

Available online at [www.OasesVox.com](http://www.OasesVox.com)

International Journal of Innovative Technical and Applied Sciences

Journal homepage: <https://oasesvox.com/journals/index.php/ijitas>

## Contribution à l'étude des canicules en Algérie (Cas d'Oran et de Béchar)

FACI Mohammed <sup>a\*</sup>, MATARI Amar <sup>a</sup>

<sup>a</sup>Centre de Recherche Scientifique et Technique sur les Régions Arides – Biskra (Algérie)

### ARTICLE INFO

#### Article History :

Received 03 October 2017

Received in revised form 16 Novembre 2017

Accepted 19 Novembre 2017

#### Mots clés:

**Climatologie**

**Changement climatique**

**Canicules**

**Température**

**Tendance à la hausse**

### RESUME

Pour une contribution à l'étude des canicules nous avons choisi l'Ouest Algérien, à travers la station d'Oran pour la région côtière et la station de Béchar en plein Sahara.

Pour définir une journée de forte chaleur deux manières seront prises en compte :

- 1- Une journée où la somme de la température maximale et minimale journalière (TMax + TMin) est supérieure ou égale à 55 degrés Celsius pour la station d'Oran et 70 °C pour la station de Béchar.
- 2- Une journée pour laquelle TMax  $\geq$  35 °C et TMin  $\geq$  20 °C pour la station d'Oran et TMax  $\geq$  42,5 °C et TMin  $\geq$  27,5 pour la station saharienne.

On peut ainsi mettre en évidence des périodes de forte chaleur d'une longueur donnée. Cette période peut aller d'un jour à plusieurs jours consécutifs. Deux périodes distinctes ont été considérées sur les deux stations 1951-1980 et 1981-2010. Le choix de ces deux périodes provient des résultats des différents travaux sur le climat et le réchauffement climatique. En effet les tests statistiques appliqués aux longues séries de températures montrent une rupture de la stationnarité qui se situe vers la fin des années soixante-dix. Le nombre de périodes de chaleur a été comparé en considérant les deux mois les plus chauds de l'année juillet et août.

Il ressort en général, pour les deux régions, que les séquences de forte chaleur sont devenues plus longues et fréquentes durant les trois dernières décennies en phase avec le réchauffement climatique. Si on considère les séquences supérieures ou égales à 3 jours, le nombre de cas est passé de 26 entre 1951 et 1980 à 43 entre 1981 et 2010 sur Oran. Sur Béchar, la longueur maximale de la séquence de forte chaleur a aussi doublé, passant de 7 jours à 14 jours et le nombre de cas de jours caniculaires a également doublé. Si on considère l'évolution chronologique du nombre de journées de forte chaleur, il apparaît nettement une tendance à la hausse sur ces deux régions.

© 2017 The Authors. Published by Oases Vox Ed. This is an open access article licensed under a Creative Commons Attribution-Non-Commercial 4.0 International License.

### Nomenclature:

TMax : température maximale journalière (maximum daily temperature).

TMin : température minimale journalière (minimum daily temperature).

°C : degrés Celsius (degrees Celsius).

$\geq$  : supérieure ou égale (higher than or equal).

\* Corresponding author.

E-mail address: [fm\\_alg@yahoo.fr](mailto:fm_alg@yahoo.fr)

DOI: Pending.

© 2017 The Authors. Published by Oases Vox Ed. This is an open access article licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License. (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).

---

## Introduction

L'établissement d'une meilleure compréhension des risques nécessite une plus grande attention à l'étude du phénomène (Intensité, fréquence, ... etc.), d'une part. Et d'autre part, ses effets sur la santé humaine, ainsi que les coûts indirects liés aux pertes économiques et à la sécurité des infrastructures et de l'énergie. Les vagues de chaleur sont généralement définies comme des périodes d'extrême chaleur étendue ; aucune définition cohérente n'existe en ce qui concerne le seuil de température et le nombre de jours utilisés pour définir les vagues de chaleur (Anderson et Bell, 2011). Les seuils de température et la durée des vagues de chaleur déterminent pourtant la dangerosité du phénomène (Abderrahmani et al, 2009).

Dans le monde, la conscience de l'impact de ce phénomène a été brutalement réveillée après les pertes humaines considérables enregistrées en Europe en 2003 ; selon Kovat et Hajat (2008), cette vague de chaleur a entraîné 14 802 décès en France sur une période de 20 jours seulement, ce qui a engendré des efforts importants pour l'étude de ce risque.

En Algérie peu de travaux ont été consacrés à l'étude de ce risque, et les seuls effets visibles sur l'homme sont les délestages électriques à cause des pointes d'utilisation des climatiseurs et l'augmentation de la demande en eau. Les vagues de chaleur ont aussi des conséquences notables sur le fonctionnement des écosystèmes et sur le cycle phénologique des plantes.

---

## 1. 1. Méthodologie

Le confort d'une personne dépend des températures de la journée et de la nuit correspondante. Dans la littérature il n'existe pas de définition universelle pour caractériser la vague de chaleur et le pic de chaleur.

Selon Derkaoui (2012), la définition d'une canicule est relative au climat de la région habitée, elle peut être décrite comme une période pendant laquelle la température maximale est très élevée et la température minimale ne s'abaisse pas suffisamment la nuit.

Comme elle peut être accompagnée d'un niveau d'humidité élevé pendant un certain nombre d'heures et durant plusieurs jours consécutifs.

La majorité des études réalisées, en Algérie et au monde entier, se sont intéressées à l'impact des canicules sur la santé humaines. Nous citons, à titre d'exemple, les travaux de Borden et Cutter (2008), Hanna et al (2011), ...etc.

Notre travail s'intéresse à l'étude de la variabilité des périodes caniculaires durant les soixante dernières années et cherche s'il existe une relation entre les changements climatiques et l'évolution des canicules.

### 1.1. Les stations

L'analyse des canicules sera réalisée à partir des données météorologiques de deux stations principales de l'Office national de météorologie situées dans l'Ouest Algérien :

La station d'Oran (Latitude 35°38 N et Longitude 00°36 W) qui est une station côtière.

La station de Béchar (Latitude 31°38 N et Longitude 02°15 W) qui se situe au Sahara, c'est-à-dire une région aride.



Figure 1 : Localisation administrative des wilayas d'Oran et de Béchar sur la carte d'Algérie.

### 1.2. Les périodes

Deux périodes distinctes ont été considérées sur les deux stations : 1951-1980 et 1981-2010. Le choix de ces deux périodes provient des résultats des différents travaux sur le climat et le réchauffement climatique. En effet les tests statistiques appliqués aux longues séries de température montrent une rupture de la stationnarité qui se situe vers la fin des années 1970.

Le nombre de périodes de chaleur a été comparé en considérant les deux mois les plus chauds de l'année : juillet et août.

### 1.3. Les seuils

La plus part des travaux sur les vagues de chaleur considèrent uniquement les températures maximales et minimales journalières.

En général, pour qu'une journée de chaleur excessive soit prise en considération, il faut que sa température égale ou dépasse certains seuils en intensité ; ces journées de chaleur peuvent persister pendant plusieurs jours successifs et occasionner des impacts négatifs plus importants. Les seuils peuvent différer selon le climat du lieu.

Ainsi énuméré, nous avons considéré deux manières pour définir une journée de canicule :

La première : on considère une journée de canicule lorsque la somme des températures maximale et minimale journalière ( $T_{Max} + T_{Min}$ ) est supérieure à un seuil donné : ce seuil peut paraître arbitraire, mais il est assez proche du double de la moyenne des mois considérés. Pour la station d'Oran, il sera de 55 °C et pour la station de Béchar il sera de 70 °C.

La deuxième : on considère une journée de canicule lorsque la température maximale et la température minimale dépassent chacune un seuil préalablement défini ; pour la station d'Oran, nous avons choisi  $T_{Max} \geq 35$  °C et  $T_{Min} \geq 20$  °C, pour la station de Béchar  $T_{Max} \geq 42,5$  °C et  $T_{Min} \geq 27,5$  °C.

On peut ainsi mettre en évidence des périodes de canicule d'une longueur donnée. Cette période peut aller d'un jour à plusieurs jours consécutifs.

Pour la station de Béchar et suite au manque de données des trois premières années de la première période (1951, 1952 et 1953), nous avons réajusté les nombres de cas par une règle de trois.

### 1.4. L'ajustement des données

Dans notre cas d'étude, il est possible d'ajuster par une loi théorique les périodes de canicule. Vu la forme de distribution de l'histogramme des périodes de chaleur (forme en J), le modèle markovien du 1er ordre nous semble adéquat pour cette valeur discrète.

$T_n = \alpha 11^{n-1} \alpha 10$  est la probabilité d'observer une période de canicule d'une longueur n donnée et  $\alpha$  représente la probabilité d'observer une journée de canicule le lendemain, sachant qu'aujourd'hui la journée a été également caniculaire.

## 2. Résultats et discussions

### 2.1. Analyse lorsque la somme des températures maximale et minimale dépasse un seuil

La figure suivante (Fig.2) montre que les séquences de chaleur les plus courtes sont les plus nombreuses à Oran, quelle que soit la période considérée. L'histogramme montre en général que plus la séquence de forte chaleur est longue plus elle est rare.

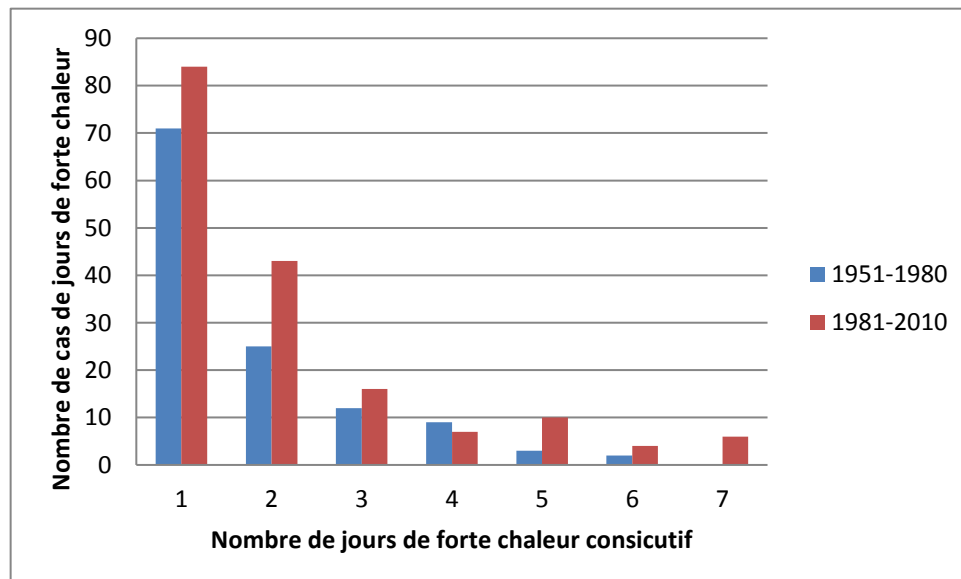


Figure 2 : Périodes de forte chaleur à Oran ( $T_{Max} + T_{Min} \geq 55 \text{ }^\circ\text{C}$ ).

Toutefois on peut observer jusqu'à des séquences de sept jours dans les trente dernières années. Le nombre des séquences de chaleur de durée égale ou supérieure à trois jours est de 26 pour la première période, soit un peu moins d'un cas par an ; pour la deuxième période, il atteint 43 soit en moyenne 1,5 cas par an.

A partir du graphe suivant (Fig.3), on constate que les périodes de chaleur ( $\geq 70 \text{ }^\circ\text{C}$ ) les plus courtes, à Béchar, sont également les plus nombreuses. Il ressort, aussi, à cette station saharienne une distribution en forme de J pour ces différentes longueurs. Les séquences d'une seule journée sont plus importantes (+ 25 %) durant 1981-2010, mais ce qui est le plus caractéristique de ces trente dernières années est l'observation des séquences plus longues ; ainsi les vagues de chaleur sont plus persistantes et le nombre de séquences de forte chaleur d'une durée de plus de trois jours est multiplié par deux, passant de 14 cas pour la première période à 28 cas durant la deuxième période.

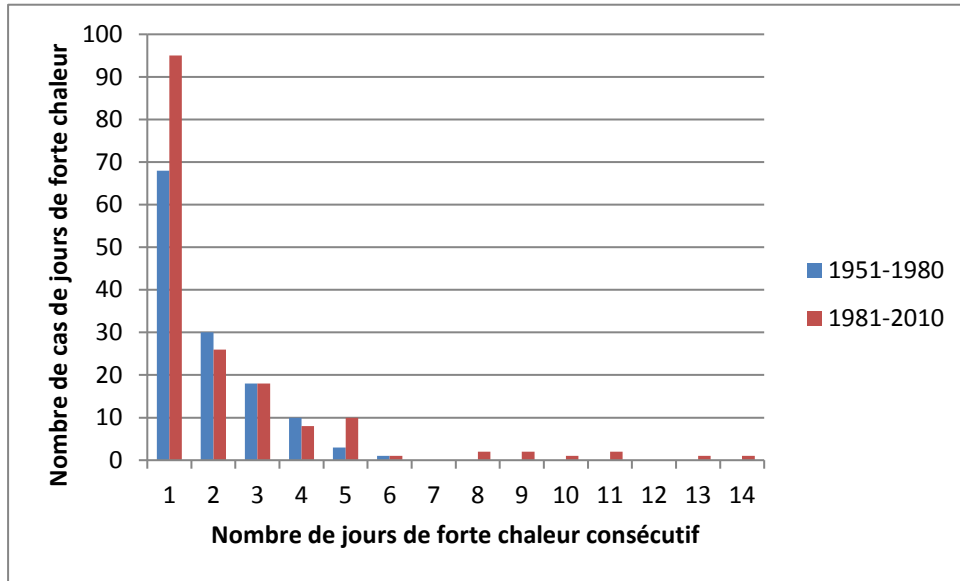


Figure 3 : Périodes de forte chaleur à Béchar ( $T_{Max} + T_{Min} \geq 70 \text{ }^\circ\text{C}$ ).

Les histogrammes fréquentiels suivants (Fig.4 et Fig.5), des deux stations, confirment les résultats précédents.

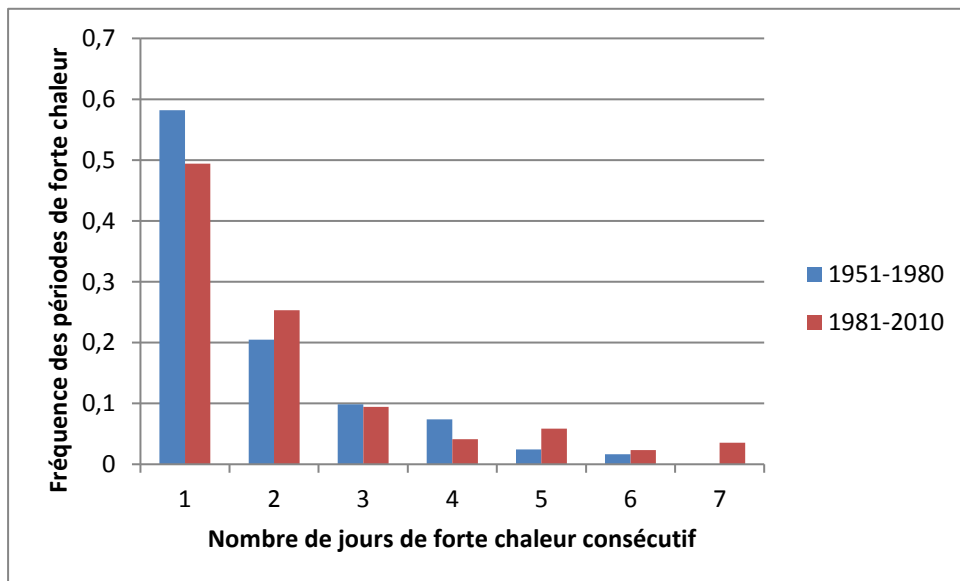


Figure 4 : Fréquence des journées consécutives de forte chaleur où  $T_{Min} + T_{Max} \geq 55 \text{ }^\circ\text{C}$  à Oran.

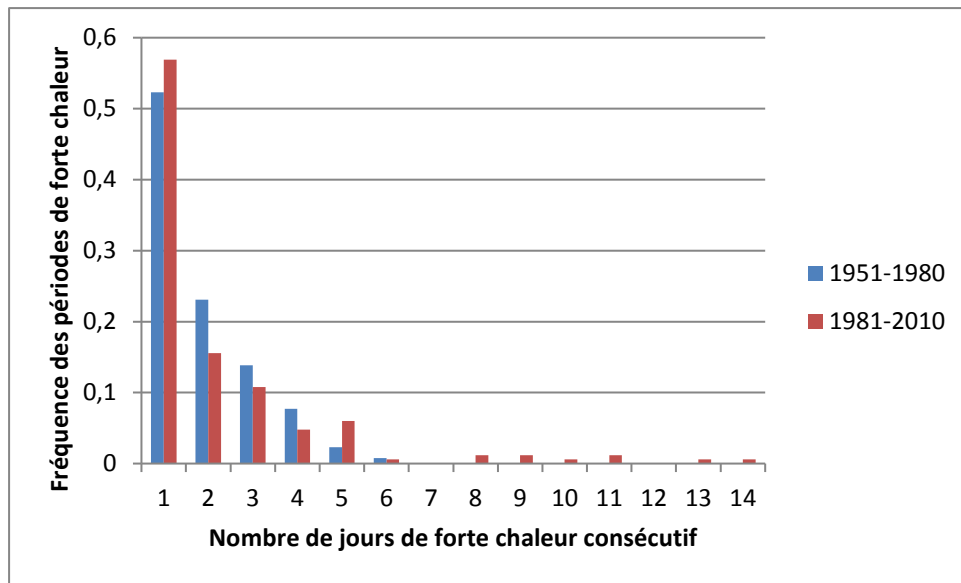


Figure 5 : Fréquence des journées consécutives de forte chaleur ( $T_{Max} + T_{Min} \geq 70 \text{ }^\circ\text{C}$ ) à Béchar.

L'ajustement des données montre l'existence d'un effet de persistance dû à des conditions météorologiques favorables pour le déclenchement des périodes dites de chaleur.

Il est possible de calculer, par exemple, la probabilité d'observer une forte chaleur de trois jours, la probabilité d'observer une forte chaleur qui durera plus de trois jours, ainsi que sa durée de retour moyenne par l'application de la fonction densité et de répartition du modèle d'ajustement choisi.

La durée de retour moyenne d'une période de chaleur de plus de trois jours pour la station d'Oran sera de 8 ans (Voir Fig.6). Par contre, elle est de 4 ans pour la station de Béchar (Voir Fig.7).

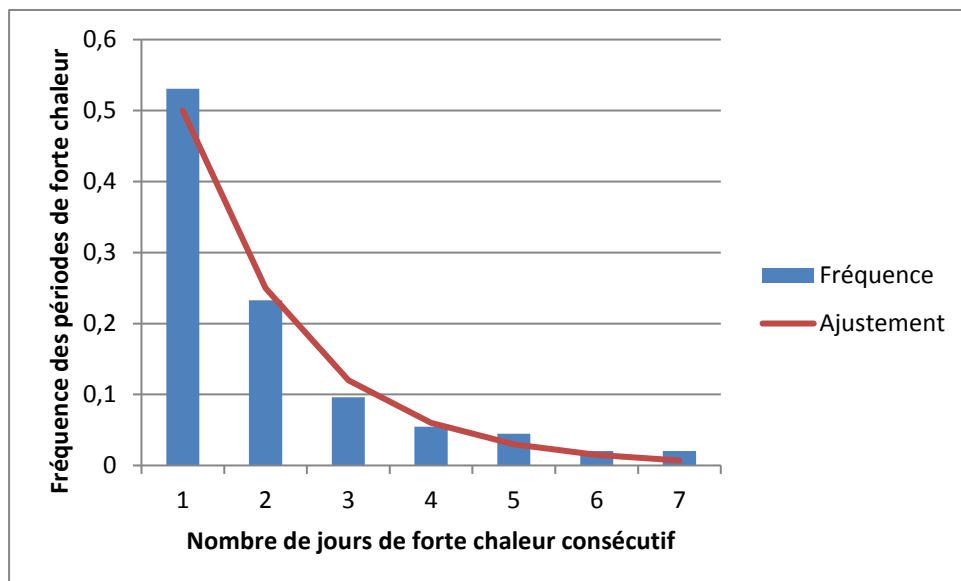


Figure 6 : Ajustement de la fréquence des périodes de forte chaleur ( $T_{Max} + T_{Min} \geq 55 \text{ }^\circ\text{C}$ ) à Oran entre 1951 et 2010.

Ces calculs ont été établis en tenant compte de toute la période (soixante années). En considérant des périodes trentenaires, par exemple celle de 1951-1980 qui est considérée par plusieurs chercheurs comme normale, alors les séquences de chaleur assez rares deviendraient plus courantes durant les trente dernières années.

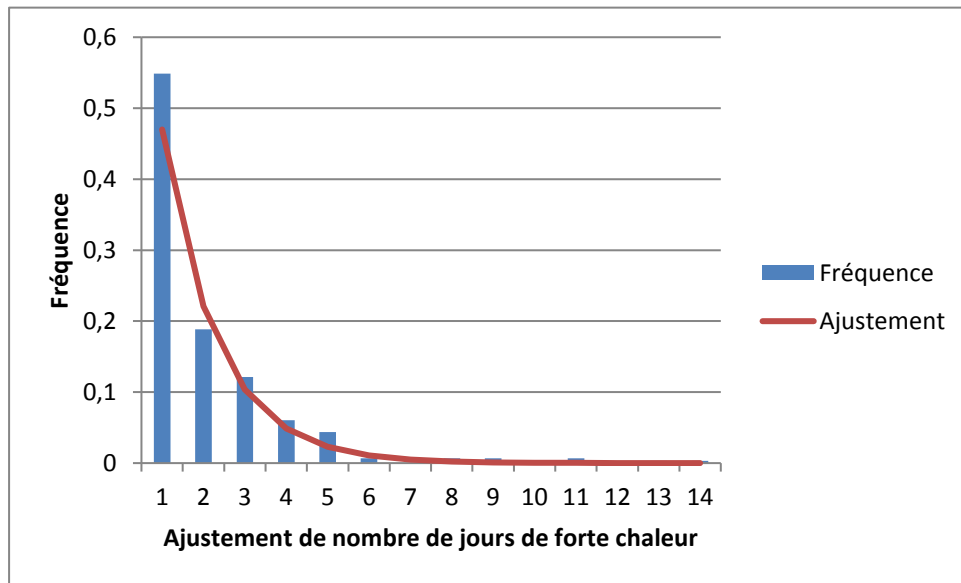


Figure 7 : Ajustement de la fréquence des périodes de forte chaleur ( $T_{Min} + T_{Max} \geq 70 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ) à Béchar entre 1951 et 2010.

La figure suivante (Fig.8), nous donne l'évolution annuelle du nombre de jours où l'événement ( $T_{Max} + T_{Min} \geq 55 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ) a été observé à Oran ; la figure montre l'existence d'une tendance à la hausse assez nette à partir du milieu des années 1980. L'année 1994 et l'année 2003 paraissent très exceptionnelles, car on a observé plusieurs jours successifs des températures maximales supérieures à  $40 \text{ }^{\circ}\text{C}$  et des températures minimales supérieures à  $21,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ .

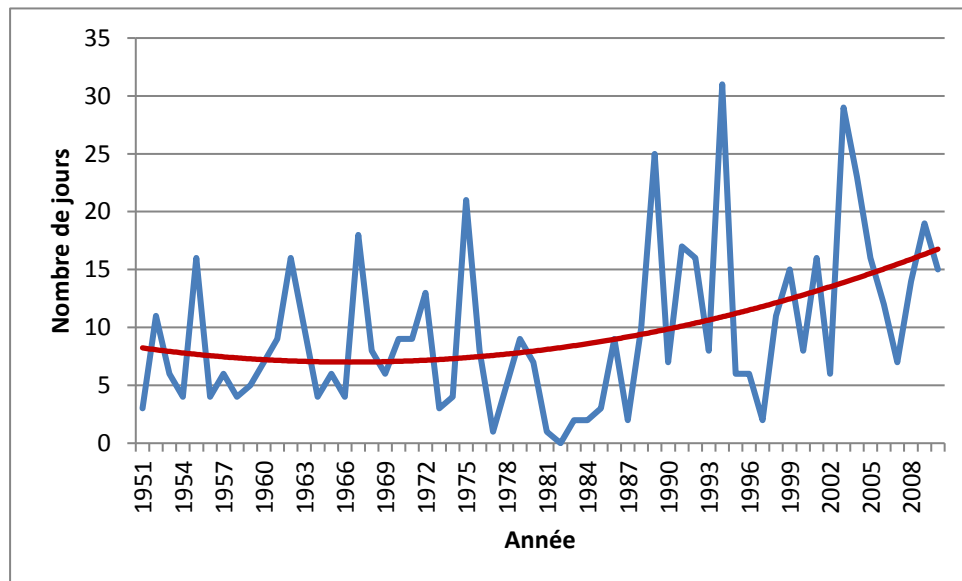


Figure 8 : Nombre de jours où  $T_{Min} + T_{Max} \geq 55 \text{ }^{\circ}\text{C}$  à Oran.

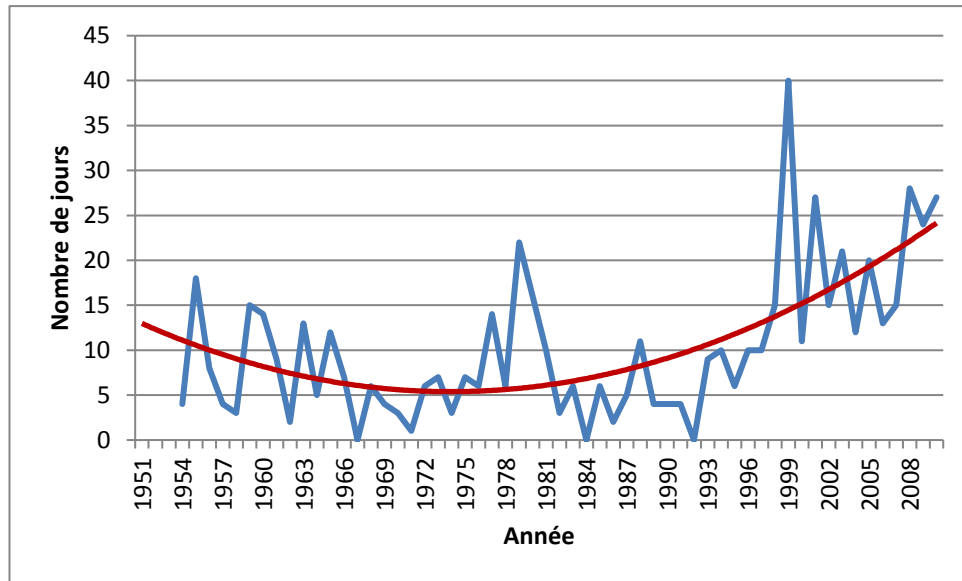


Figure 9 : Nombre de jours où  $T_{Min} + T_{Max} \geq 70$  °C à Béchar.

Pour la station de Béchar le nombre de jours où  $T_{Min} + T_{Max} \geq 70$  °C a connu une tendance à la hausse assez nette à partir du milieu des années 1990 (Fig.9). L'année 1999 a été très exceptionnelle, car on a observé 40 jours de forte chaleur sur les 62 jours des deux mois de juillet et d'août.

## 2.2. Analyse lorsque la température maximale et la température minimale journalières dépassent un seuil choisi

Pour ce deuxième cas, nous avons considéré les températures minimales égales ou supérieures à 20 °C et les températures maximales égale ou supérieure à 35 °C pour la station d'Oran. Les seuils fixés pour la station de Béchar sont 42,5 °C pour les températures maximales et 27,5 °C pour les températures minimales.

Nous avons remarqué à Oran (Fig.10) que :

Les séquences les plus courtes sont les plus observées,

Les fortes chaleurs d'une journée sont plus importantes durant la première période,

Les vagues de chaleur de deux jours sont très importantes pour la période 1981- 2010.

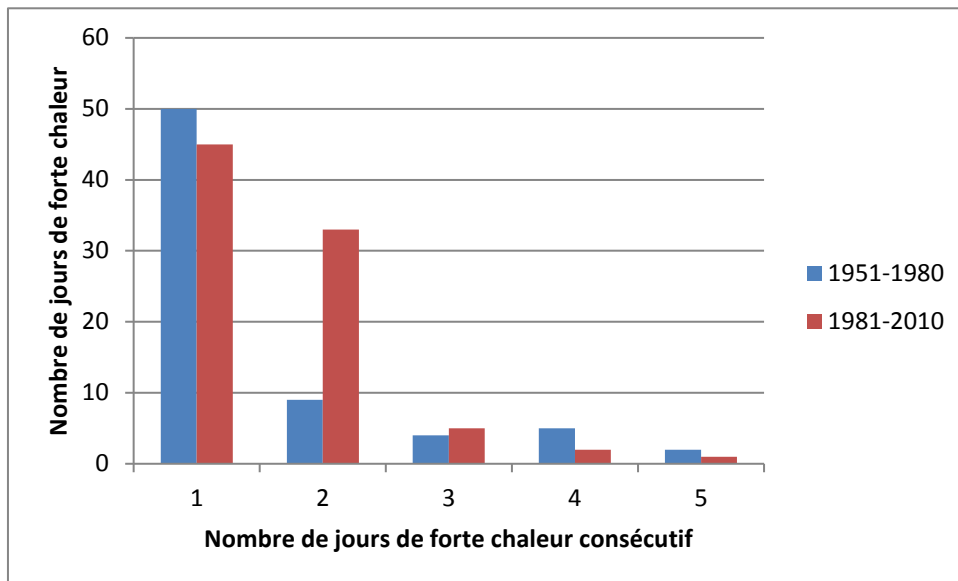


Figure 10 : Périodes de forte chaleur à Oran ( $T_{Max} \geq 35 \text{ °C}$  et  $T_{Min} \geq 20 \text{ °C}$ ).

Les fortes chaleurs supérieures au seuil ont doublé à Béchar entre 1981 et 2010 par rapport à la première période de la série d'étude (Fig.11). Nous avons remarqué aussi la présence de séquences de cinq jours consécutifs de forte chaleur au cours de la même période.

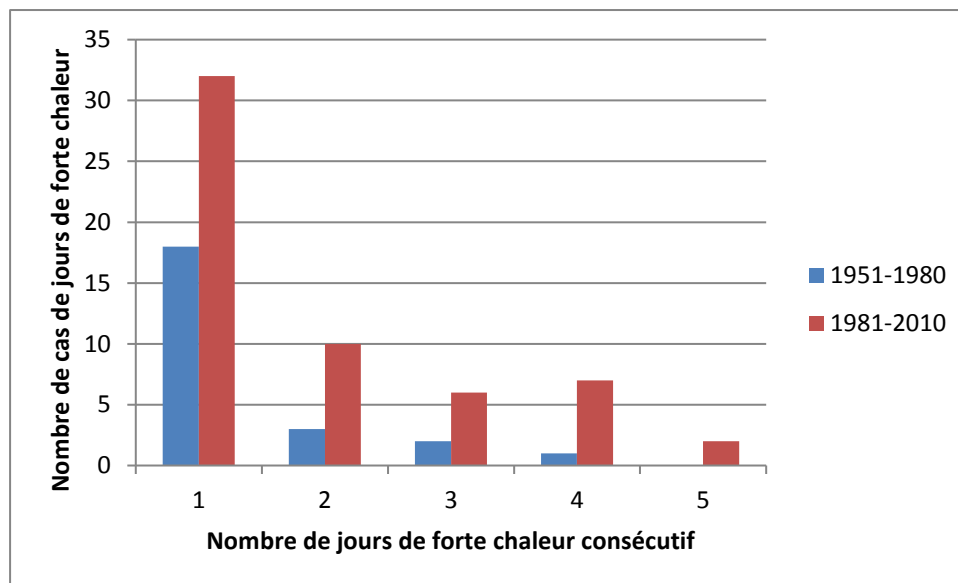


Figure 11 : Périodes de forte chaleur à Béchar ( $T_{Max} \geq 42,5 \text{ °C}$  et  $T_{Min} \geq 27,5 \text{ °C}$ ).

La durée de retour moyenne d'une vague de chaleur qui durera plus de trois jours est de 16 ans à Oran, pour Béchar, elle sera de 8 ans. L'évolution du nombre de cas  $T_{Max}$  et  $T_{Min}$  dépassant les seuils précités a été établie pour Oran et Béchar. On remarque à partir du milieu des années 1980, une nette tendance à l'augmentation du nombre de jours chauds à Oran (Fig.12) ; cette augmentation a été également observée pour les températures ( $T_{Max} \geq 35 \text{ °C}$ ) et les températures ( $T_{Min} \geq 20 \text{ °C}$ ).



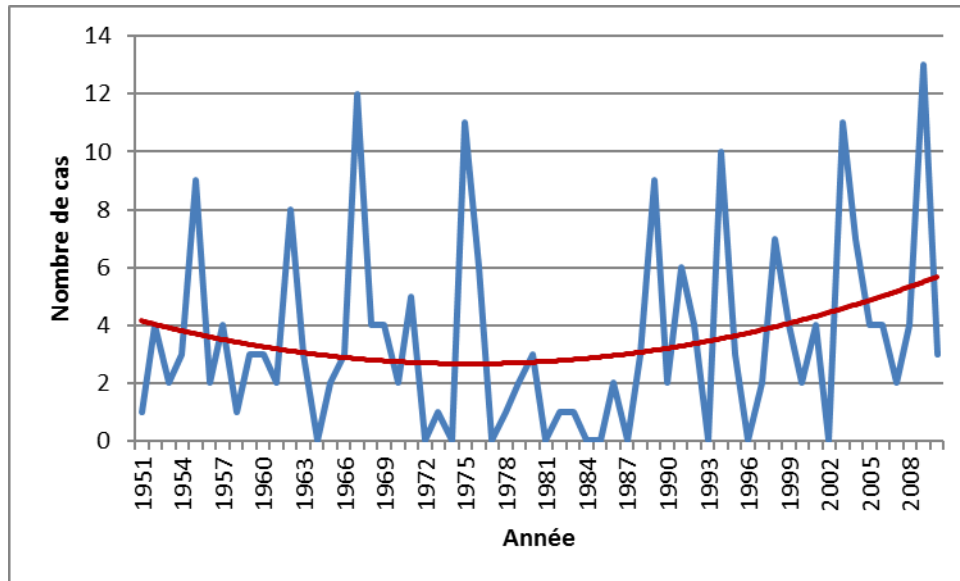


Figure 12 : Nombre de cas où  $T_{Max} \geq 35 \text{ }^{\circ}\text{C}$  et  $T_{Min} \geq 20^{\circ}\text{C}$  à Oran.

Pour la station de Béchar, un accroissement significatif du nombre de cas a été enregistré à partir du milieu des années 1990 pour les températures ( $T_{Max} \geq 42,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$  et  $T_{Min} \geq 27,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ) (Fig.13) et pour les températures maximales ( $T_{Max} \geq 42,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ). La tendance à la hausse est également vérifiée pour les températures minimales égales ou supérieures à  $27,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$  (Fig.14), elle a commencé plutôt au milieu des années 1980.

Nous avons constaté 23 jours de forte chaleur durant les deux mois de juillet et d'août durant l'année 1999, c'est le pic des 57 années prises en considération par notre étude.

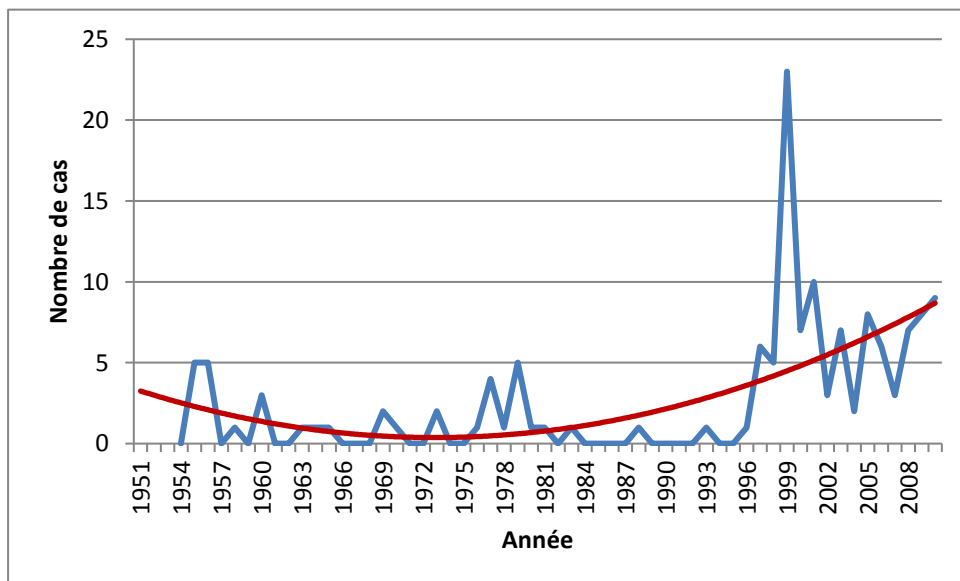


Figure 13 : Nombre de cas où  $T_{Max} \geq 42,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$  et  $T_{Min} \geq 27,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$  à Béchar.

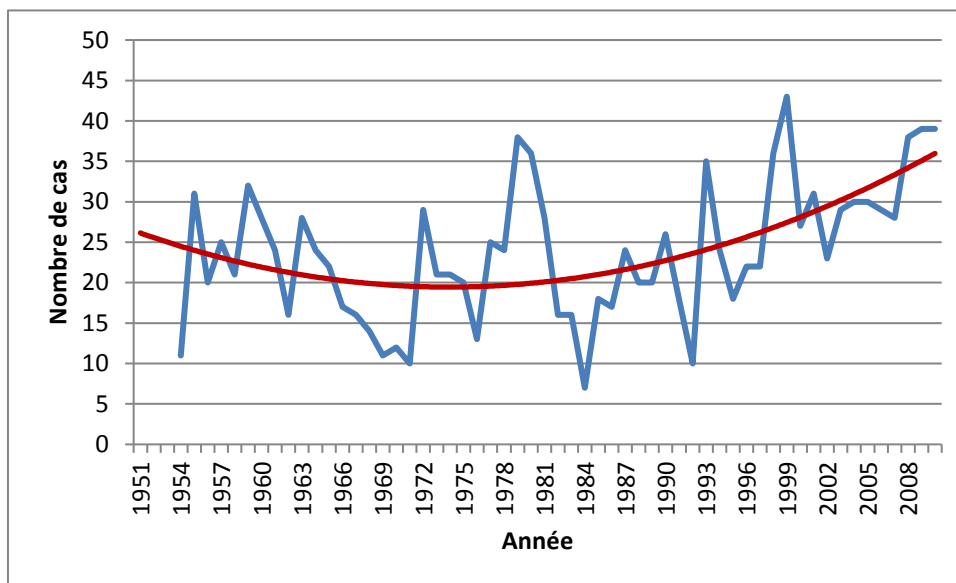


Figure 14 : Nombre de cas où TMin  $\geq$  27,5 °C à Béchar.

L'année 1999 fait l'exception pour les températures maximales et minimales, pour ces dernières nous avons enregistré 43 jours de températures supérieur ou égale à 27,5 °C. Alors que 26 est le nombre de jours égale ou supérieur à 42,5 °C de température maximale.

## 2. Conclusion

La tendance à la hausse des jours de forte chaleur a commencé au milieu des années 1980 à Oran, alors qu'elle n'a débuté à Béchar qu'au milieu des années 1990 ; sauf pour les températures minimales où elle a été plus précoce comme sur Oran.

Les séquences de chaleur les plus courtes (moins de quatre jours) sont les plus fréquentes. Alors que les séquences de longue durée sont bien remarquables durant la deuxième période de notre étude.

La première façon, utilisée pour analyser les canicules, c'est-à-dire la somme des TMax et TMin, a fait apparaître des vagues de chaleur pouvant persister jusqu'à sept jours consécutifs à Oran et quatorze jours à Béchar.

La fréquence des courtes périodes consécutives de forte chaleur est la dominante aussi bien sur la station côtière que la station du Sahara.

L'ajustement théorique des fréquences des périodes de forte chaleur peut être établi par le modèle markovien du premier ordre, ce qui permet de calculer la probabilité d'observer une séquence de chaleur ayant une longueur donnée. Il ressort à partir de l'analyse que la statistique des journées de forte chaleur est tributaire à la définition considérée.

L'étude montre très nettement que durant les trente dernières années le nombre de cas de ces journées de chaleur a augmenté.

Les deux années 1994 (à Oran) et 1999 (à Béchar) ont fait l'exception, aussi bien pour la valeur élevée des températures que pour le nombre important de jours de forte chaleur.

## REFERENCES

- ABDERRAHMANI B., HAOUARI M., DOBBI A., HADJEL M., HASSINI N., 2009 : "Analyse et modélisation des extrêmes de température au niveau de quelques stations types de Nord-Ouest Algérien". *Geographia Technica* (Roumanie), Numéro spécial, pp. 05-10.
- ANDERSON B. et BELL M., 2011 : "Heat Waves in the United States: Mortality Risk during Heat Waves and Effect Modification by Heat Wave Characteristics in 43 U.S. Communities". *Environmental Health Perspectives* (USA), Vol 119 (2), pp. 210-218.
- BORDEN K.A. et CUTTER S.L., 2008 : "Spatial patterns of natural hazard mortality in the United States". *International Journal of Health Geographics*, 7 (64) : 31.
- DERKAOUI I., 2012 : "Impact des paramètres météorologiques sur la mortalité globale à Oran en 2009". Mémoire de Magister, Département de physique, Faculté des sciences, université d'Oran Es-senia (Algérie), 62 p.
- HANNA R., ANDREW R.V et CRITTENDEN L., 2011 : "We're all connected: The power of the social media ecosystem". *Business Horizons*, 54 : 3, pp. 265-273.