

Caractérisation Des Catastrophes Hydro-Climatiques Dans Les Communes De Adjohoun, De Dangbo Et Des Aguégus (Bénin, Afrique De L'Ouest)

[Characterization Of Hydro-Climatic Disasters In The Communes Of Adjohoun, Dangbo And Aguégus (Benin, West Africa)]

MAMA Idrissou, SINTONDI Luc O.

Institut National de l'Eau

Laboratoire d'Hydraulique et de Maîtrise de l'Eau (LHME)

03 BP 1122, Cotonou, Bénin

Auteur correspondant : MAMA Idrissou. E-mail : idrmama@gmail.com



Résumé - Les catastrophes hydro-climatiques constituent une nouvelle menace qui, de nos jours, conduit à l'augmentation de la fréquence et de l'intensité des inondations, des sécheresses, toutes choses qui ajoutent un fardeau supplémentaire à une situation déjà très préoccupante en milieu rural. La présente recherche étudie les catastrophes hydro-climatiques dans les Communes de Adjohoun, de Dangbo et des Aguégus. La démarche méthodologique adoptée s'articule autour de la collecte des données, du traitement des données et de l'analyse des résultats. Le traitement des données a été réalisé à l'aide des logiciels InStat+, Khronostat, SPSS et ArcView. L'analyse des indices pluviométriques révèle une évolution pluviométrique en deux phases. Les indices sont compris entre -1,91 en 1977 et 2,69 en 1968. Les écarts d'indices sont assez importants. Les températures minimales et maximales annuelles durant la période de 1951 à 2020 ont connu une évolution irrégulière et une tendance générale à la hausse. L'écoulement connaît une baisse remarquable de 39,26 %. Cette situation a engendré des inondations, des poches de sécheresse, des chaleurs excessives et des vents violents. En effet, les inondations fluviales fréquentes sont causées par les crues dont les débits de pointe se situent entre 468 et 668 m³/s avec les périodes de retour se situant entre 2 et 5 ans. Ainsi, 58 % des Arrondissements sont fortement vulnérables aux risques d'inondation, 29 % sont moyennement vulnérables aux risques d'inondation et 13 % sont faiblement vulnérables aux risques d'inondation. Par contre, plusieurs poches de sécheresse sont nettement visibles avec des pics pour les périodes 1970-1973, 1982-1985 et 1991-1992. De plus, 40 % des maraîchers enquêtés remarquent une forte probabilité de survenance des poches de sécheresse, 49 % des maraîchers interviewés affirment une forte probabilité de survenance des vents violents, 47 % des maraîchers enquêtés remarquent l'apparition des chaleurs excessives une fois par an.

Mots clés : Communes de Adjohoun, Dangbo, Aguégus, catastrophes, hydro-climatiques, caractérisation

Abstract- Hydro-climatic disasters constitute a new threat that, nowadays, leads to an increase in the frequency and intensity of floods, droughts, all of which add an additional burden to an already very worrying situation in rural areas. This research studies hydro-climatic disasters in the communes of Adjohoun, Dangbo and Aguégus. The methodological approach adopted revolves around data collection, data processing and analysis of the results. Data processing was carried out using InStat+, Khronostat, SPSS and ArcView software. Analysis of rainfall indices reveals a two-phase rainfall evolution. The indices range from -1.91 in 1977 to 2.69 in 1968. The index differences are quite significant. The annual minimum and maximum temperatures during the period from 1951 to 2020 have experienced an irregular evolution and a general upward trend. The flow rate has experienced a remarkable decrease of 39.26%. This situation has

led to floods, pockets of drought, excessive heat and strong winds. Indeed, frequent river floods are caused by floods with peak flows between 468 and 668 m³/s with return periods between 2 and 5 years. Thus, 58% of the Arrondissements are highly vulnerable to flood risks, 29% are moderately vulnerable to flood risks and 13% are slightly vulnerable to flood risks. On the other hand, several pockets of drought are clearly visible with peaks for the periods 1970-1973, 1982-1985 and 1991-1992. In addition, 40% of the market gardeners surveyed noted a high probability of occurrence of pockets of drought, 49% of the market gardeners interviewed stated a high probability of occurrence of strong winds, 47% of the market gardeners surveyed noted the appearance of excessive heat once a year.

Keywords: Municipalities of Adjohoun, Dangbo, Aguégoués, disasters, hydro-climatic, characterization

I. INTRODUCTION

Depuis plusieurs années, les pays du monde entier sont préoccupés par la question des changements climatiques et leurs impacts. En termes d'impacts, les pays qui les subiront le plus, sont les plus pauvres. En effet, ces pays sont déjà dans un état de fragilité que les changements climatiques contribueront à aggraver [3]. La température moyenne à la surface du globe a augmenté d'environ 0,6°C pendant le XXe siècle, soit la plus forte hausse du millénaire écoulé. Les températures ont augmenté presque partout dans le monde, quoique de manière plus sensible aux latitudes élevées de l'hémisphère Nord [2]. Les pays africains subissent les effets des changements climatiques : inondations, pluies violentes, vents violents, sécheresse, chaleur excessive, avec comme impacts observés, les pertes de biodiversité sous forme de disparition d'espèces animales et végétales, la perturbation des activités socioéconomiques, sous forme de fermeture temporaire de centres de santé, d'écoles ou d'entreprises suites aux inondations, ou sous forme de perturbation des calendriers agricoles en raison de démarrage de plus en plus tardif ou précoce des saisons pluvieuses [8]. L'Afrique est plus vulnérable à la variabilité et aux changements climatiques notamment à cause de certaines de ses caractéristiques physiques et socio-économiques qui la prédisposent à être affectée, de façon disproportionnée, par les effets négatifs des variations du climat [1]. En Afrique, les inondations fréquentes et les maladies hydriques et à transmission vectorielle aggravent les crises sanitaires. Bien que le continent contribue le moins au réchauffement climatique, il en subit toutes les conséquences [4]. Des événements extrêmes, comme les inondations et les sécheresses, surviennent désormais plus souvent et avec une gravité croissante. Certaines régions d'Afrique sont plus exposées à ces phénomènes que d'autres. Il est probable que la fréquence accrue des catastrophes recensées est le résultat de la combinaison de l'altération du climat et de changements socioéconomiques et démographiques [9]. De par sa position géographique, les pays sahéliens subissent les effets directs des catastrophes hydro-climatiques. En effet, la répartition et les quantités des pluies, les dates de début et de fin, la fréquence des épisodes secs et humides intervenant au cours de la saison, de par leur variabilité et leur configuration défavorables, ont un impact particulièrement important sur le niveau des risques de catastrophes [7]. La vallée de l'Ouémé possède d'énormes potentialités. Ces potentialités non seulement hydro-agricoles, militent favorablement pour l'aménagement de la basse vallée de l'Ouémé. Cependant, l'excès de l'eau induit par les inondations cycliques est un problème tout aussi important à gérer que le manque d'eau. Le secteur de recherche est localisé dans le Bénin méridional, entre 6°24'30'' et 6°49'45'' de latitude nord et entre 2°24'15'' et 2°36'40'' de longitude est. Il couvre une superficie de 21 120 km², soit 42,80 % du bassin total du fleuve, et est à cheval sur les Départements du Plateau et de l'Atlantique. Il regroupe trois Communes à savoir Adjohoun, Aguégoués et Dangbo. Il est limité au Nord par la Commune de Bonou, à l'Ouest par le département de l'Atlantique, au Sud par les Communes de Cotonou et de Sèmè-Podji et à l'Est par le département du plateau et la Commune d'Akpro-Missérété (Figure 1).

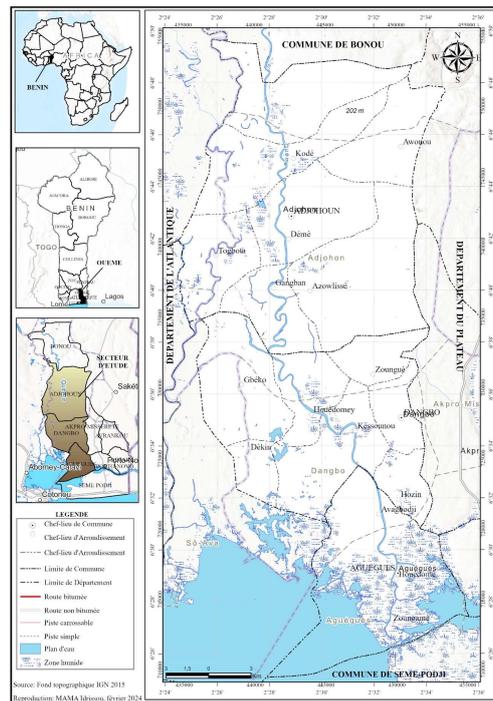


Fig 1: Situations géographique et administrative du secteur de recherche

La zone d'étude doit son originalité au fleuve Ouémé qui, avant de se jeter dans la lagune de Porto-Novo, a créé un véritable delta intérieur qui est en même temps sa plaine d'inondation. Celle-ci est longue de près de 50 km et large d'environ 25 km. C'est une région à fort potentielle hydro-agricole dont regorgent les communes d'Adjohoun, d'Aguégoués et de Dangbo.

II-DONNEES ET METHODES

Plusieurs types de données ont été utilisés dans le cadre de cette recherche. Il s'agit des données socio-anthropologiques et climatologiques pour analyser les indicateurs des catastrophes hydro-climatiques. La méthodologie est basée sur la collecte, le traitement et l'analyse des données pluviométriques de 1951-2020 de Météo-Bénin. En plus, les données d'enquête auprès d'un échantillon de 284 ménages agricoles. De même, 30 personnes ressources composées des agents de l'ATDA et des élus locaux ont été interrogées.

La réalisation des graphiques, des cartes et le calcul de certaines valeurs statistiques avec des tests paramétriques sont respectivement faits au moyen des logiciels tels que : KronoStat 10.1, Excel 2010 ; ArcView 3.2. Il existe plusieurs méthodes de détection des ruptures des séries chronologiques (test de Pettitt, statistique de Buishand, procédure bayésienne de Lee et Heghinian, segmentation d'Hubert). Les tests de Pettitt détectent une rupture au maximum tandis que la segmentation d'Hubert permet d'en détecter plusieurs si elles existent dans une série chronologique de données. L'application de ces différents tests est faite à l'aide du logiciel KhronoStat 1.01. Les tests de ruptures de stationnarité ont permis d'avoir des sous périodes et de calculer les taux de variation pluviométrique et thermométrique. Le Test de Mann-Kendall qui est un test non paramétrique a permis de mesurer le degré de signification de la tendance et les ruptures de stationnarité dans les séries pluviométriques. L'Indice d'Anomalies Standardisées (Standardized Precipitation Index) utilisé pour cette recherche correspond à la transformation de la série temporelle des précipitations en une distribution normale standardisée de moyenne nulle et d'écart-type unitaire, également appelée z-distribution, distribution normale ou distribution gaussienne. Les indice d'anomalies standardisées sont calculés en utilisant la formule : $IAS = \frac{Xi - \bar{X}}{\sigma(X)}$ où Xi représente le cumul moyen annuel des hauteurs de pluie pour l'année i ; \bar{X} et $\sigma(X)$, représentent

respectivement, la moyenne et l'écart type de la série considérée. Dans ce travail, les indices négatifs ont été déterminés par rapport à l'indice pluviométrique de Lamb [5]. Il est effectué une classification de la sécheresse suivant les valeurs de l'indice (tableau I).

Tableau I: Détermination des valeurs de l'indice

Valeur de l'indice	Séquence de sécheresse
-0,99 à 0,99	Proche de la normale
-1,00 à -1,49	Modérément sèche
-1,50 à -1,99	Sévèrement sèche
-2,00 et moins	Extrêmement sèche
$2 < IAS$	Humidité extrême
$1,5 < IAS < 1,99$	Humidité sévère
$1 < IAS < 1,49$	Humidité modérée

Source : [5]

Selon cet indice, une année est considérée comme normale si son indice est compris entre -0,1 et +0,1. Elle est dite humide si son indice est supérieur à 0,1 et sèche lorsque son indice est inférieur à -0,1. Les tendances calculées ont servi à confirmer les tendances séquentielles (à la hausse ou à la baisse) mises en évidence par les moyennes mobiles et les ruptures, à caractériser les années humides ou sèches. De plus, une sécheresse sévit lorsque l'indice est consécutivement négatif et que sa valeur atteint une intensité de -1 ou moins et se termine lorsque l'indice devient positif. Les tendances d'évolution des températures maximales et minimales ont été mises en évidence par une droite de régression de type utilisée par [9]: $y = ax + b$;

où y est la valeur de la variable dont la tendance est recherchée ; a est obtenue par le calcul de la pente, coefficient directeur de régression dont les signes positif (+) ou négatif (-) expriment respectivement l'évolution croissante et décroissante dans le temps x et b , une constante telles que :

$$a = \frac{(\Sigma y)(\Sigma x^2) - (\Sigma x)(\Sigma xy)}{N\Sigma x^2 - (\Sigma x)^2} ; b = \frac{N(\Sigma yx) - (\Sigma x)(\Sigma y)}{N\Sigma x^2 - (\Sigma x)^2}$$

Le test de Kendall (1975) a permis de déterminer une tendance unique ou générale au sein de la période afin de pallier les problèmes de significativité des corrélations entre les variables considérées. Ainsi, il est basé sur la statistique de corrélation de rang t de Kendall pour montrer le degré de signification de la tendance. La tendance des températures est déterminée de façon significative au seuil de 5 % au pas de temps annuel.

L'ensemble de ces travaux réalisés a permis d'obtenir les résultats suivants.

III-RESULTATS

A- Evolution des précipitations dans les Communes d'Adjohoun, de Dangbo et des Aguégus

Cette partie regroupe l'évolution interannuelle des précipitations entre 1951 et 2020 et l'indice pluviométrique.

❖ Dynamique interannuelle des précipitations

La figure 2 présente la variabilité interannuelle des précipitations de 1951 à 2020.

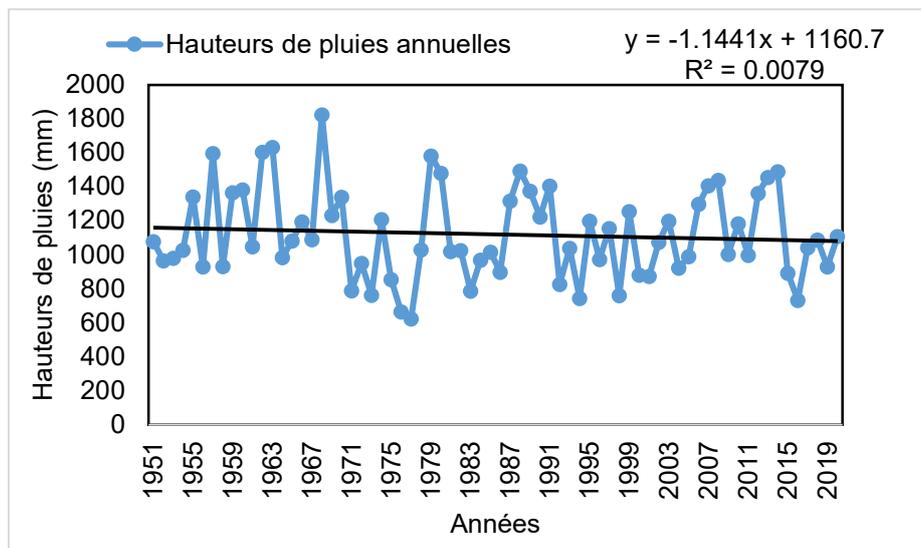


Fig2: Variabilité interannuelle des précipitations de 1951 à 2020

Source : Traitement des données, 2023

L'examen de la figure 2 montre que la période 1951-2020 a enregistré des tendances en dent de scie. En effet, la période 1951-1980 semble décrire une légère hausse des hauteurs de pluies comparativement à la période 1981-2020. Cette situation est liée aux forts totaux pluviométriques enregistrés en 1957, 1963 et 1968. Ceci confirme la forte variabilité pluviométrique interannuelle observée par les maraîchers. La variabilité pluviométrique dans les Communes de Adjohoun, Dangbo et Aguégus se manifeste par un important changement du rythme pluviométrique moyen et par une mobilité des maxima pluviométriques. Pour tester la significativité de la tendance pluviométrique annuelle de 1961 à 2021, le test de Mann Kendall a été utilisé à un seuil de 5 %. Ainsi, la tendance à la hausse des hauteurs pluviométriques annuelles n'est pas significative au seuil de 5%.

❖ *Rupture de stationnarité*

Pour mieux analyser les changements climatiques dans le secteur de recherche, un test de stationnarité a été réalisé (figure 3).

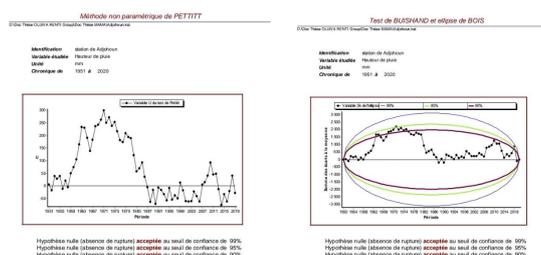


Fig 3: Résultat des tests de pettitt et de Buishand appliqués à la série pluviométrique annuelle de 1951-2020

Source : Traitement des données, 2023

L'analyse de la figure 3 montre que le test de Pettitt complété par le test de buishand, appliqué aux séries pluviométriques signale une rupture de stationnarité, significative au seuil de 90 % au début des années 1980, la statistique de coupure atteignant son maximum en 1977. En effet, l'année 1970 marque le début d'une baisse des hauteurs pluviométriques annuelles. Le test de segmentation de Hubert indique le début et la fin des sous-séries définies (tableau I).

Tableau I: Résultat du test de segmentation de Hubert

Sous séries définies		Moyenne (mm)	Ecart type (mm)
Début	Fin		
1951	1980	1152,2433	174,526
1981	2020	1095,995	130,463

Niveau de signification du test de Scheffé : 1 %

Le test indique une rupture de stationnarité en 1980. Ainsi, la série 1951-2020 utilisée peut être subdivisée en 2 sous-périodes : 1951-1980 et 1981-2020. Les ruptures sont intervenues dans les séries pluviométriques au cours des années 1985 et indiquent une tendance à la baisse des précipitations. Ces résultats confirment la rupture de stationnarité des années 1970, 1971 soulignée par de nombreux auteurs au Bénin. La figure 4 présente l'évolution du nombre de jours de pluies de 1951 à 2020.

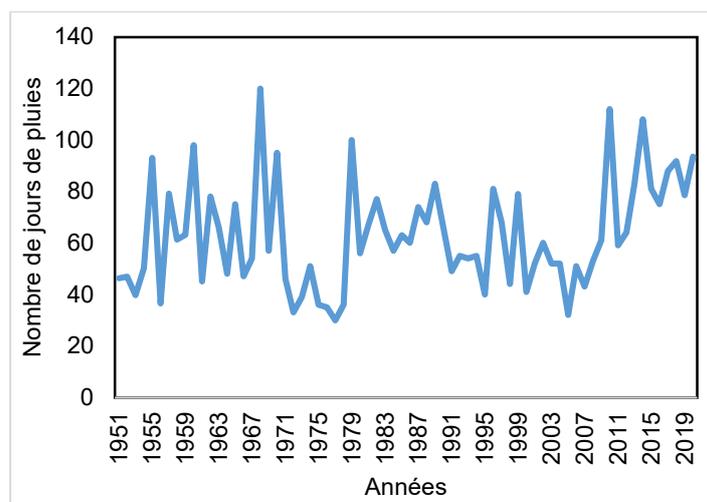


Fig 4: Evolution annuelle du nombre de jours de pluie dans les Communes de Adjohoun, Dangbo et Aguégus à la station de Dangbo

Source : Traitement des données, 2023

L'analyse de la figure 4 montre que le nombre de jours de pluie varie de 46 à 120 avec une moyenne de 63 jours de pluie dans le secteur de recherche. La production maraîchère dans les Communes de Adjohoun, de Dangbo et des Aguégus est fortement dépendante de l'évolution des caractéristiques de la saison des pluies (répartition spatio-temporelle des pluies, dates de début et de fin de saison des pluies et longueurs des séquences sèches, écoulements des bassins fluviaux). Ces valeurs sont significatives au seuil de 5 % avec le test de Wilcoxon qui reste identique de celui de Mann-Whitney (1947) selon Bertrand et Maumy (2011). En effet, les résultats du test signé de Wilcoxon indiquent une valeur de 0,015 pour la p-value (bilatérale) ; une valeur significative au seuil de 5 %.

❖ Indice pluviométrique

Le comportement de la pluviométrie dans cette station atteste véritablement sa variabilité spatio-temporelle avec suffisamment des périodes sèches et humides. Les indices pluviométriques calculés sur la période 1951-2020 ont permis d'identifier les années d'extrêmes pluviométriques dans le secteur de recherche (figure 5).

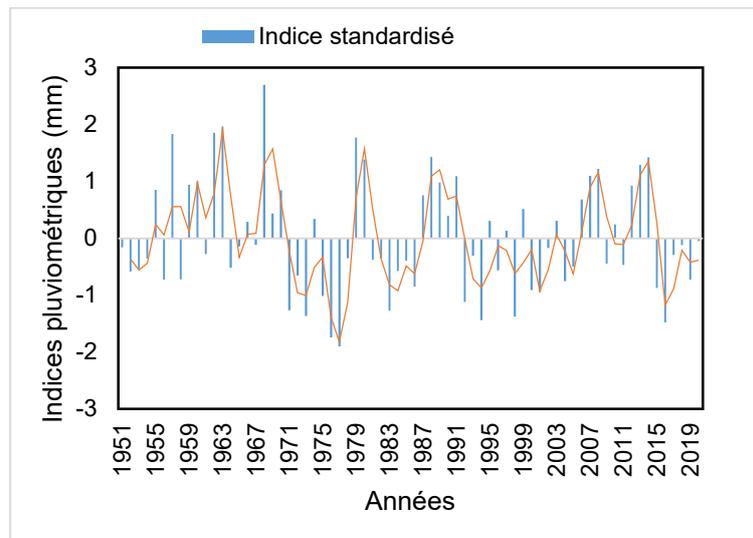


Fig 5 : Indices pluviométriques entre 1951 et 2020

Source : Traitement des données, 2023

L'analyse de la figure 5 montre que sur la période 1951-2020, l'analyse des indices pluviométriques révèle une évolution pluviométrique en deux phases. Les indices sont compris entre -1,91 en 1977 et 2,69 en 1968. La première phase correspond à la période de succession entre les anomalies positives et négatives. La deuxième phase est marquée par une légère évolution irrégulière des anomalies positives et négatives caractérisée par une certaine reprise pluviométrique et les successions d'années sèches et humides. Les écarts d'indices sont assez importants. De même, une persistance de faibles hauteurs pluviométriques annuelles au début et de fortes hauteurs pluviométriques à la fin s'observe et ses conséquences se traduisent, entre autres, par la modification des cumuls pluviométriques.

B- Evolution des aspects thermométriques

Les températures minimales et maximales ont connu une croissance entre 1951 et 2020. La figure 6 présente l'évolution interannuelle des températures maximales et minimales dans le secteur de recherche entre 1951-2020.

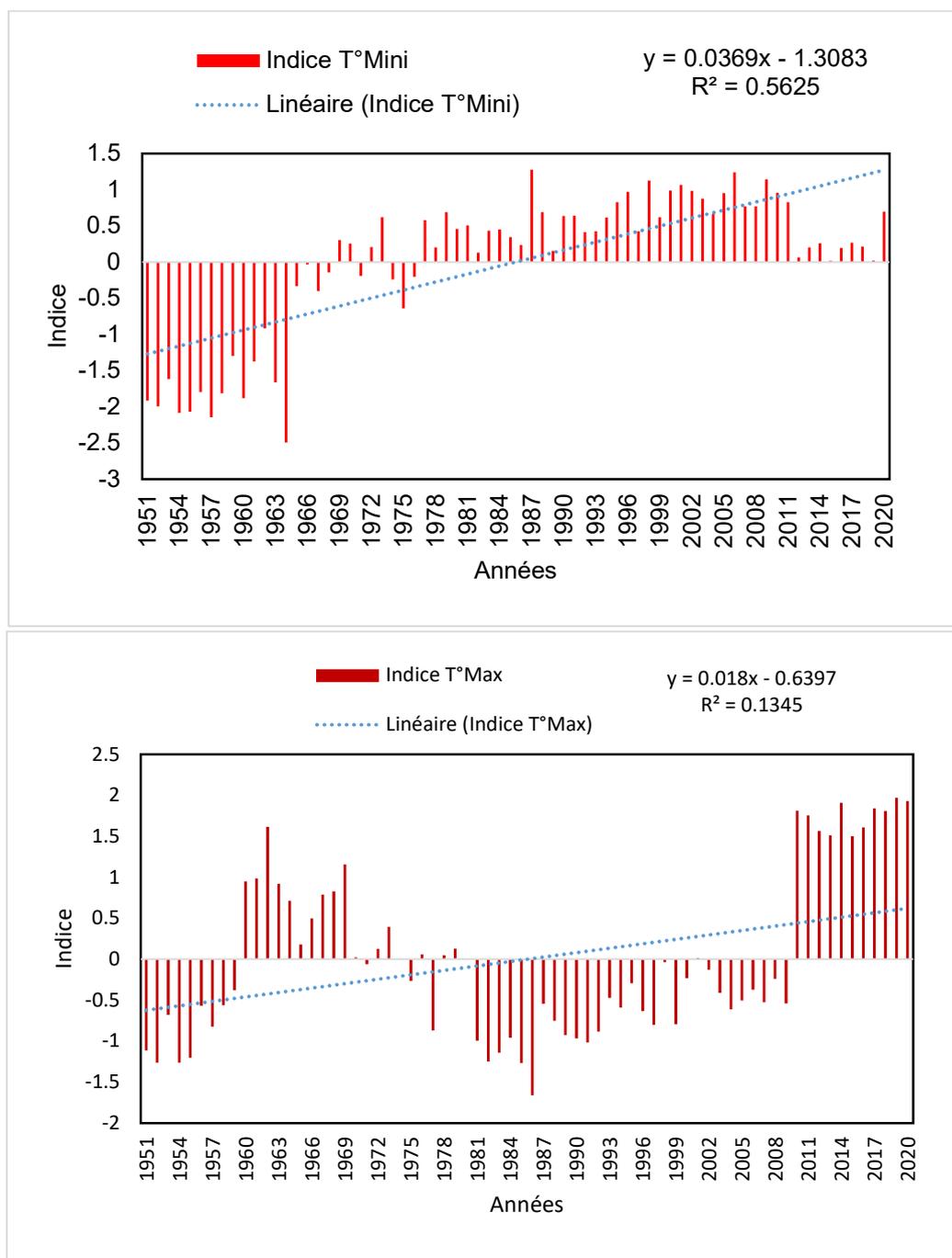


Fig 6 : Evolution interannuelle des températures dans le secteur de recherche entre 1951 et 2020

Source des données : Météo-Bénin, mai 2023

L'analyse de la figure 6 montre que les températures minimales et maximales annuelles durant la période de 1951 à 2020 ont connu une évolution irrégulière et une tendance générale à la hausse respectivement entre les années 1969 à 2020. Les équations de droite de tendance ont une pente positive et justifient plus ou moins une tendance à la hausse de température maximale de 1951 à 2020. Les plus chauds en moyenne sont ceux qui précèdent immédiatement la saison des pluies. Ainsi, il s'observe une tendance à la hausse des températures

minimales sur la série (1951-2020). Toutefois, il faut relever la forte fluctuation inter-annuelle des températures depuis les années 1977. Cette situation engendre de fortes amplitudes thermiques diurnes et annuelles avec de très fortes valeurs d'évapotranspiration potentielles pendant les périodes chaudes. Le test non paramétrique de Mann et Whitney (1947) est appliqué à ces moyennes afin de voir si la différence constatée est significative ou pas (tableau II).

Tableau II: Résultat du test de Mann-Whitney de comparaison de moyennes

	Tmin	Tmax
U	2,000	4,000
Espérance	2,000	2,000
Variance (U)	1,348	1,565
p-value (bilatérale)	< 0,0001	0,154
α (alpha)	0,05	0,05
<i>La p-value est calculée suivant une méthode exacte</i>		

L'examen des données du tableau II montre que la hausse des températures minimales est significative au seuil de 5 %. La p-value calculée au niveau des températures maximales est supérieure à 0,05. Cette hausse de la température maximale n'est pas significative. Cependant, les dernières décennies ont connu une montée des températures minimale et maximale au regard de leur tendance à la hausse. En effet, les températures minimale et maximale ont connu une évolution progressive de 1951 à 2020. La croissance est plus prononcée au niveau des températures minimales avec un taux de croissance de 0,5. Les tests de rupture de stationnarité ont été appliqués à cette série de températures minimales et maximales. En effet, des ruptures ont été détectées grâce au test de non-stationnarité ou changement de régime de Pettitt (1979). De plus, pour visualiser la différence de moyenne avant et après les ruptures, le test de segmentation de Hubert *et al.* (1989) a été appliqué sur les séries de températures de la station synoptique de Cotonou. Le test de Kendall (1975) a permis de déterminer une tendance unique ou générale au sein de la période. La tendance à la hausse des températures est significative au seuil de 5 % sur la station de Natitingou au pas de temps annuel (tableau III).

Tableau III: Récapitulatif des tendances avec le test de Kendall

Températures	α_1	α_0	Observation
Températures minimales	0,0000309	0,05	La tendance à la hausse est significative
Températures maximales	0,001	0,05	La tendance à la hausse est significative

Source des données : Météo-Bénin, 2023

Il ressort des données du tableau III que la tendance à la hausse est significative autant pour les températures minimales que pour les températures maximales. En effet, au niveau des températures minimales, seule la période 2011-2021 a la moyenne la plus élevée. La période 1951-2020 a enregistré une augmentation de 0,9 °C. Par rapport aux températures maximales, le secteur de recherche s'est surchauffé avec une moyenne de 35,6 et 37,6 °C au cours des périodes 1971-2000 et 2001-2020. La hausse obtenue sur la période s'élève à 1,5 °C. Globalement, le secteur de recherche s'est plus réchauffé pendant la période 1951-2020. Ainsi, la manifestation des températures extrêmes est marquée par une hausse plus rapide au cours de cette dernière décennie. Ce qui témoigne de la nette tendance au réchauffement du climat avec des impacts potentiels sur les activités des populations agricoles. Ce réchauffement touche toutes les saisons de l'année. Dans le secteur de recherche, les températures les plus élevées accroîtront autant que la fréquence et l'intensité des événements météorologiques extrêmes tels que les inondations, les poches de sécheresse, les vents violents et les chaleurs excessives. La figure 7 présente le régime hydrologique du secteur d'étude entre 1951 et 2020.

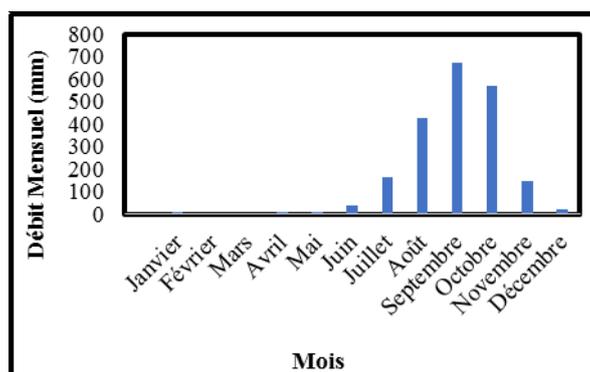


Fig7: Régime hydrologique du secteur d'étude (1951-2020)

Source des données: Météo-Bénin, décembre 2023

De l'analyse de la figure 7, il faut noter que le régime hydrologique est uni modale. La montée des eaux ne survient qu'une fois dans l'année et débute dans le mois d'Août. Décembre à mai intervient une importante saison sèche avec une baisse sévère du débit du fleuve. Le débit moyen mensuel observé sur toute la série avec une moyenne de $185\text{m}^3/\text{s}$, témoigne de sa très grande irrégularité saisonnière. Les mois de septembre et octobre recouvrent donc les périodes souvent favorables pour des épisodes d'inondation. Les mois de décembre à mai traduisent les périodes d'étiage et sont susceptibles d'induire un risque écologique. Il existe donc un lien étroit entre l'hydrographie et les variations hydrologiques dans la mesure où les inondations qui surviennent pour la plupart à l'échelle de la commune sont dues à la montée des eaux du fleuve Ouémé traversant les Communes de Adjohoun, Dangbo et Aguégoués. Selon les populations interviewées, ces périodes sont les périodes où elles sont confrontées à des conséquences dommageables aux plans socioéconomique, environnemental et sanitaire, créent des dégâts, la destruction des cultures et des pertes en vies humaines.

C- Typologies des catastrophes hydro-climatiques

Les catastrophes hydro-climatiques que l'étude de recherche a identifiées dans les Communes de Adjohoun, Dangbo et Aguégoués à travers les enquêtes de terrain, des observations et des entretiens sont : chaleur excessive, excès de pluie/ inondations, mauvaise répartition dans l'espace et dans le temps des pluies, pluies tardives, poches de sécheresse et vents violents. La présente recherche s'est appesantie sur quelques risques majeurs à savoir : l'inondation, les poches de sécheresse et les chaleurs excessives.

❖ Inondations

Les inondations constituent l'un des phénomènes d'origine naturelle résultant du débordement d'un cours d'eau en période de crue ou l'envahissement d'une plaine inondable par les eaux de ruissellement à la suite de fortes pluies et au débordement du lit normal d'un cours d'eau. Les inondations pluviales se traduisent par l'accumulation des eaux de ruissellement suite à des précipitations abondantes. Il se peut en effet que la capacité de drainage et d'infiltration d'une zone soit insuffisante pour évacuer les eaux reçues, alors elles s'accumulent. Ce phénomène s'accroît lorsqu'il y a eu une imperméabilisation de sol engendrée par la destruction du couvert végétal et l'urbanisation galopante. Cette inondation est due au ruissellement des eaux de pluie en zone fortement imperméabilisée. La deuxième forme d'inondation est essentiellement due aux crues du fleuve Ouémé. Par conséquent, il n'arrive plus à contenir toutes les eaux de crue, qui, dans leur transit et compte tenu de l'inefficacité du barrage se replient pour se déverser par débordement sur les berges du fleuve. Les villages inondables du secteur de recherche subissent fortement les effets de la crue du fleuve Ouémé dont l'action aggrave des inondations dans les villages riverains. Alors, la crue entraîne une inondation périodique des villages environnants du fleuve Ouémé. L'ampleur de l'inondation dépend en grande partie du relief. Cela accentue l'humidité des zones marécageuses à plusieurs endroits. L'analyse fréquentielle permet de déterminer les quantiles de débits avec leurs périodes de retour. Dans les Communes de Adjohoun, de Dangbo et de Aguégoués, les inondations fluviales fréquentes sont causées par les crues dont les débits de pointe se situent entre 468 et 668 m^3/s avec les périodes de retour se situant entre 2 et 5 ans. De plus, les crues responsables des inondations fluviales moyennes ont des débits situés entre 1023 et 1460 m^3/s avec les périodes

de retour de 10 ans. Les inondations fluviales rares sont causées par les débits dont les périodes de retour sont situées entre 50 et 100 ans avec des valeurs allant de 1140 à 1830 m³/s. Ainsi, les inondations récurrentes dans les Communes de Adjohoun, de Dangbo et des Aguégus sont causées par les crues dont les débits sont entre 468 et 668 m³/s.

❖ *Rupture de pluie/poches de sécheresse*

La rupture de pluie se manifeste par l'arrêt de pluie en pleine saison culturale. Ce phénomène soumet les cultures à du stress hydrique. Elle est ressentie par les cultures selon le stade de développement auquel se trouve la plante. Selon sa durée, la rupture de pluie entraîne un flétrissement/jaunissement, le rabougrissement des cultures. Les sécheresses surviennent généralement en l'absence prolongée des précipitations, lorsque la quantité de pluies est inférieure à la normale ou que sa répartition est inégale. Les sécheresses se caractérisent par : l'intensité, la durée et l'étendue spatiale.

❖ *Fortes températures (chaleurs excessives)*

Les chaleurs excessives sont des risques qui se manifestent par une trop forte élévation de la moyenne thermique aussi bien journalière, hebdomadaire que mensuelles et par un allongement de la saison sèche. Les populations reconnaissent que les jours et les nuits sont de plus en plus chauds. Ce qui traduit une hausse des températures maximales et minimales journalières observées pendant toute l'année.

IV. DISCUSSION

Dans les Communes de Adjohoun, de Dangbo et des Aguégus, les inondations fluviales fréquentes sont causées par les crues dont les débits de pointe se situent entre 468 et 668 m³/s avec les périodes de retour se situant entre 2 et 5 ans. De plus, les crues responsables des inondations fluviales moyennes ont des débits situés entre 1023 et 1460 m³/s avec les périodes de retour de 10 ans. Les inondations fluviales rares sont causées par les débits dont les périodes de retour sont situées entre 50 et 100 ans avec des valeurs allant de 1140 à 1830 m³/s. Ainsi, les inondations récurrentes dans les Communes de Adjohoun, de Dangbo et des Aguégus sont causées par les crues dont les débits sont entre 468 et 668 m³/s. Ainsi, le secteur de recherche est exposé à de multiples risques de nature hydro-climatique : inondation, sécheresse, vagues de chaleur. Ces résultats sont similaires à ceux de [10] et [7] qui stipulent que le risque d'inondation détermine le risque multi-aléa étant localisé sur peu de communes mais avec des dégâts important, quand le risque sécheresse est distribué sur l'ensemble de la région. De plus, 33 localités ont été inondées plusieurs fois (6% de la population régionale) au cours des six années considérées, tandis que 133 sont les localités touchées par la sécheresse (50% de la population) trois années ou plus au cours de la même période. Six localités ont été touchées par la sécheresse et les inondations plusieurs fois. Par conséquent, entre 2011 et 2016 quatre communes de 43 sont à risque multi-aléa très fort, 2 sont à risque élevé, 8 sont à risque modéré, 28 à risque faible, un à risque négligeable.

V. CONCLUSION

Au terme de cette étude, il faut retenir que le comportement de la pluviométrie dans cette station atteste véritablement sa variabilité spatio-temporelle avec suffisamment des périodes sèches et humides. Les années déficitaires sont plus observées durant la première phase ce qui signale que la récession pluviométrique a démarré dans les années 80. Les températures minimales et maximales ont connu une croissance entre 1951 et 2020. Dans les Communes de Adjohoun, de Dangbo et des Aguégus, les inondations fluviales fréquentes sont causées par les crues dont les débits de pointe se situent entre 468 et 668 m³/s avec les périodes de retour se situant entre 2 et 5 ans. De plus, les crues responsables des inondations fluviales moyennes ont des débits situés entre 1023 et 1460 m³/s avec les périodes de retour de 10 ans. Les inondations fluviales rares sont causées par les débits dont les périodes de retour sont situées entre 50 et 100 ans avec des valeurs allant de 1140 à 1830 m³/s. Ainsi, les inondations récurrentes dans les Communes de Adjohoun, de Dangbo et des Aguégus sont causées par les crues dont les débits sont entre 468 et 668 m³/s.

REFERENCES

- [1] AGRHYMET (2013) : Vulnérabilité de l'agriculture face à la Variabilité et aux changements Climatiques. Rapport de synthèse. 45 p.
- [2] GIEC (2007) : Changement climatique 2007. Rapport de synthèse, 7bis, avenue de la Paix CH1211 Genève, Suisse, 114 p.
- [3] GIEC (2014) : Changements climatiques 2014. Rapport de synthèse, 7bis, avenue de la Paix CH1211 Genève, Suisse, 180 p.
- [4] INSPQ (2021) : Les aléas affectés par les changements climatiques : effets sur la santé, vulnérabilités et mesures d'adaptation. Synthèse des connaissances, Québec, 368 p.
- [5] LANOKOU Chéto Mathieu (2016) : Extrêmes climatiques et mise en valeur agricole des terres noires dans la dépression médiane au Sud-Bénin. Thèse de Doctorat de l'Université d'Abomey-Calavi, 313 p.
- [6] LAWAN Katiellou Gatpia et Maurizio BACCI (2018) : Caractérisation climatique de la région de Dosso. Projet ANADIA2.0, Rapport N°3, 43 p.
- [7] MAMAN Issoufou (2022) : Information agropastorale et résilience des agropasteurs de la région de Tahoua au Niger. *Afrique SCIENCE 20(5)* pp 13-22
- [8] OIT (2023) : Favoriser l'adaptation des entreprises au changement climatique et l'atténuation de ses effets. Route des Morillons 4 1211 Genève 22 Suisse, 43 p.
- [9] OMM (2023) : Marche à suivre pour l'élaboration des rapports régionaux sur l'état du climat. 7 bis, avenue de la Paix Case postale 2300 CH-1211 Genève 2, Suisse. 54p.
- [10] TIEPOLO Maurizio, ADAMOU SITTA Aïssatou, ALI Moussa, BACCI Maurizio, BAOUA Mahaman Salissou, BRACCIO Sarah, ISSA Hassimou et MOUMOUNI TANKARI Aliou (2018) : Évaluation du risque multi-aléa dans les communes de la Région de Dosso au Niger, 2011-2016. Projet ANADIA 2.0, Rapport d'étude, 41 p.