (1980-2020).

Figure 4 : Variabilité interannuelle
températures des températures minimales et maximales

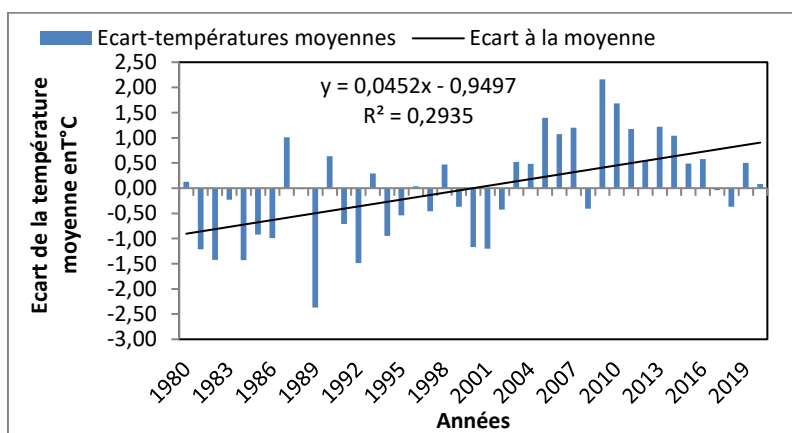
Figure 5 : Ecart des
températures des températures minimales et maximales





Source des données : Météo-Bénin, 2021

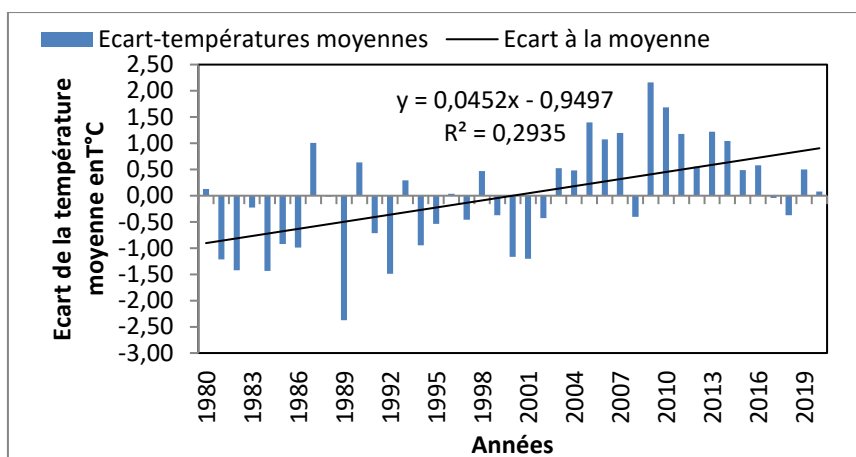
Figure 6 : Ecart des températures moyennes entre 1980 et 2020



Source des données : Météo-Bénin, 2021

L'analyse de la figure 6 montre que la température minimale moyenne entre 1980 à 2020 est 21,85°C. Les écarts des températures minimales à la moyenne varient entre -0,52 °C à +0,29 °C. Quant aux températures maximales, la moyenne annuelle est de 34,70 °C avec des écarts oscillant entre -1,95 °C en 1992 et de + 2,25 °C en 2009. Ces résultats concordent avec les résultats de (Médéou, 2015 :126). Les années qui ont enregistré les plus grandes valeurs de température maximale sont les années 1987 (35,61 °C) ; 2006 (35,23 °C) ; 2009 (35,64 °C) ; 2010 (35,37 °C) et 2011 (35,28 °C). La figure 7 présente les anomalies et tendances thermométriques de la moyenne entre 1980 à 2020.

Figure 7 : Anomalies et tendances thermométriques de la moyenne



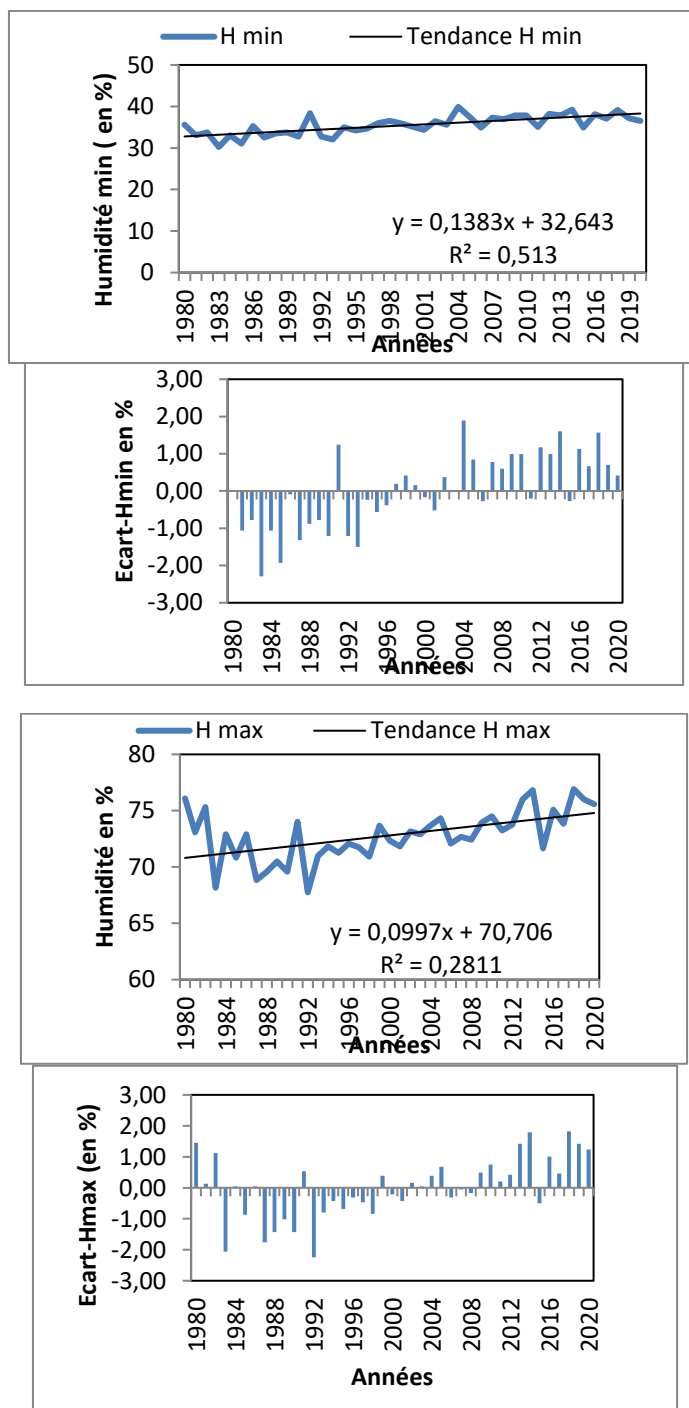
Source des données : Météo-Bénin, 2021

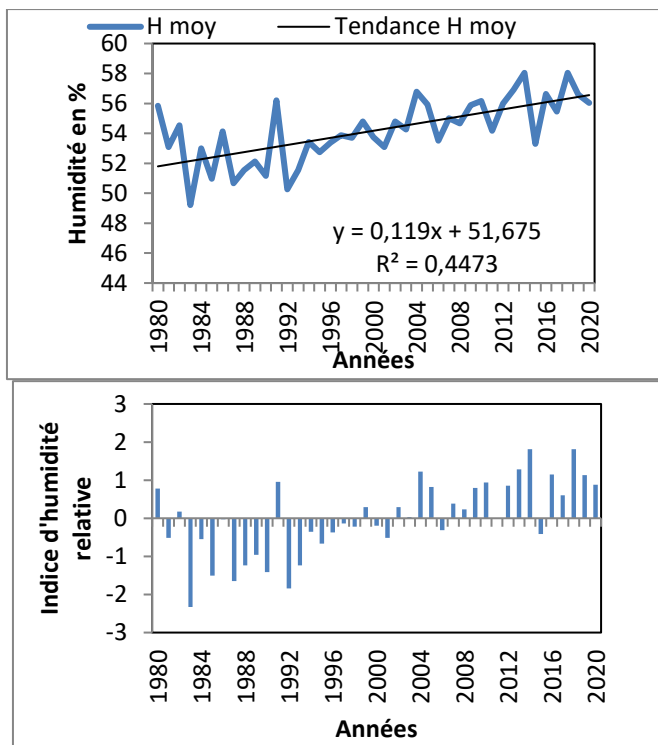
La figure 7 permet de distinguer les différentes années qui ont été marquées par de forte température moyenne 1987 (28,65 °C) ; 1990 (28,51 °C) ; 2009 (29,09 °C) ; 2010 (28,91 °C) ; 2005 (28,80 °C) entre 1980 et 2020. L'année 2009 a été la plus chaude. La magnitude des anomalies de température moyenne est comprise entre -2,37 °C en 1989 et +2,16 °C en 2009 avec quelques fluctuations et indique une tendance soutenue ($R^2 = 0,2935$) au réchauffement du climat dans la zone sanitaire Kandi, Gogounou et Ségbana.

3.3. Tendances hygrométriques

L'évolution de l'humidité relative minimale, maximale et moyenne, observée dans la zone sanitaire Kandi, Gogounou et Ségbana est décrite par la figure 8.

Figure 8 : Evolution annuelle de l'humidité relative minimale, maximale et moyenne





Source des données : Météo-Bénin, 2021

L'examen de la figure 8 montre une fluctuation de l'humidité relative minimale et maximale. Les faibles coefficients de détermination décrivent une tendance non significative à la hausse de l'humidité relative minimale et à la baisse de l'humidité relative maximale. Les coefficients de détermination sont faibles pour les humidités relatives minimales, maximales et moyennes ($R^2 = 0,513$; $R^2 = 0,2811$ et $R^2 = 0,4473$). Cette évolution des paramètres climatiques a une influence certaine sur l'état de santé des populations dans la zone sanitaire Kandi, Gogounou et Ségbana.

3.4. Discussion

La présente recherche a permis de caractériser les indicateurs de la variabilité climatique dans la zone sanitaire Kandi, Gogounou et Ségbana. En effet, la variabilité climatique se traduit par le démarrage tardif des pluies, la baisse des précipitations, la mauvaise répartition spatiale temporelle des hauteurs de pluies, et les sécheresses. Ce qui est conforme avec les résultats des travaux de Ogouwalé (2006 :56), Codjo *et al.*, (2013 :9). Les changements climatiques se manifestent surtout par des démarrages précoces ou tardifs des pluies, une baisse des hauteurs annuelles de pluies et une augmentation sensible des températures selon (Donou, 2015 :87 et Codjo, 2017 :52).

Les changements climatiques se révèlent un phénomène unique sur l'ensemble de la planète, mais les causes sont réparties sur toute la surface du globe de façon inégale selon les régions ou les pays ; ses conséquences connaîtront une répartition sans rapport avec les causes (Issa, 2012 :61 et Ogouwalé, 2006 :58). L'étude comparée des données entre les sous périodes 1951-1980 et 1981-2017 montre globalement que la tendance pluviométrique est à la baisse dans la dépression médiane de 35 % à 1 %. De plus, les températures maximales y ont connu une augmentation comprise entre 0,06 °C et 0,64 °C. Les températures minimales ont enregistré des augmentations comprises entre 0,33 °C et 1,08 °C au niveau des stations de Cotonou et de Bohicon. Ces résultats confirment celui de Codjo *et al.*, (2015 :11) dans la Commune d'Adjohoun.

Selon (Boko 1988 :66), La récession pluviométrique pluriannuelle des années 70 a récemment donné un regain d'intérêt aux études de la variabilité climatique au Bénin. Ainsi, pour (Totin 2003 :46), l'évolution du climat se manifeste par une augmentation des températures. Elle est caractérisée par les vagues de chaleur, le réchauffement de la terre et toutes les formes de sécheresse. Pour (Séidou, 2014 :30) dans ces travaux de recherche a montré que la Commune de Pobè a connu de fortes variabilités interannuelles des températures sur la période de 1981 à 2012. Pour cet auteur, cette variation se justifie par les différentes fluctuations observées sur toute la série. Ainsi, les températures moyennes les plus faibles de toute la série étudiée ont été enregistrées entre 1981 et 1984 avec en moyenne 26 °C. La température la plus élevée de toute la série a été enregistrée en 1985 et 1986 avec en moyenne 29,9 °C et 29,4 °C. Quant à la période 1988 à 2012, elle a été marquée par un réchauffement thermique considérable. Malgré ces fluctuations thermiques observées sur la période d'étude, on assiste à une tendance à la hausse des températures moyennes qui traduit un réchauffement climatique.

De plus selon, (Lanokou 2016 :49), Il est observé, au même titre que les températures maximales, une tendance plus marquée à la hausse des températures minimales. Cette hausse est plus remarquable pour certaines années, notamment les années 1973, 1977, 1979, 2010 et 2011. Ce qui confirme les résultats de (Ogouwalé, 2006 :63 ; Issa, 2012 :52 et Seydou, 2016 :53). Les résultats d'analyse pluviométrique montrent que la sous période 2001 à 2020 est plus humide que la sous période 1980 à 2000. Ces résultats sont en conformité avec celui de (Séidou, 2014:32) dans la Commune de Pobè et confirmés aussi par les travaux de (Médéou, 2015:125) lors d'une étude sur les ambiances bioclimatiques et changements climatiques dans le département des collines au Bénin : vulnérabilité socio-sanitaire et performance des agriculteurs où il conclut après une étude comparative des hauteurs pluviométriques mensuelles sur les périodes 1971-1990 et 1991-2010, indique globalement que la période 1991-2010 a été plus humide par rapport à la précédente.

Cette dynamique pluviométrique enregistrée a des conséquences sur l'état de santé des populations car la forte pluviométrie favorise la prolifération des germes pathogènes.

Conclusion

Au terme de cette recherche, il faut retenir qu'il est constaté l'absence d'une tendance significative des précipitations dans la zone sanitaire Kandi, Gogounou et Ségbana. Ainsi, la pluviométrie moyenne de la zone sanitaire Kandi, Gogounou et Ségbana a connu une légère baisse dans la sous période 1980-2000. Les écarts de la pluviométrie sont de - 2,32 en 1988 avec une hauteur pluviométrique (655,1 mm). La tendance pluviométrique de la zone sanitaire Kandi, Gogounou et Ségbana comme dans tout le Bénin est à la baisse comme l'ont déjà montré plusieurs auteurs. Ainsi les conditions climatiques sont caractérisées par une très forte irrégularité et une mauvaise répartition des précipitations dans le temps et dans l'espace.

Références bibliographiques

Amoussou Ernest (2010) : Variabilité pluviométrique et dynamique hydro sédimentaire du bassin-versant du complexe fluvio-lagunaire **Mono-Ahémé-Couffo** (Afrique de l'Ouest). Thèse de Doctorat Unique, EDP/FLASH, UAC, 315 p.

Boko Michel (1988) : Climat et communautés du Bénin : rythme climatiques et rythmes de développement. Thèse d'état ès-lettres. Université de Bourgogne, volume 1. 276 p.

Boko Nouwewa Patrice Maximilien (2014) : Bioclimats humains et tourisme dans l'espace côtier du Bénin (Afrique de l'ouest) 246 p.

Codjo Thierry (2017) : Changements climatiques et aménagements hydro-agricoles pour la réduction de la vulnérabilité du paysannat dans la basse vallée de l'Ouémé. Thèse de doctorat unique, UAC/EDP, 234 p.

Hubert Panel Pierre et Carbonnel Jean-Pierre (1992) : Pluviométrie en Afrique de l'Ouest soudano-sahélienne : Remise en cause de la stationnarité des séries. In l'aridité : Une contrainte pour le développement. Editions ORSTOM, pp 37-51.

Donou Blaise (2015) : Extrêmes hydro-climatiques dans le bassin inférieur du fleuve Ouémé : diagnostic, impact agricole et scénarios de gestion. Thèse de Doctorat Unique, EDP/FLASH, UAC, 264 p.

GIEC (2001) : Incidences de l'évolution du climat dans les régions : Rapport spécial sur l'évaluation de la vulnérabilité en Afrique. Island Press, Washington, 53 p.

GIEC (2007) : Bilan 2007 des changements climatiques : Rapport de synthèse, GIEC, Genève, 114 p.

GIEC (2014) : Changements climatiques 2014 : Résumé à l'intention des décideurs. Extraits de la contribution du Groupe de travail I au cinquième Rapport d'évaluation, 180 p.

Houndénou Constant (1999) : Variabilités climatiques et maïsicultures en milieu tropical humide. L'exemple du Bénin, diagnostique et modélisation. Thèse de doctorat de l'université de Bourgogne Dijon. 390 p.

IPCC (2001) : Indices de l'évolution du climat dans les régions : Rapport spécial sur l'Evolution de la vulnérabilité en Afrique. Island Press, Washington, 53 p.

Issa Mama Sanni (1995) : Impacts potentiels d'un changement climatique dû au doublement du CO₂ atmosphérique sur l'agriculture en République du Bénin. Université Senghor d'Alexandrie, DESS, 113 p.

Koumassi Hervé (2014) : Risques hydro-climatiques et vulnérabilités des écosystèmes dans le bassin versant de la sota à l'exutoire de Coubéri. Thèse de Doctorat Unique, EDP/FLASH, UAC, 245 p.

Lanokou Mathieu (2016) : Extrêmes climatiques et mise en valeur agricole des terres noires dans la Dépression Médiane au Sud-Bénin. Thèse de doctorat unique, UAC/EDP, 313 p.

Médéou Fidèle. (2015) : Ambiances bioclimatiques et changements climatiques dans le département des collines au Bénin : vulnérabilité socio-sanitaire et performance des agriculteurs. Thèse de doctorat unique, UAC/EDP, 229 p.

Ogouwale Euloge (2006) : Changement climatique dans le Benin méridional et central : indicateurs, scénarios et prospective de la sécurité alimentaire. Thèse de doctorat unique, UAC/EDP, 302 p.

Orou Séko Mahamadou (2019) : Implications agroenvironnementales des tendances climatique et démographique dans le département de l'Alibori au Bénin. Thèse de Doctorat Unique, EDP/FLASH, UAC, 237 p.

Séidou Mounirou (2014) : Variabilité climatique et vulnérabilité des communautés rurales au paludisme et aux infections respiratoires aiguës (ira) dans la commune de pobè, Mémoire de maîtrise de géographie, UAC, FLASH, DGAT, 80 p.

Totin Henri (2010) : Sensibilité des eaux souterraines du bassin sédimentaire côtier du Bénin à l'évolution du climat et aux modes d'exploitation : stratégies de gestion durable de la ressource. Thèse de Doctorat Unique, EDP/FLASH, UAC, 283 p.

Vissin Expédit Wilfrid (2007) : Impact de la variabilité climatique et de dynamique des états de surface sur les écoulements du bassin béninois du fleuve Niger. Thèse de Doctorat, Université de Bourgogne, Dijon, 310 p.

Yabi Ibouraïma (2002) : Particularités de la variabilité pluviométrique entre 7° et 8° de latitude nord au Bénin. Mémoire de maîtrise de Géographie, UAC/FLASH/DGAT, 95 p.

Zondodé Herman (2013) : Gestion des risques climatiques dans la commune de Toviklin. Mémoire de maîtrise de Géographie, UAC/FLASH/DGAT, 71 p.