République du Bénin
UNIVERSITE D'ABOMEY-CALAVI
Faculté des Lettres, Arts et Sciences Humaines

BenGéO

Département de Géographie et Aménagement du Territoi re

Revue semestrielle de Géographie du Bénin
ISSN 1840-5800

N°16 DECEMBRE 2014

Erosion spectaculaire de massifs granitiques dans la vallée de la Beffa au confluent du fleuve Ouémé au Bénin. Prise de vue : Gbaï, février 2012

Toute reproduction, même partielle de cette revue est rigoureusement interdite. Une copie ou reproduction par quelque procédé que ce soit, photographie, microfilm, bande magnétique, disque ou autre, constitue une contrefaçon passible des peines prévues par la loi 84-003 du 15 mars 1984 relative à la protection du droit d'auteur en République du Bénin.

Directeur de publication
Brice A. TENTE (MC)
Chef du Département de Géographie et Aménagement du Territoire

Rédacteur en Chef
Moussa GIBIGAYE (MA)
Rédacteur-Adjoint
Vincent O.A. OREKAN (MC)

Comité de Rédaction
Eustache Bokonon-Ganta (MA), Jean Cossi Houndagba (MC), François Tchibozo (MA), Christophe Okou (MA), Francois-José Quenum (MA), Léon Okioh (MA), Omer Thomas (MC), Germain Gonzallo (MC), Léocadie Odoulami (MA), Ismaila Toko (MA), Toussaint Vigninou (MA), Ibouraima Yabi (MA), Eric Tchibozo (MA), José Gnélé (MA), Expédit Vissin (MC), Thiéry Azonhê (MA), Paulin Dossou (MA), Henri Totin (MA), Ernest Amoussou (MA), Mathias Toffi (MA), Auguste Houinsou (A), Cyr Gervais Eténé (A), Norbert Agoïnon (A), Adrien Dossou-Yovo (MA), David Baloubi (A), Bernard Fagnon (A), Romaric Ogouwalé (A), Gabin Tchaou (A), Eric Sèbo (A), Sandé Zannou (A), Guy Wokou (A)

Comité Scientifique
Michel Boko (PT, Bénin), Élisabeth Dorier-Apprill (PT, France), Jérôme Aloko (PT, Côte d'Ivoire), Thiou Tchamié (PT, Togo), Brice Sinsin (PT, Bénin), Tanga-Pierre Zoungrana (PT, Burkina Faso), Robert Ziavoula (PT, Congo), Benoît N'Bessa (PT, Bénin), Henri K. Motcho (PT, Niger), Etienne Domingo (PT, Bénin), Christophe Houssou (PT, Bénin), Constant Houndénou (PT, Bénin), Noukpo Agossou (PT, Bénin), Fulgence Afouda (MC, Bénin), Odile Dossou Guèdègbé (MC, Bénin), Placide Clédjo (MC, Bénin), Euloge Ogouwalé (MC, Bénin), Léon Bani Bio Bigou (MC, Bénin), Kola Edinam (MC, Togo), Antoine Tohozin (MC, Bénin).

Correspondance
Comité de Rédaction de la Revue de Géographie BenGéO
Département de Géographie et Aménagement du Territoire,
01 BP 526 COTONOU (République du Bénin)
GSM : 00 229 96159897 // 95142480
E-mail **: dgatflash.uac@gmail.com**

SOMMAIRE

HOUNDAGBA Cossi Jean, AGOÏNON Norbert, TCHIBOZO Cohovi Houndji François : *Disparités géomorphologiques et structures géologiques de la zone de contact entre le bassin sédimentaire côtier et le socle cristallin entre le 7ème et le 8ème parallèle au Bénin (Afrique de l 'Quest)*	*04*
GNANHO Jean-Baptiste B., HOUINSOU Auguste, CLEDJO Placide, HOUSSOU Christophe: *Dégradation de l 'environnement sur le plateau d 'Allada : facteurs et stratégies de gestion*	*26*
GAOU Oscar D., GBAGUIDI Ulrich H., AZONDEKON Wilfried S., N'BESSA Benoît, EDORH Patrick: *"Spatial Analyst" pour l 'étude de la variation de la profondeur de la nappe d 'eau de l 'aquifère superficiel de la zone côtière à l 'Quest de Cotonou, Bénin*	*53*
CHABI Ayédèguè B. Philippe, VISSIN Expédit W., SAGNA Pascal, YABI Ibouraïma, AFOUDA Fulgence et HOUSOU Christophe Sègbè : *Analyse tendancielle des pluies journalières en milieu subéquatorial au Bénin*	*66*
AZALOU TINGBE Fanès, PLAGBETO Hermann Arnaud, AMOUSSOU Ernest, BOKO Michel *: Gouvernance et adaptation aux changements climatiques : enjeux et acteurs dans la Commune de Savalou (Centre-Benin)*	*83*
GADO Raïmi, SEBO Eric et AZONHE Thierry Hervé : *Etat de salubrité et morbidité diarrhéique dans le bassin géographique du fleuve Mono au sud du Bénin*	*104*
GOMEZ COAMI Ansèque, ADAM Irène, OGOUWALE Euloge, HOUSSOU S. Christophe : *Leçons tirées de l 'érection des points de regroupement des déchets solides ménagers dans une ville en émergence : cas de Cotonou*	*125*
AGBANDJEDJE Sènoudé Marc, VIGNINOU Toussaint : *Impacts des importations sur les secteurs productifs au Bénin*	*140*
TIA Lazare : *Plantes aquatiques envahissantes: obstacles au développement socio-économique de Grand-B assam*	*157*
TINGBE-AZALOU Albert, d'OLIVEIRA Bonaventure et GANDONOU Fidèle : *Décentralisation et déconcentration : pour quel ordre ? Et pour quelle finalité?*	*176*

Revue de Géographie du Bénin
Université d'Abomey-Calavi (Bénin)
N°16, décembre 2014, pp.66 - 82

ANALYSE TENDANCIELLE DES PLUIES JOURNALIERES EN MILIEU SUBEQUATORIAL AU BENIN

CHABI Ayédèguè B. Philippe[1], VISSIN Expédit W.[1], SAGNA Pascal[2], YABI Ibouraïma[1] AFOUDA Fulgence[1] et HOUSOU Christophe Sègbè[1]

1. Laboratoire Pierre Pagney ''Climat, Eau, Ecosystèmes et Développement'' (LACEEDE) Université d 'Abomey-Calavi
2. Laboratoire de Climatologie et d 'Environnement (LCE) du Département de Géographie de l 'Université Cheikh Anta DIOP de Dakar
Courriel :(philippe chabi@yahoo.fr,, exlaure@yahoo.fr,pascalsagna@hotmail. com, yafid2@yahoo.fr , fulgenceafouda@yahoo.fr, chrispasse@yahoo.fr)

Résumé

Les pays de l'Afrique subsaharienne ont été confrontés, au cours de ces dernières décennies, à la variabilité climatique. L'objectif de cet article est d'analyser la tendance des pluies journalières en milieu subéquatorial béninois. Les données utilisées se rapportent aux hauteurs de pluies journalières et au nombre de jours pluvieux de onze (11) stations, réparties sur le Sud-Bénin pour la période 192 1-2005. Les outils statistiques (moyennes arithmétique et mobile, analyse de tendance, etc.) ont été utilisés pour le traitement des données et l'analyse des résultats.

Les résultats montrent que la sous-période 1921-1969 est plus humide, la sous-période 1970-1989 est marquée par une décroissance des totaux pluviométriques annuels ; enfin la sous-période 1990 -2005 est plutôt caractérisée par la tendance à la reprise pluvieuse à l'échelle annuelle. La hauteur moyenne de pluie par jours pluvieux de la sous-période 1970-1989 est supérieure à celle de sous-période 1921-1969, hormis quelques stations du milieu d'étude à savoir : Cotonou-aéroport et Zagnanado), tandis que celle de 1990-2005 est supérieure à celle de la sous-période 1970-1989, à l'exception de quelques stations (Grand-popo, Sakété et Pobè).

La hauteur moyenne de pluie journalière varie entre 135 et 200 mm, sans une répartition géographique claire. Il n'y a pas une tendance claire quant à l'évolution temporelle du nombre des jours pluvieux mais les années très sèches sont souvent caractérisées par une décroissance du nombre de jour pluvieux mais la hauteur maximale des pluies journalières montre une tendance à la baisse.

Mots clés : Bénin, milieu subéquatorial, pluie journalière, variabilité, tendance.

Abstract

SSA countries have faced during the last decades, climate variability. The objective of this article is to analyze the trend of daily rainfall in mid Benin subequatorial. The data relate to the heights of daily rainfall and number of rainy days of eleven (11) stations spread over the South Benin for the period 1921-2005. Statistical tools (arithmetic and mobile averages, trend analysis, etc.) were used for data processing and analysis of results.

The results show that the sub-period 1921-1969 is wetter, the sub-period 1970-1989 was marked by a decline in annual rainfall totals; Finally, the sub-period 1990 -2005 is more characterized by the trend of rainy recovery on an annual basis. The days in rainy rainy average height of the sub-period 1970-1989 is higher than that of sub-period 1921-1969, except for some stations in the study environment are: Cotonou-Airport and Zagnanado), while that of 1990-2005 is higher than that of the sub-period 1970-1989, with the exception of a few stations (Grand-Popo, Sakété and Pobè).

The daily rainfall average height varies between 135 and 200 mm, without a clear geographical distribution. There is no clear trend in the temporal change in the number of rainy days but very dry years are often characterized by a decrease in the number of rainy days but the maximum height of daily rainfall shows a downward trend.

Key-word : Benin, sub-equatorial areas, daily rainfall, variability, trend.

1. Introduction

La pluie est un élément essentiel du climat. Son importance ressort notamment du fait qu'en milieu intertropical, c'est elle a

qui détermine les saisons de l'année (Boko, 1988 et Afouda, 1990). La variabilité temporelle de sa disponibilité constitue également une source de problèmes. Lorsqu'elle est trop rare, elle entraîne des situations de pénuries, de sécheresse, de désertification, d'exode de populations, etc. Quand elle est trop abondante, elle devient la cause d'inondations catastrophiques et rappelle à l'homme son impossibilité d'en maîtriser totalement les forces (Vissin, 2007).

De la même manière, la terre a toujours été affectée par des variations climatiques de grande ampleur qui ont perturbé et bouleversé fondamentalement les écosystèmes naturels anciens (Ogouwalé, 2006). Dans le même sillage, les climats tropicaux sont globalement caractérisés par une très forte irrégularité et une très mauvaise répartition des précipitations dans le temps et dans l'espace (Houndénou, 1999). Mais, la plupart des travaux de recherche réalisés sur le climat en Afrique subsaharienne en général et au Bénin en particulier confirment plus une variabilité climatique (Bokonon-Ganta, 1987, Boko, 1988 ; Afouda, 1990 ; Houssou, 1998 et Houndénou, 1999) qu'une évolution du climat.

A la suite de ces résultats, nous cherchons à déterminer si des variations significatives se sont produites depuis près d'un siècle en milieu subéquatorial au Bénin. D'où l'objectif de cet article qui est d'analyser la tendance des pluies journalières dans le Bénin méridional, car les précipitations constituent la variable climatique la plus anciennement et la plus couramment enregistrée. Pour cela, elles sont un précieux indicateur d'étude de l'évolution des climats.

Le milieu d'étude est situé entre 6° 30 et 7° 00 de latitude nord et 1° 30 et 3° 00 de longitude est. Il prend en compte les stations de Cotonou-aéroport, Grand-Popo, Bopa, Aplahoué, Porto-Novo, Sakété, Niaouli, Pobè, Zagnanado et Bohicon (figure 1).

Il appartient au domaine concerné par circulation de la mousson atlantique et ne connait véritablement pas de saison dépourvue de précipitations. Cette situation climatologique est liée aux deux passages de l'Equateur Météorologique, en avril-juillet et septembre-octobre. C'est ce balancement de cette discontinuité, associé à la remontée de la thermocline, qui crée, d'une part une réduction du volume des pluies de mousson en août, et d'autre part déterminent le

régime bimodal et les quatre saisons pluviométriques. Ce phénomène atmosphérique couplé au phénomène océanique atlantique constitue le fait climatique majeur qui donne une originalité et une particularité géographique au milieu subéquatorial au Bénin (Houndénou, 1999).

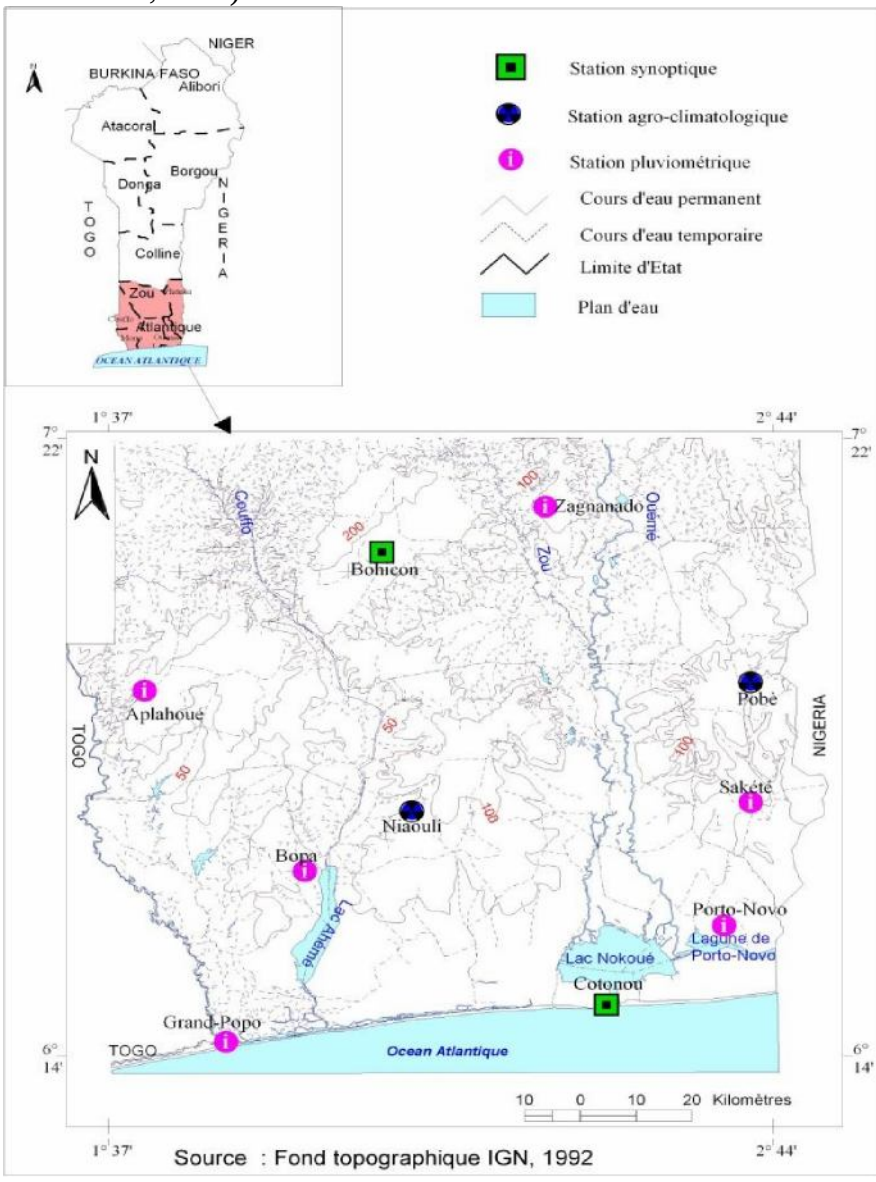


Figure 1 : Situation géographique de la région de recherche

2. Données et méthodes d'analyse

2.1. Données utilisées

Les données collectées sont pluviométriques. Il s'agit notamment des hauteurs de pluies aux échelles journalières, mensuelles et annuelles de la période 1921-2005, du nombre d'événements pluvieux et de celui desjours de pluies aux mêmes échelles.

Ces données ont été extraites du fichier de l'Agence pour la Sécurité et de la Navigation Aérienne (ASECNA), à Cotonou, et concernent dix stations ou postes pluviométriques suivants : Grand-Popo, Cotonou aéroport, Porto-Novo, Niaouli, Sakété, Pobè, Bopa, Aplahoué, Bohicon et Zagnanado (tableau I). L'examen des séries pluviométriques obtenues, à partir de la base du service météorologique, révèle un certain nombre de lacunes au niveau des données d'observations des stations. La somme du pourcentage des valeurs manquantes et de celui des valeurs estimées est inférieure à 5 % sur l'ensemble des stations utilisées. Les stations qui ont des valeurs manquantes supérieures à 5 % ne sont pas prises en compte dans le cadre de cet article.

Les séries qui présentent moins de 5 % de lacunes ont été comblées. Généralement, les erreurs détectées lors des traitements statistiques ne concernent que des périodes relativement courtes. Dès lors, plusieurs techniques ont été utilisées pour remplacer les données manquantes. Elles ont été soit remplacées par la moyenne de la série ou par la moyenne des valeurs encadrant la lacune, pour un nombre de manques inférieur à cinq et non consécutifs (Vissin, 2007).

Tableau I : Caractéristiques des stations et postes considérés

Stations	Latitude Nord	Longitude Est	Altitude (m)	Ouverture	Types
Grand-Popo	06° 17	01°49	005	1921	Pluviométrique
Cotonou aéroport	06° 21	02°26	005	1922	**Synoptique**
Porto-Novo	06° 29	02° 37	20	1921	Pluviométrique
Athiémé	06° 34	01° 40	11	1921	*Pluviométrique*
Niaouli	06° 42	02°07	105	1941	*Agro-climatologique*
Sakété	06° 43	02° 40	068	1921	Pluviométrique
Pobè	06° 56	02°40	129	1921	*Agro-climatologique*
Bopa	06°31	01°58	50	1921	Pluviométrique
Aplahoué	06°55	01°41	153	1921	Pluviométrique
Bohicon	07° 10	02°04	166	1940	**Synoptique**
Zagnanado	07° 15	02° 20	102	1921	Pluviométrique

Les stations pluviométriques retenues obéissent à des critères de longueurs des séries et de qualité des données, comme prévu par l'Organisation Météorologie Mondiale (OMM). Les séries qui présentent moins de 5% de lacunes ont été comblées. Généralement, les erreurs détectées lors des traitements statistiques ne concernent que des périodes relativement courtes. Dès lors, plusieurs techniques ont été utilisées pour combler les données manquantes. Elles ont été tantôt remplacées par la moyenne de la série ou par la moyenne des valeurs encadrant la lacune, pour un nombre de manques inférieur à cinq et non consécutif.

2.2. Méthodes de traitement des données

Les statistiques descriptives utilisées sont :

- ✓ **la moyenne arithmétique** $\bar{x}$ de formule $\bar{x} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} xi$

n est l'effectif total des valeurs xi considérées, ainsi x peut désigner la hauteur annuelle mensuelle ou journalière des pluies. La moyenne arithmétique a été utilisée pour étudier les régimes pluviométriques sur la période1921-2005;

- ✓ **le coefficient de corrélation linéaire (r) de Bravis-Pearson** a permis d'apprécier l'intensité des relations qui lient les variables étudiées (hauteur de pluie et nombre de jours de pluie). Sa formule mathématique est :

$$r = \frac{\frac{1}{ni}\sum_{i=1}^{n}(xi - \bar{x})(yi - \bar{y})}{\sigma x \,.\, \sigma y}$$

x et y désignent respectivement la variable considérée pour la station 1 et 2 au cours de l'année i, σx et σy sont dans l'ordre, les écarts-types des séries desdites variables ont permis de faire des analyses comparatives.

✓ **Mise en évidences des tendances et des ruptures**

-L'étude des tendances pluviométriques générales a été faite à partir de la régression qui montre l'évolution linéaire sur le long terme.

-Une « rupture » de stationnarité a été recherchée. Elle peut être définie par un changement dans la loi de probabilité d'une série chronologique à un instant donné (LUBES et *al.*, 1994). L'approche de Pettitt (1979) est non paramétrique et dérive du test de Mann-Whitney. L'absence de rupture dans la série (Xi) de taille N constitue l'hypothèse nulle. La mise en œuvre du test suppose que pour tout instant t compris entre 1 et N, les séries chronologiques (Xi) i=1 à t et t-1 à N appartiennent à la même population. Ce test repose sur le calcul de la variable $U_{1,N=\sum_{i=1}^{1}\sum_{j=i+1}^{N}D_{ij}}$ où $D_{ij}=\mathrm{sgn}\left(x_{i-x_j}\right)$ avec $\mathrm{sgn}(Z)$= 1 si Z > 0 ; Z= 0 et -1 si Z < 0.

SoitK_N la variable définie par le maximum en valeur de $U_{i,N}$ pour t varie de 1 à N-1. Si K désigne la valeur de K_N prise sur une série étudiée, sous l'hypothèse nulle, la probabilité de dépassement de la valeur K est donnée approximativement par :

Prob (K_N> K) = 2 exp (- 6 K^2 / (N^3 + N^2)).

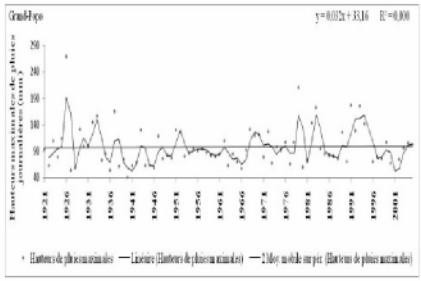
Pour un risqué ∝ de première espèce donnée, si Prob (K_N> K) est inférieure à ∝, l'hypothèse nulle est rejetée. Ce test est réputé pour sa robustesse (LUBES et *al.*, 1994).

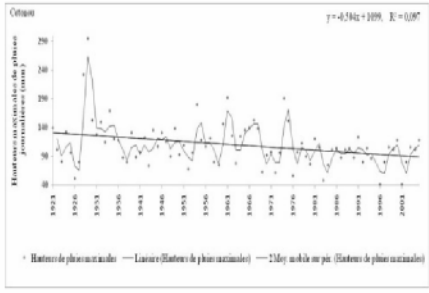
3. Résultats et discussions

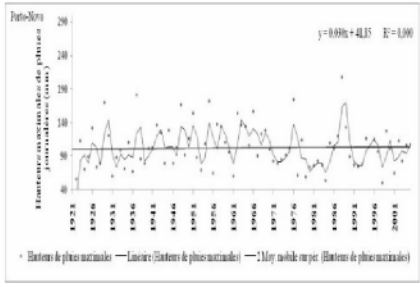
Ils concernent l'évolution des pluies journalières maximales et le nombre d'événements pluvieux afin de mieux appréhender la tendance des pluies journalières en milieu subéquatorial au Bénin.

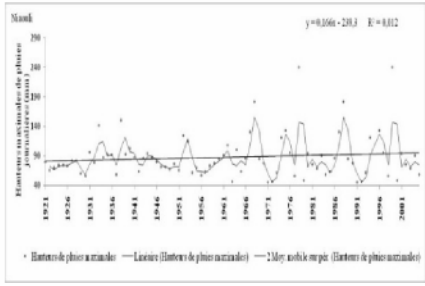
3.1. Evolution des pluies journalières maximales

L'évolution des pluies journalières maximales par station montre une tendance à la baisse (figure 2). Ceci confirme les résultats obtenus par Boko (1988). Mais globalement, il est à remarquer que les plus fortes valeurs sont enregistrées au cours des décennies 1920, 1950, 1990 et 2000. En revanche, les décennies 1970 et 1980 sont caractérisées par des valeurs plus faibles. La tendance des pluies journalières maximales confirme celle des hauteurs de pluies annuelles. La hauteur maximale des pluies journalières par sous-période a été analysée.









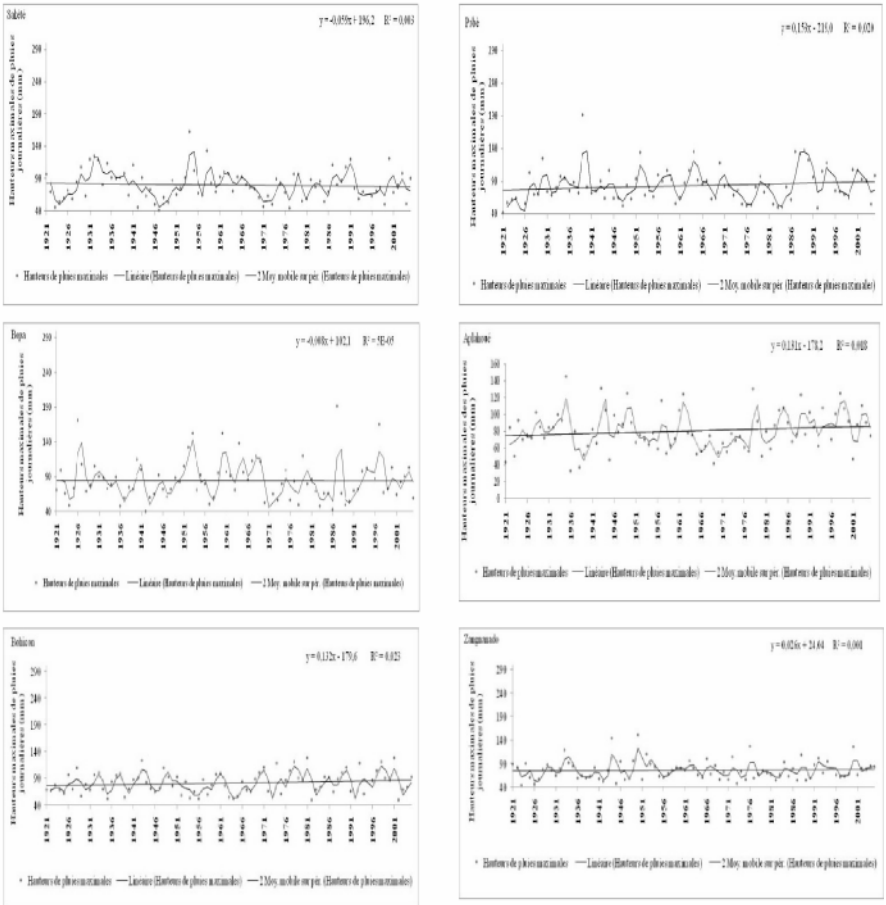


Figure 2 : Variation interannuelle des hauteurs de pluies journalières maximales

3.2. Analyse de la hauteur maximale des pluies journalières par sous période

Le tableau II présente la hauteur maximale des pluies journalières des différentes sous-périodes. Il montre trois groupes de stations sans aucun ordre géographique clair. Le premier concerne six (6) stations de Grand-Popo, Cotonou, Pobè, Sakété, Aplahoué et Zangando) où les plus fortes valeurs sont enregistrées entre 1921 et 1969. Quant au second groupe (Porto-Novo et Bopa), c'est la période 1970-1989 qui enregistre les valeurs les plus élevées. Le troisième groupe concerne

Niaouli et Bohicon où les valeurs les plus élevées sont obtenues entre 1990 et 2005.

Tableau II : Hauteur maximale de pluies journalières des sous-périodes par station

Stations	Sous-périodes		
	1921-1969	**1970-1989**	**1990-2005**
Grand-Popo	**270**	210,5	177,3
Cotonou-Aéroport	**295**	193,8	145,8
Porto-Novo	181,4	**208**	128,3
Niaouli	150,5	182,2	**240,6**
Sakété	**162,5**	111,6	120,8
Pobè	**192**	138	122,6
Bopa	171	**192**	165,2
Aplahoué	**144,8**	129,8	125
Bohicon	123,1	100,3	**128,5**
Zagnanado	**150,4**	126,7	125

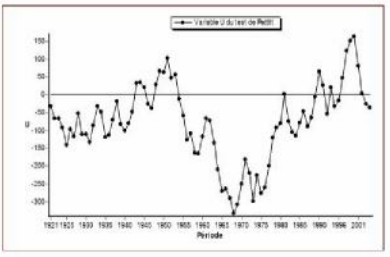
Au total, il faut retenir que dans la majorité des stations (6 sur 10), la hauteur maximale de pluie journalière de la sous-période 192 1-1969 est supérieure aux deux autres sous-périodes (1970-1989 et 1990-2005). Celle-ci se manifeste, en particulier, par une modification du régime des précipitations (début tardif ou précoce, rupture au cœur de la saison, fin précoce) et par une diminution des hauteurs annuelles (Bokonon-Ganta, 1987 ; Boko, 1988 ; Afouda, 1990 ; Houndénou, 1999 et Yabi, 2002.).

3.3. Détermination d'une rupture éventuelle des pluies journalières maximales

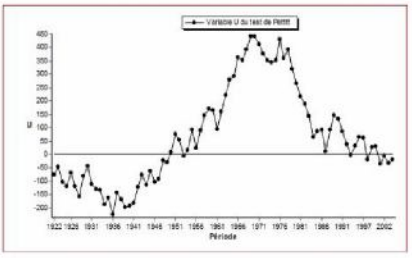
L'application du test de Pettitt utilisée aux seuils de 99, 95 et 90 % a permis d'identifier des ruptures dans les séries pluviométriques (figure 3 et tableau III).

Variable U du test de Pettitt
Période

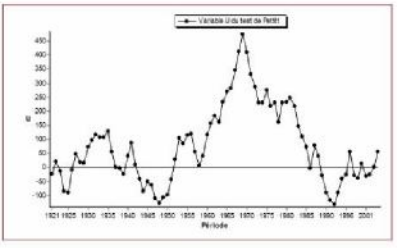
a


Variable U du test de Pettitt
Période

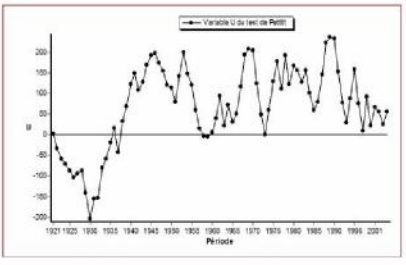
b


Variable U du test de Pettitt
Période

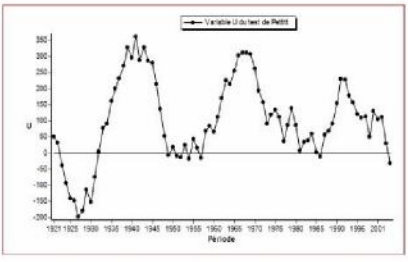
c


Variable U du test de Pettitt
Période

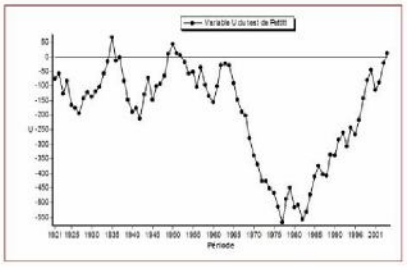
d


Variable U du test de Pettitt
Période

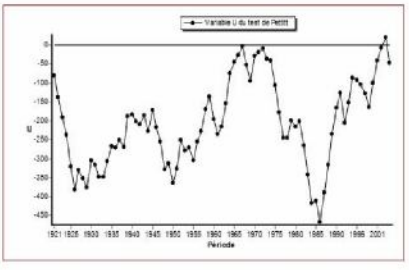
e


Variable U du test de Pettitt
Période

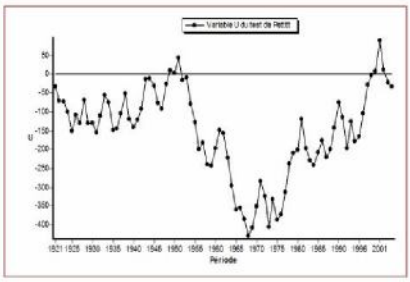
f


Variable U du test de Pettitt
Période

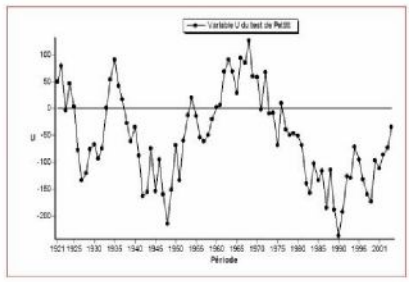
g


Variable U du test de Pettitt
Période

h



i



j

Figure 3 : Tendances linéaires des hauteurs de pluie annuelles
Légende : *a= Grand-Popo ; b= Cotonou ; C= Porto-Novo ; d= Bopa ; e= Niaouli ; f= Sakété ; g= Aplahoué ; h= Pobè ; i= Bohicon ; j= Zangnanado*

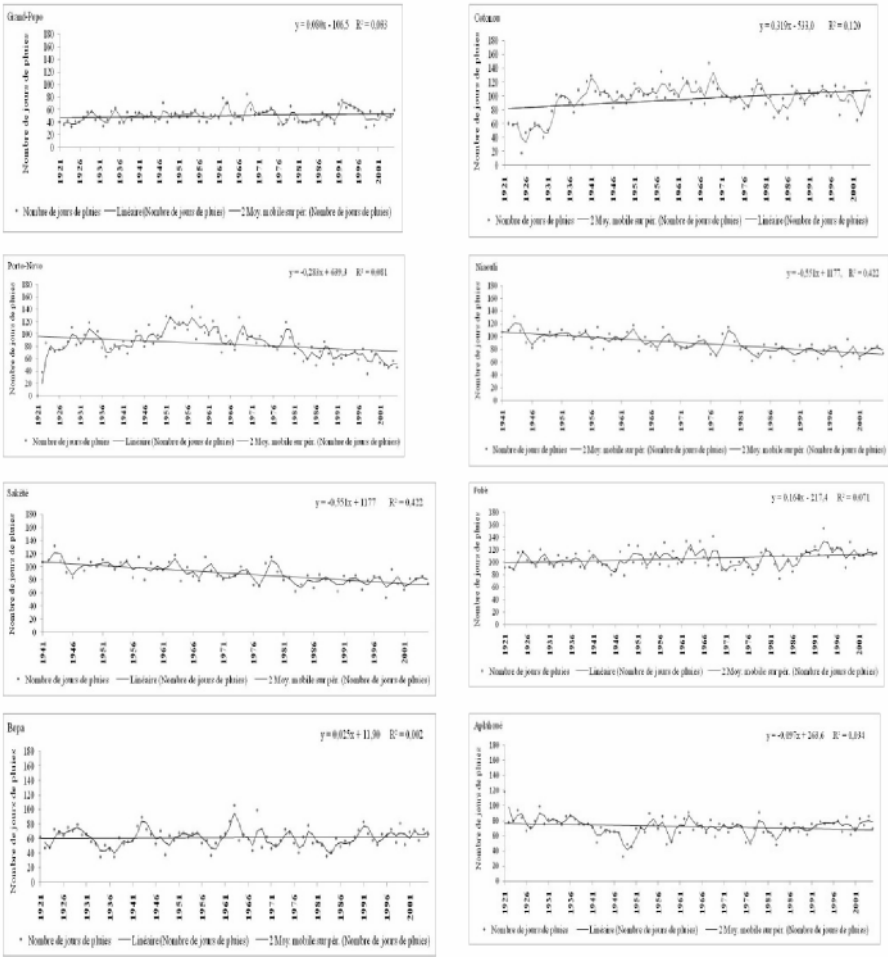
Tableau III : Résultats du test de rupture de Pettitt

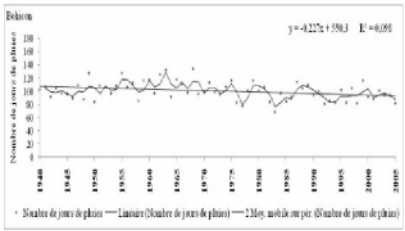
Nom de la station	Taille de la série (ans)	Année de rupture
Grand-Popo	84	1966
Cotonou	84	1968
Porto-Novo	84	1936, 1981
Bopa	84	1970, 1992
Niaouli	84	1930
Sakété	84	1927
Aplahoué	84	1977
Pobè	84	1926, 1986
Bohicon	84	1967
Zangnanado	84	1948, 1990

Ces ruptures ont été identifiées en 1966 (Grand-Popo), Cotonou (1968), Porto-Novo (1936 et 1981), Bopa (1970 et 1992), Niaouli (1930), Sakété (1927 et 1948), Aplahoué (1977), Pobè (1926 et 1986), Bohicon (1967) et en 1990 (Zangnanado). L'identification de ces années de ruptures permet de distinguer deux périodes de fluctuations pluviométriques dans la région de recherche. Une période globalement humide avant 1970 dans 70% des stations de la région de recherche, une période sèche après ces dates et une reprise de période humide à partir de 1990. L'examen de l'évolution du nombre de jour de pluie permet de mieux comprendre la variabilité temporelle des pluies journalières et de confirmer la tendance des pluies journalières.

3.4. Evolution du nombre annuel de jours de pluie

Il se dégage une tendance à la baisse du nombre de jours de pluies dans le temps (figure 4). Mais, les plus faibles valeurs sont observées au cours des décennies 1970 et 1980. Il convient de signaler que ces valeurs n'ont pas connu une augmentation significative au cours de la période 1990 -2005, contrairement aux hauteurs de pluies annuelles dont les valeurs ont légèrement repris après les années sèches (1970 et 1980). Un tel constat suggère que la hauteur de pluie annuelle ne dépend pas uniquement du nombre de jours pluvieux.





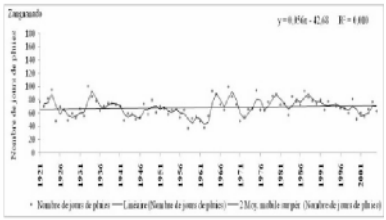


Figure 4: Variation interannuelle du nombre de jours de pluie

3.5. Analyse du nombre moyen de jours pluvieux par sous-période

Le nombre moyen de jours pluvieux des sous-périodes 1921-1969, 1970-1989 et 1990-2005 est illustré dans le tableau IV.

Tableau IV : Nombre moyen de jours pluvieux des sous-périodes par station

Stations	Sous-périodes		
	1921-1969	1970-1989	1990-2005
Grand-Popo	50	48	**55**
Cotonou aéroport	93	96	**98**
Porto-Novo	**92**	81	59
Niaouli	**100**	84	77
Sakété	80	67	**72**
Pobè	105	100	**117**
Bopa	62	55	**66**
Aplahoué	73	69	**74**
Bohicon	**106**	98	93
Zagnanado	66	**74**	67

L'examen du tableau IV permet de distinguer deux groupes de stations. Le premier concerne les stations de Sakété, Pobè, Bopa, Aplahoué et Bohicon où le nombre moyen de jours pluvieux des sous-périodes 192 1-1969 et 1990-2005 sont plus élevées que celle de la sous-période 1970-1989. Quant au second groupe de stations (Zagnanado,Porto-Novo et Niaouli), le nombre moyen de jours pluvieux est plutôt plus faible au cours de la sous-période (1990-

2005). Quant à Cotonou, elle se singularise par une faible valeur de nombre de jours pluvieux au cours de la sous-période 192 1-1969. Au total, la répartition du nombre de jours pluvieux par sous-période ne permet pas de tirer une conclusion uniforme.

3.6. Analyse de la hauteur moyenne de pluie par jour pluvieux

La hauteur moyenne de pluie par jours pluvieux de la sous-période 1970-1989 est supérieure à celle de sous-période 1921-1969 (tableau V), hormis quelques stations du milieu d'étude à savoir : Cotonou-aéroport et Zagnanado), tandis que celle de 1990-2005 est supérieure à celle de la sous-période 1970-1989, hormis quelques stations (Grand-Popo, Sakété et Pobè).

En définitive, l'étude comparative de la hauteur moyenne de pluie par jour pluvieux des différentes sous-périodes confirme que les sous-périodes 1921-1969 et 1990-2005 ont été pluvieuses et la sous-période 1970-1989 a été sèche.

Tableau V : Hauteur moyenne de pluie par jour pluvieux des sous-périodes par station

Stations	Sous-périodes		
	1921-1969	**1970-1989**	**1990-2005**
Grand-Popo	18,65	**19,04**	16,06
Cotonou-Aéroport	**14,04**	12,3 1	13,23
Porto-Novo	14,94	15,16	**18,69**
Niaouli	11,93	12,93	**14,6**
Sakété	15,28	**16,35**	15,65
Pobè	11,23	**11,4**	9,64
Bopa	14,46	**15,15**	14,15
Aplahoué	15,17	**15,51**	14,49
Bohicon	10,65	10,84	**12,13**
Zagnanado	**16,25**	12,89	14,89

4. Conclusion

Au terme de cette recherche consacrée à l'analyse tendancielle des pluies journalières dans le Bénin méridional, les principales constatations suivantes ont été faites :

Il n'y a pas une tendance claire du nombre d'événements pluvieux dans le temps. Mais, les plus faibles valeurs sont observées au cours des décennies 1970 et 1980. Les nombres de jours pluvieux n'ont pas connu une augmentation notable au cours de la période 1990 -2005 contrairement aux hauteurs de pluies annuelles dont les valeurs ont légèrement repris après les années sèches (1970 et 1 980).Les valeurs maximales des pluies journalières évoluent suivant un gradient sud-nord. Ainsi, les stations de Cotonou, Porto-Novo, Niaouli, Pobè et Zagnanado enregistrent respectivement 295, 208, 240,6, 192 et 150,4 mm.

Il n'y a une tendance claire des pluies journalières maximales. Mais globalement, il est à remarquer que les plus fortes valeurs sont enregistrées au cours des décennies 1920, 1950, 1990 et 2000. En revanche, les décennies 1970 et 1980 sont caractérisées par des valeurs plus faibles. La tendance des pluies journalières maximales est semblable à celle des hauteurs de pluies annuelles.

En définitive, l'étude comparative de la hauteur moyenne de pluie par jour pluvieux des différentes sous-périodes confirme que les sous-périodes 1921-1969 et 1990-2005 ont été pluvieuses et la sous-période 1970-1989 a été sèche.

Références bibliographiques

AFOUDA F. (1990) : L'eau et les cultures dans le Bénin central et septentrional : Etude de la variabilité des bilans de l'eau dans leurs relations avec le milieu rural de la savane africaine. Thèse de doctorat nouveau régime, Paris IV Sorbone, 428 p.

BOKO M. (1988) : Climat et communautés rurales au Bénin, rythmes climatiques et rythmes de développement. Thèse de doctorat d'Etat. Dijon, Université de Bourgogne. 605 p.

BOKONON- GANTA E.B. (1987) : Les climats de la région du golfe du Bénin (Afrique Occidentale). Thèse de doctorat du 3è cycle, Paris IV, Sorbone, 248 p + annexes.

HOUSSOU S.C. (1998) : Les bioclimats humains de l'Atacora (Nord-Ouest du Bénin) et leurs implications socio-économiques. Thèse de Doctorat de l'université de Bourgogne. Dijon, 328 p.

HOUNDENOU C. (1999) : Variabilité climatique et maïsiculture en milieu tropical humide : l'exemple du Bénin, diagnostic et modélisation. Thèse de doctorat. UMR 5080 CNRS. << Climatologie de l'espace tropical >>, Université de Bourgogne, centre de Recherche de Climatologie, Dijon, 341 p.

HOUNDENOU C. (1992) : Variabilité pluviométrique et conséquences socio-écologiques dans les plateaux du bas-Bénin (Afrique de l'Ouest). Mémoire de DEA << climats et contraintes climatiques >>, Dijon, 2 tomes, tome1, texte (90 p), tome 2, figures et tableaux.

NORRANT C et DOUGUEDROIT A. (2004) : Tendances des précipitations mensuelles et quotidiennes dans le Sud-Ouest méditerranéen français (1951-51/ 1999-2000), Annales de l'Association Internationale de Climatologie, pp 45-64

OGOUWALE E. (2006) : Changements climatiques dans le Bénin méridional et central : Indicateurs, scénarios et prospective de la sécurité alimentaire. Thèse de Doctorat nouveau régime, EDP/FLASH, 302 p.

VISSIN E. W. (2007) : Impact de la variabilité climatique et de la dynamique des états de surface sur les écoulements du bassin béninois du fleuve Niger. Thèse de doctorat, Université de Bourgogne, 267 p. + annexe.

YABI I. (2002) : Particularités de la variabilité pluviométrique entre 7° et 8° N au Bénin. FLAH-UAC, Abomey-Calavi, 96 p.