

# *Evolution Thermométrique Récente et Ambiances Bioclimatiques dans le Complexe Ouémé-Sô (Bénin)*

## *Recent Thermometric Evolution and Bioclimatic Atmospheres in the Ouémé-Sô Complex (Benin)*

ADISSODA K. Olive<sup>1</sup>; AMOUSSOU Ernest<sup>2</sup>; BOKO N. P. Maximilien<sup>3</sup>; VISSIN W. Expédit<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire Pierre PAGNEY, Climat, Eau, Ecosystèmes et Développement (LACEEDE), Université d'Abomey-Calavi (Bénin), (Doctorant)

<sup>2</sup> Laboratoire Pierre PAGNEY, Climat, Eau, Ecosystèmes et Développement (LACEEDE), Université d'Abomey-Calavi (Bénin), (Doctorant)

<sup>3</sup> Laboratoire Pierre PAGNEY, Climat, Eau, Ecosystèmes et Développement (LACEEDE), Université d'Abomey-Calavi (Bénin), (Professeur Titulaire de Géographie)

<sup>4</sup> Laboratoire Pierre PAGNEY, Climat, Eau, Ecosystèmes et Développement (LACEEDE), Université d'Abomey-Calavi (Bénin), (Docteur en Géographie)



**Résumé** – Le complexe Ouémé-Sô connaît un réchauffement climatique sans précédent qui affecte sensiblement le confort des populations. Ce stress thermique traduit l'occurrence de la chaleur diurne. Cette étude vise à déterminer les types d'ambiance qui caractérisent ce milieu lacustre. Pour ce faire, une approche méthodologique axée sur la collecte et le traitement des données a été utilisée. Les données collectées sont celles relatives aux climats (températures et humidités relatives) à l'échelle mensuelle et annuelle sur la période de 1960-2017 et de la méthode du calcul de l'Indice de Chaleur (HI).

Les résultats montrent une hausse thermométrique bien marquée, soutenue et progressive à partir de 1990, significative au seuil de 5%. De même, les valeurs de HI oscillent entre 29,6 °C et 30,6°C de juin à janvier. En revanche, du mois de février au mois d'avril, l'HI est comprise entre 33°C et 34,4°C. Du point de vue bioclimatique, l'ambiance est inconfortable entre Juin et décembre ainsi qu'en janvier. Toutefois, la chaleur reste supportable avec une fatigue modérée. Par contre, pendant les autres mois de l'année (février, mars, avril), l'inconfort est sérieusement ressenti. Par ailleurs, l'analyse annuelle de HI compilée sur la chronique 1971-2017 révèle une hausse de 5,7 °C. Cette situation est d'autant plus préoccupante que l'ambiance bioclimatique, source de chaleur constitue un risque sanitaire permanent pour ces populations dont la quasi-totalité des activités économiques se déroulent en plein n'air.

**Mots clés** – Complexe Ouémé-Sô, Stress thermique, Indice de Chaleur, Ambiances Bioclimatiques.

**Abstract** – the ouémé-sô complex is experiencing unprecedented global warming which significantly affects the comfort of the populations. this heat stress reflects the occurrence of daytime heat. this study aims to determine the types of atmosphere that characterize this lake environment. to do this, a methodological approach focused on data collection and processing was

used. the data collected are those relating to climates (relative temperatures and humidity) on a monthly and annual scale over the period from 1960-2017 and the method of calculating the heat index (hi).

the results show a well marked, sustained and progressive thermometric increase from 1990 onwards, significant at the 5% level. likewise, hi values fluctuate between 29.6 ° c and 30.6 ° c from june to january. in contrast, from february to april, the hi is between 33 ° c and 34.4 ° c. from a bioclimatic point of view, the atmosphere is uncomfortable between june and december as well as in january. however, the heat remains bearable with moderate fatigue. on the other hand, during the other months of the year (february, march, april), the discomfort is seriously felt. moreover, hi's annual analysis compiled on the 1971-2017 chronicle shows an increase of 5.7 ° c. this situation is all the more worrying given that the bioclimatic atmosphere, a source of heat, constitutes a permanent health risk for these populations, almost all of whose economic activities take place in the open.

**Keywords – Ouémé-Sô Complex, Thermal Stress, Heat Index, Bioclimatic Atmospheres.**

## I. INTRODUCTION

Aujourd'hui tous les scientifiques s'accordent pour reconnaître que le climat mondial connaît une évolution sans analogies. Selon le (1), on note déjà, à l'échelle du globe, une hausse des températures moyennes de l'atmosphère et de l'océan, une fonte massive de la neige et de la glace et une élévation du niveau moyen de la mer. Mieux, chacune des trois dernières décennies a été plus chaude à la surface de la Terre que la précédente et plus chaude que toutes les décennies antérieures depuis que les relevés se font à l'aide d'instrument (1). Or il se trouve que le temps et le climat déterminent les ambiances bioclimatiques. Ils sont capables d'influencer l'état de santé et la performance de l'homme, en

ce sens qu'ils touchent aux mécanismes régulateurs de l'organisme (2). Avec la hausse thermométrique constante, en Afrique, l'ambiance bioclimatique se caractérise par un stress thermique sans précédent.

Au Bénin, depuis les années 1970, des vagues de chaleur plus ou intenses, se déferlent sur l'ensemble du territoire. Le complexe Ouémé-Sô n'est donc pas épargné. Ces événements extrêmes, dont la probabilité d'occurrence a fortement augmenté avec la hausse des températures à une incidence majeure sur l'organisme des populations locales. Le complexe Ouémé-Sô s'étend entre les parallèles 6° 24' et 6° 54' de latitude Nord et entre les méridiens 2° 18' et 2° 36' de longitude Est

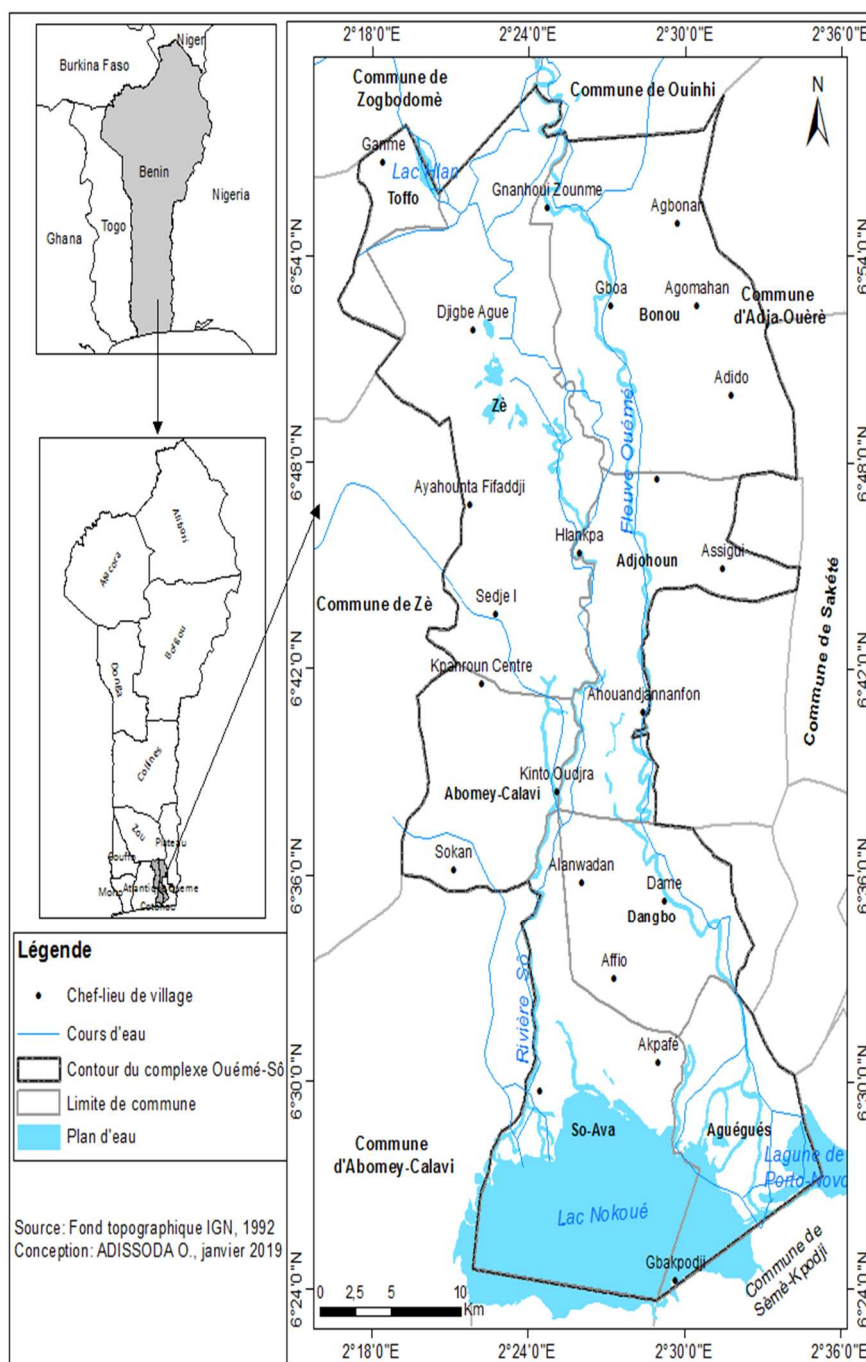


Figure1 : Situation géographique du Complexe Ouémé-Sô

## II. DONNÉES ET MÉTHODES

### 2.1. Données

Les données utilisées dans le cadre de cette étude sont les données climatiques. Il s'agit essentiellement, des températures et de l'humidité relative fournies par la Météo-Bénin au pas de temps mensuel et annuelle sur la période 1960-2017. Ces données ont permis non seulement de

caractériser la variabilité climatique du complexe Ouémé-Sô mais également d'évaluer les ambiances bioclimatiques que ressentent les populations locales.

Les données socio-anthropologiques ont été collectées à partir des entretiens directs. La technique d'échantillonnage est le choix raisonné. Le critère majeur est lié à l'ancienneté dans le secteur d'étude. Les personnes enquêtées doivent

impérativement avoir résidé dans la localité durant les trente dernières années. Ce critère est d'autant plus important que la certitude d'enquêter des personnes réellement au fait de l'évolution climatique du complexe Ouémé-Sô est bien garantie. Au total 310 personnes ont été enquêtées.

## 2.2. Méthodes de traitement des données.

Les études antérieures au Bénin (3) qui ont porté sur la bioclimatologie humaine se sont souvent focalisées sur certains indices bioclimatiques tels que le Pouvoir Réfrigérant de l'Air (K), la Tension de Vapeur (T<sub>vap</sub>), l'Indice Thermo-hygrométrique pour évaluer les périodes de confort et d'inconfort ressenties par les populations. Aujourd'hui avec la hausse thermométrique sans précédent, la chaleur est quasi-permanente toute l'année. cette ambiance chaude a plusieurs incidences sur la santé humaine.

Par exemple, une exposition à la chaleur peut accroître la toxicité et/ou réduire l'efficacité des médicaments : déshydratation et modification de la distribution du volume sanguin sous l'effet d'une exposition excessive à la chaleur (4)

Dans ce contexte, les mécanismes de la thermorégulation sont régulièrement sollicités pour éviter la thermolyse. Face à l'agressivité thermique, source de risques d'affaiblissement de l'organisme, et opportunité de contracter des pathologies, il est plus indiqué d'évaluer la chaleur ressentie par les populations locales à partir de l'Indice de Chaleur (IH). Le Heat Index est principalement utilisé aux Etats-Unis. Mais aujourd'hui avec la vitesse du réchauffement en Afrique, la chaleur ressentie est aussi évalué par l'Indice de Chaleur. L'IH se calcule à partir de la formule suivante :

$$IH = c_1 + c_2T + c_3R + c_4TR + c_5T^2 + c_6R^2 + c_7T^2R + c_8TR^2 + c_9T^2R^2$$

Avec :

- $c_1 = -42,379$  ;  $c_2 = 2,049$ ,  $c_3 = 10,143$
- $c_4 = -0,225$  ;  $c_5 = -6,838 \times 10^{-3}$  ;  $c_6 = -5,482 \times 10^{-2}$
- $c_7 = 1,229 \times 10^{-3}$  ;  $c_8 = 8,529 \times 10^{-4}$  ;  $c_9 = -1,99 \times 10^{-6}$
- IH : l'Indice de Chaleur en °F
- R : l'humidité relative notée de 0 à 100
- T : la température atmosphérique en °F

L'Indice de Chaleur est apprécié à partir de certaines valeurs. Suivant ces différentes valeurs, il est possible d'interpréter les risques sanitaires ou non sur l'homme. Le tableau I présente les différents niveaux d'inconfort et de risques sanitaires sur l'homme.

Tableau I: Différentes classes de l'effet de l'indice de Chaleur sur le corps humain

| Degré C       | Degré F | Notes                                                                                             |
|---------------|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 27-32         | 80-90   | Inconfort: Fatigue possible après une exposition prolongée et la pratique d'une activité physique |
| 32-41         | 90-105  | Extrême inconfort: Insolation, Crampes musculaires et épuisement physique                         |
| 41-54         | 105-130 | Danger: Insolation, crampes et épuisement probables et coup de chaleur possible                   |
| Au delà de 54 | 130+    | Danger Extrême: Risque élevé de coup de chaleur/coup de soleil                                    |

Source : Bernard, 2015 adapté d'Adissoda, septembre 2019 .

Le I tableau permet d'interpréter les résultats issus du Calcul de l'Indice de Chaleur et par ricochet de déterminer l'ambiance bioclimatique qui règne dans le complexe Ouémé-Sô

Tableau II : Indices de Chaleur en degrés Celsius



|                             |     | température (°C) |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |
|-----------------------------|-----|------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|--|--|--|--|
|                             |     | 27               | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 |  |  |  |  |  |
| Humidité<br>relative<br>(%) | 40  | 27               | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 34 | 35 | 37 | 39 | 41 | 43 | 46 | 48 | 51 | 54 |  |  |  |  |  |
|                             | 45  | 27               | 28 | 29 | 30 | 32 | 33 | 35 | 37 | 39 | 41 | 43 | 46 | 49 | 51 | 54 | 57 |  |  |  |  |  |
|                             | 50  | 27               | 28 | 30 | 31 | 33 | 34 | 36 | 38 | 41 | 43 | 46 | 49 | 52 | 55 | 58 |    |  |  |  |  |  |
|                             | 55  | 28               | 29 | 30 | 32 | 34 | 36 | 38 | 40 | 43 | 46 | 48 | 52 | 55 | 59 |    |    |  |  |  |  |  |
|                             | 60  | 28               | 29 | 31 | 33 | 35 | 37 | 40 | 42 | 45 | 48 | 51 | 55 | 59 |    |    |    |  |  |  |  |  |
|                             | 65  | 28               | 30 | 32 | 34 | 36 | 39 | 41 | 44 | 48 | 51 | 55 | 59 |    |    |    |    |  |  |  |  |  |
|                             | 70  | 29               | 31 | 33 | 35 | 38 | 40 | 43 | 47 | 50 | 54 | 58 |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |
|                             | 75  | 29               | 31 | 34 | 36 | 39 | 42 | 46 | 49 | 53 | 56 |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |
|                             | 80  | 30               | 32 | 35 | 38 | 41 | 44 | 48 | 52 | 57 |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |
|                             | 85  | 30               | 33 | 36 | 39 | 43 | 47 | 51 | 56 |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |
|                             | 90  | 31               | 34 | 37 | 41 | 45 | 49 | 54 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |
|                             | 95  | 31               | 35 | 38 | 42 | 47 | 51 | 57 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |
|                             | 100 | 32               | 36 | 40 | 44 | 49 | 54 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |

Source : Steadman de 1979, adapté d'Adissoda, septembre 2019

Les codes de couleur permettent d'identifier les différents niveaux d'inconfort voir de danger liés aux vagues de chaleur sur l'homme. La détermination de l'Indice de chaleur a été possible en utilisant Excel.

### III. RÉSULTAT ET DISCUSSIONS

#### 3.1 Résultat

##### 3.1.1 Evolution thermométrique dans le complexe Ouémé-Sô

Le réchauffement du système climatique est sans équivoque (1). Cette tendance à la hausse se poursuit à un rythme préoccupant. Plusieurs scénarii ont mis en évidence l'évolution sans précédent de la hausse thermométrique. Cette hausse thermométrique est enregistré depuis une trentaine d'années dans le complexe Ouémé-Sô et s'accroît au regard des températures observées sur la chronique thermométrique 1960-2017 et des tests statistiques de Pettitt (1979), de Lee Heghinian (1977), de Buishand (1984) et ainsi que la méthode de segmentation de Hubert (1989) (5). Ces tests ont permis, de déceler des changements dans le régime des températures (figure 2).

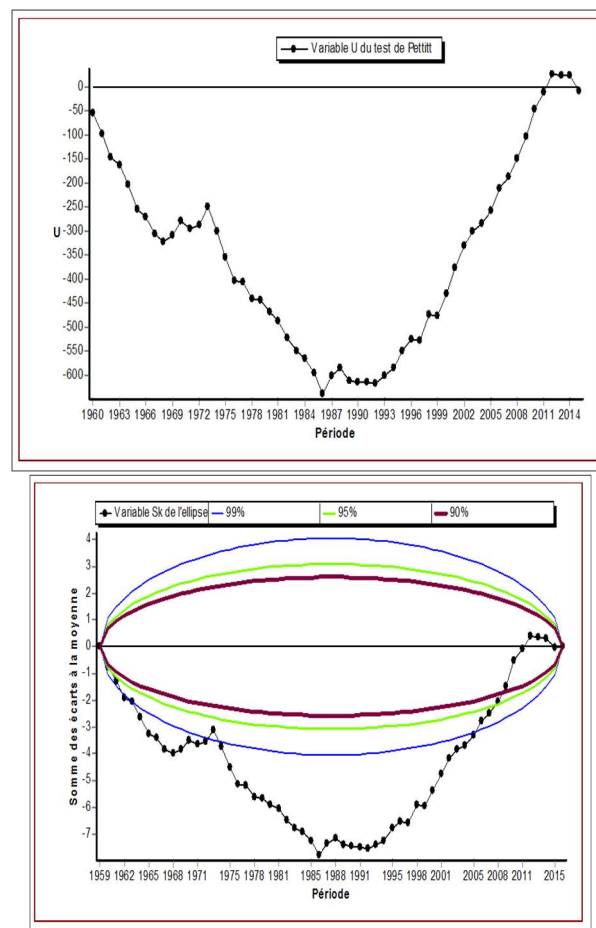


Figure 2 : Rupture de saisonnalité dans la série thermométrique

Source : Données, Météo-Bénin, septembre 2019.

L'analyse de la figure 2 montre qu'une rupture de saisonnalité est relevée en 1986. Le test de Pettitt et de Buishand permet de distinguer ainsi deux sous-périodes au seuil de significativité de 90%, 95% et 99%. La première sous-période est comprise entre 1960 et 1986 et la seconde période de 1987 et 2017. La segmentation d'Hubert présente les deux sous-périodes tableau II.

Tableau II : Segmentation d'Hubert

| Début | Fin  | Moyenne |
|-------|------|---------|
| 1960  | 1986 | 27, 15  |
| 1987  | 2017 | 27, 73  |

Source : Résultats de calcul

La segmentation d'Hubert met en évidence la rupture dans la chronique thermométrique sur la période 1960-2017.

Le Tableau II montre nettement le réchauffement entre les deux périodes et témoignent de l'ampleur des changements des températures sur la période 1960-2017 avec une hausse de 0.58°C et qui se présente sous la forme de palier et de saut. La période post-rupture montre la signature du réchauffement climatique actuel. L'analyse de cette période montre que le début de ce cycle commence à partir de l'année 1986, avec une confirmation de la tendance en 2017. Cette hausse thermométrique confirme les études antérieures en Afrique et au Bénin. Il convient de signaler que le cinquième rapport du (1), a clarifié les facteurs de ce réchauffement. En effet le réchauffement du début du 20ème siècle est essentiellement lié aux forçages naturels. En revanche, le réchauffement contemporain, qui est clairement visible à l'échelle planétaire depuis les années soixante-dix est d'origine anthropique (6). Mieux, Le rythme du réchauffement serait beaucoup plus rapide que celui observé au cours des nombreux épisodes interglaciaires (7).

De toute évidence, cette hausse thermométrique traduit une ambiance bioclimatique peu confortable pour les populations locales. La tendance à la hausse est d'autant plus inquiétante qu'elle constitue un risque sanitaire permanent. Cette tendance à la hausse se traduit par les vagues successives de chaleur. Vagues de chaleur dont s'en plaignent, les populations locales, (enquête de terrain, septembre 2018). Ces valeurs montrent à suffisance que le risque climatique lié à la hausse thermométrique est une réalité et va impacter l'organisme humain. Or les vagues de chaleur font partie des extrêmes climatiques les plus préoccupants au regard de la vulnérabilité de nos sociétés et de l'évolution attendue de leur fréquence et leur intensité au XXIe siècle (8). Le Cinquième Rapport d'Evaluation du (1) atteste qu'une hausse de la fréquence des températures extrêmement élevées et des vagues de chaleur est très probable (>90% de probabilité).

### 3.1.2. Ambiances climatiques dans le complexe Ouémé-Sô

Depuis les années 1970, des vagues de chaleur plus ou intenses, se déferlent au Bénin. Le complexe Ouémé-Sô n'est pas épargné. Ces vagues de chaleur sont des aléas naturels (9). (10) souligne qu'il n'existe pas de définition universelle pour le définir. Toutefois il est le plus souvent retenu que ce sont des épisodes de temps inhabituellement chaud et sec ou chaud et humide et qui durent deux à trois jours. Ces périodes de chaleur ont d'impact sur la santé humaine et les systèmes naturels. La figure 3 montre l'évolution des périodes de chaleur dans le complexe Ouémé-Sô.

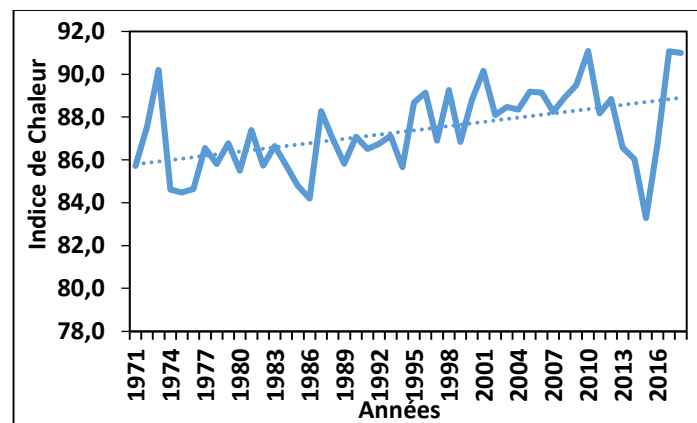


Figure 3 : Evolution de l'indice de chaleur sur la période 1971-2017

Source : Données, Météo-Bénin, septembre 2019.

L'analyse de la figure 3 montre l'évolution de l'Indice de Chaleur de 1971 à 2017. La valeur de IH (Indice de Chaleur) est comprises entre 85,7°F et 91°F (29,4°C et 32,7°C). IH a connu une hausse durant la chronique 1971-2017 caractérisée par une tendance progressive à la hausse. Cette hausse de chaleur constatée dans les années 1971 s'accroît au fil des années comme le montre la figure 4.

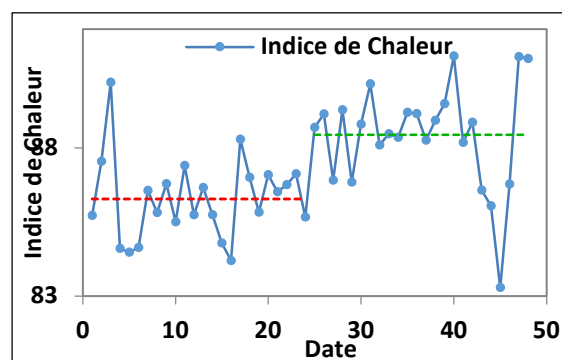


Figure 4 : Rupture de stationnarité dans l'évolution de l'indice de chaleur (1971-2017)

Source : Données, Météo-Bénin, septembre 2019.

De l'analyse de la figure 4, il ressort que l'indice de chaleur connaît un saut à partir d'IH égal à 86°F (30°C. Le test de Pettitt est significatif (Alpha 0,5, supérieur à P.value calculée). Ainsi, l'hypothèse  $H_0$  (les données sont homogènes) est rejetée et l'hypothèse  $H_a$ , (il y'a une date à partir de laquelle des changements sont relevés dans les données) est retenue. Toutefois, quoiqu'une baisse de l'IH soit enregistrée entre 2011 et 2015, l'IH reprend sa progression avec une vitesse inquiétante plus que la quasi-totalité des activités tels que la pêche, le tourisme, le

commerce se pratiquent en plein air. L'ambiance risque d'être difficilement supportable. Pour le (10), le climat s'est réchauffé au cours de ces 50 dernières années et des changements dans l'occurrence des événements extrêmes sont enregistrés. La progression de l'indice de chaleur, est révélatrice de ce que les vagues de chaleur commencent à devenir récurrentes dans le secteur d'étude. Les trois dernières années, 2015, 2016, 2017 ont enregistré des IH respectivement égal à 91,2°F ; 91,1°F et 91,3°F (32,9°C) donc supérieurs aux années précédentes. A ce stade, l'ambiance déjà inconfortable va occasionner chez les communautés, des crampes et un épuisement par la chaleur. Toutefois, il faut souligner que quoique les coups de chaleur deviennent fréquents, le phénomène connaît des années de moindres incidences comme en 1984, 1985 et 2014 où la valeur de l'IH était 84,5°F (29,1°C) ; 84,3°F (29,0°C) et 83,3°F (28,5°C). L'analyse de l'IH au pas de temps mensuel permet d'analyser les mois à risques dans le complexe Ouémé-Sô pour mener les activités économiques. (Tableau III)

Tableau III: Indice de Chaleur à l'échelle mensuelle.

| Mois  | Indice de chaleur (°F) |
|-------|------------------------|
| Jan   | 87,0                   |
| fév   | 92,8                   |
| Mars  | 94,9                   |
| Avril | 93,9                   |
| Mai   | 90,4                   |
| Juin  | 85,3                   |
| Juil  | 82,4                   |
| Août  | 81,2                   |
| Sept  | 83,1                   |
| Oct   | 86,0                   |
| Nov   | 89,9                   |
| Déc   | 88,3                   |

Source : Résultats de Calcul

Source : Traitement des données, Météo-Bénin 2019.

De l'analyse du tableau III, il ressort aisément que l'ambiance est chaude durant tous les mois de l'année dans le complexe Ouémé-Sô. L'ambiance est qualifiée de peu confortable. Toutefois, du mois de juin au mois de Janvier, l'ambiance chaude, peu confortable est supportable. Les températures oscillent entre 85,3 et 89,9°F (entre 29°C et 31°C). Néanmoins, le risque de fatigue est permanent si les populations locales restent longtemps exposées au soleil. Une

activité ou une exposition continue au soleil peut entraîner des crampes de chaleur. Toutefois, la vague de chaleur n'est pas la même intensité toute l'année. Les valeurs du tableau III permettent de constater que la chaleur des mois de février, mars, avril et mai sont plus intenses que les autres mois de l'année. Les mois de mars et avril sont les mois les plus chaudes de l'année où le mercure atteint 33°C et le mois de février correspond à la fin de la grande saison sèche. Ces valeurs d'IH supérieures à 90,4°F (32,4°C) traduisent l'épuisement dû à la chaleur. Durant, cette période l'ambiance est inconfortable. Ces vagues de chaleur en hausse pourrait conduire vers des paroxysmes dans les années à venir au regard des températures moyennes qui sont passées de 26°C en 1960 à 28°C en 2017.

### 3.2. Discussion

Les différents rapports du GIEC ont mis en relief une augmentation lente et continue de la température globale moyenne de la surface de la terre. Cette hausse thermométrique se traduit par les chaleurs régulièrement ressenties non seulement en Europe mais également en Afrique.

Dans le complexe Ouémé-Sô, les sudations, la chaleur, l'épuisement pendant les activités à l'air libre, sont régulièrement ressenties par les populations locales. La chaleur est plus ressentie entre les mois de février et avril (IH comprise entre 92,8 et 93,9). Nos résultats indiquent que durant ces mois, l'ambiance climatique est très inconfortable et marquée par de Crampes musculaires et des épuisements physique. Dans ce contexte, les mécanismes de la thermorégulation régulièrement sollicités, rend l'organisme humain vulnérable aux pathologies. Selon (10) une exposition prolongée à la chaleur peut perturber les mécanismes de régulation de la température interne. L'auteur rappelle que pour son bon fonctionnement, l'organisme doit maintenir une température interne d'environ 37°C. Or il se fait que les températures enregistrées durant les mois de Février, mars et avril sont élevées. (11), confirme les résultats obtenus dans le complexe Ouémé-Sô en faisant observer sur la base des analyses scientifiques qu'en raison de l'évolution des conditions climatiques et de la croissance démographique, le nombre de personnes exposées à des journées très chaudes et humides augmente dans le monde entier. C'est particulièrement le cas sur le continent africain, où la croissance démographique augmente rapidement et où les journées très chaudes et humides deviennent de plus en plus fréquentes, en particulier dans les régions tropicales. Pour ce dernier, sur la base des scénarios RCP 8.5, certaines villes de l'Afrique de l'Ouest tels que Le Bénin, le Burkina

Faso, le Mali, la Guinée-Bissau, et le Ghana seront les plus touchés par la chaleur avec un IH élevé ( $> 250$  jours / an) d'ici 2090. Mais il faut noter à ce jour, une absence de valeurs universelles absolues pour définir qu'une température est génératrice de vague de chaleur ou de chaleur accablante. Les vagues de chaleur ont été beaucoup moins étudiées en domaine tropical, zone pourtant affectée par ces aléas, surtout en saison sèche (12). Il n'existe donc pas de définition universelle mais bien de nombreuses définitions différentes les unes des autres amenant à l'identification d'événements différents (13). La plupart des études entreprises sur la hausse thermométrique n'ont pas pu dégager un seuil pour apprécier les fortes chaleurs, les journées dites chaudes ou le nombre de jour chaud. En Afrique de l'Ouest également, malgré que les températures évoluent plus rapidement que la moyenne mondiale, avec des augmentations allant de  $0,5^{\circ}\text{C}$  à  $0,8^{\circ}\text{C}$  depuis la fin des années 1970 (14) et que les journées comme les soirées sont régulièrement chaudes, aucun seuil n'a pu être défini. C'est dans ce contexte que (15) ont identifié Cinq (05) indices de chaleur pour déterminer la durée et fréquence des vagues de chaleur en Afrique tropicale septentrionale. Des analyses effectuées, les auteurs ont conclu que le Sahel Central accuse des vagues de chaleur de forte intensité moyenne  $45^{\circ}\text{C}$  contre  $54^{\circ}\text{C}$  dans la région de Niamey en mai 2010 et que les vagues de chaleur y sont également fréquentes au printemps avec 30% de jours consécutifs de chaleur. La chaleur dans cette localité est très supérieure à la chaleur ressentie dans le complexe-Ouémé-Sô durant les mois de février, mars et avril, période plus chaude voire très inconfortable.

Au regard de la difficulté à définir une journée chaude liée au vague des chaleurs ou au fortes chaleur, estime que seuls les percentiles permettent de détecter les pics de température chaude.

#### IV. CONCLUSION

Dans le complexe Ouémé-Sô, la hausse thermométrique se traduit par les fortes chaleurs que ressentent les populations locales. L'ambiance bioclimatique se caractérise par le stress thermique récurrent durant tous les mois de l'année. Mais elle est plus éprouvante entre les mois de février et avril. Il y'a lieu de s'inquiéter puisque les populations locales mènent souvent leur activité en plein air. L'organisme humain est donc régulièrement sollicité pour maintenir sa température interne. Cette exposition prolongée affaiblit l'organisme et le rend vulnérable aux pathologies.

#### REFERENCES

- [1] GIEC "Bilan 2007 des changements climatiques : Rapport de synthèse". Genève, Suisse, 2007, 103 p.
- [2] F. K. Medeou "Ambiances bioclimatiques et changements climatiques dans le département des Collines au Bénin : Vulnérabilité socio-sanitaire et performance des agriculteurs". Thèse de doctorat, Université d'Abomey-calavi (bénin), 2015, 229 p
- [3] C..S. Houssou, N P. M. Boko, E Ogouale. "Mise en Evidence de la significativité des tendances thermométriques au Bénin". Annales de la Faculté des lettres, Arts et Sciences Humaines, Université d'Abomey-Calavi (Bénin).Vol 1, N°17, décembre 2011, 197-207
- [4] OMM/OMS "Vagues de chaleur et santé "guide pour l'élaboration de systèmes d'alerte, Genève, 2015, 128 p.
- [5] P Hubert, j Carboneand and A Chaouche."segmentation des séries hydrométéorologiques application a des séries de précipitations et de débits de l'Afrique de l'Ouest" , Journal of hydrology 110(3-4), 1989, 349-367
- [6] OMM "Déclaration de l'OMM sur l'état du climat mondial en 2018", résumé technique, Genève, suisse, N° 1233, 2018 , 44p.
- [7] I RousseL "le changement climatique, un phenomene planetaire, une gestion urbaine intégrée?",xxxii ème colloque internationale de l'AIC, thessaloniki - grèce 29 mai au 1 juin 2019 (57-61).pp624
- [8] J-M Soubeyroux, G. Ouzeau , M Schneider ,O. Cabanes , R. Kounkou "Les vagues de chaleur en France : analyse de l'été 2015 et évolutions attendues en climat futur", la Météorologie - n° 94 - août 2016. Pp45-51.
- [9] M. Ouedraogo.: "Contribution à l'étude de l'impact de la variabilité climatique sur les ressources en eau en Afrique de l'Ouest. Analyse des conséquences d'une sécheresse persistante : normes hydrologiques et modélisation régionale", Thèse de Doctorat, Université de Montpellier II, 2001,257 p
- [10]E. Wilkinson, P. Katie: "Extrêmes climatiques et réduction de la pauvreté par la résilience. Le développement conçu dans l'incertitude". Université de Nairobi. BRACED, 2015, 88 p.
- [11]C. Szczypta "Hydrologie Spatiale pour le suivi des sécheresses du bassin méditerranéen", thèse de doctorat, Université de Toulouse, 2012, 197p.
- [12]J. Ringard, S Rome, Ba. Diepon, B. Kouakou "Évolution des pics de températures en Afrique de

l'Ouest : étude comparative entre Abidjan et Niamey''  
colloque AIC, 2014 pp 34-46

[13] J. Barbier '‘Extrêmes climatiques : les vagues de chaleur au printemps sahélien’’, thèse de doctorat, Université de Toulouse, 2017, 87p.

[14] (AMCC)/(GCCA) '‘Atlas agro climatique sur la variabilité et le changement climatique au Bénin’’, rapport d'étude, 2015 , 47p.

[15] S. Rome, B.Fontaine, V. Moron, B.POHL, C Jarry, A. Diedhiou '‘Analyse sémantique des vagues de chaleur ; exemple dans le Sahel Ouest et Central On a semantic definition of Heat Waves: example in West and Central Sahel’’, résumé technique : programme ANR ACASIS, 2015, 23p.