

## VARIABILITE DE LA TEMPERATURE DE L'AIR A BISKRA (ALGERIE)

**Mohammed FACI<sup>1</sup>, Miloud OUBADI<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *Centre de Recherche Scientifique et Technique sur les Régions Arides (CRSTRA), Campus universitaire - Biskra, Algérie, [fm\\_alg@yahoo.fr](mailto:fm_alg@yahoo.fr)*

<sup>2</sup> *Centre de Recherche Scientifique et Technique sur les Régions Arides (CRSTRA), Station expérimentale de Naama, Algérie, [oubadi@hotmail.fr](mailto:oubadi@hotmail.fr)*

**Résumé :** Dans la présente contribution, nous avons analysé la variabilité de la température dans la région de Biskra, sur une période de 68 années (1951-2018). Nous avons recouru dans un premier temps au test de Mann-Kendall, afin de faire ressortir les tendances et période d'apparition de ces tendances. Dans un deuxième temps, nous avons analysé le nombre et la répartition des vagues de chaleur durant la période estivale. Les températures ont connu une tendance à la hausse à partir de l'année 1992, alors qu'il ressort que le nombre et la répétitivité des vagues de chaleur ont connu une tendance vers la hausse au début des années 1980. En général, ces vagues sont réparties sur les deux mois les plus chauds de l'année, à savoir juillet et août ; ce qui répercuterait négativement sur la qualité des dattes, étant donnée leur coïncidence avec la période de maturité du fameux fruit 'Deglet Nour'.

**Mots-Clés :** température, hausse, Biskra, Deglet Nour.

**Abstract:** In this contribution, we have analyzed the variability of temperature in the region of Biskra, over a period of 69 years (1951-2018). We have used in a first step the Mann-Kendall test, in order to highlight the trends and period of appearance of these trends. In a second step, we analyzed the number and distribution of heat waves during the summer period. Temperatures have shown an upward trend since 1992, while the number and repetitiveness of heat waves have shown an upward trend since the early 1980s. In general, these waves are spread over the two hottest months of the year, namely July and August, which would negatively affect the quality of dates, given their coincidence with the period of maturity of the famous fruit 'Deglet Nour'.

**Keywords:** temperature, rise, Biskra, Deglet Nour.

### Introduction

Selon l'OMM (2021), la décennie 2011-2020 a été la plus chaude jamais constatée dans le monde depuis le début d'enregistrement des températures de l'air ; les six années les plus chaudes ont toutes été enregistrées depuis 2015, les années 2016, 2019 et 2020 arrivant en tête du classement. La température moyenne mondiale en 2020 a atteint environ 14,9 °C, soit 1,2 °C ( $\pm 0,1$  °C) de plus que sa valeur préindustrielle (période 1850-1900). Depuis les années 1980, chaque décennie est plus chaude que la précédente.

L'agriculture est considérée comme une activité économique qui devrait être vulnérable à la variabilité et au changement climatique. Elle implique des processus naturels qui nécessitent souvent des proportions fixes de nutriments, des températures, des précipitations et d'autres conditions (Kerveno, 2019).

L'importance socioéconomique et environnementale du palmier dattier en Algérie est une donnée connue et non discutable, que ce soit par la sédentarisation de la population, le marché d'emploi qu'elle offre dans les régions oasiennes ou par la part de devise générée par l'exportation des dattes (Benziouche, 2012).

Autrement dit, le palmier dattier constitue le pivot central du système oasien, où la vie est presque impossible en dehors de l'oasis ; c'est un écosystème très particulier, car il est fragile et complexe à la fois (Bouammar, 2007 ; Benziouche et Chehat, 2010).

Le patrimoine phœnicicole algérien englobe plus de 20 millions de palmiers, répartie sur 952 cultivars, dont plus de 62 % de pieds de Deglet Nour. La production a connu une augmentation depuis la deuxième moitié de la première décennie de ce millénaire, avec l'enregistrement de 9903770 quintaux en 2015. Le chiffre des exportations des dattes dépasse les 40 millions de dollars chaque année (Bouguedoura et al., 2015 ;

ONFAA, 2016 ; Moulai et Yahaya, 2019 ; FAOSTAT, 2020). Néanmoins, la Deglet Nour de Biskra est la seule variété détentrice d'un label d'Indexation Géographique Protégée (IGP).

L'analyse de données disponibles de la température de l'air à Biskra, afin de faire ressortir les tendances et la variabilité interannuelle, s'intègre dans un projet de recherche qui vise à comparer les besoins thermiques actuelles du palmier dattier par rapport à ceux enregistrés aux années 1970, afin de prévoir les impacts futurs d'une augmentation des températures sur le cycle phénologique du dattier.

## 1. Données et Méthodes

### 1.1. Région d'étude

Biskra se situe au Sud-Est de la partie nord de l'Algérie à environ 425 km d'Alger (Figure 1). La superficie de la wilaya (département) de Biskra est de 21509,8 km<sup>2</sup> (DPSB-Biskra, 2019).

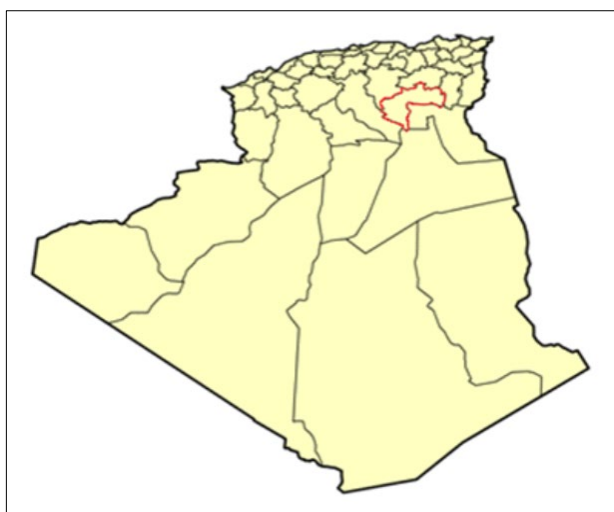


figure 1. Localisation de la wilaya de Biskra (en rouge).

### 1.2. Données climatiques

Pour le présent travail, nous avons utilisé les données météorologiques enregistrées dans la station météorologique de Biskra, qui dépend de l'Office National de Météorologie (ONM), située à environ 8 km de la ville de Biskra (ONM, 2019) ; ce sont des données homogènes et sans interruption. Nous avons analysé une série de données journalières de la température de l'air, d'une durée de 68 ans (1951-2018).

### 1.3. Test de tendance de Mann-Kendall

Dans le cas d'une série d'observations météorologiques, le test de tendance de Mann-Kendall est l'un des plus utilisés pour démontrer l'existence possible d'une tendance. Dans le cas d'existence d'une tendance linéaire (à la hausse ou à la baisse) basée sur des séries temporelles, ce test non paramétrique nous permettra de déterminer la période de rupture dans la série de données (McLeod et *al.*, 1990 ; Braud, 2011).

Selon Sneyers (1990), pour chaque élément  $x_j$  ou, ce qui est la même chose, pour chaque élément  $y_j$ , le nombre  $n_j$  d'éléments  $y_j$  le précédent ( $i > j$ ) est calculé tel que  $y_i > y_j$

La statistique de test  $t$  est alors donnée par l'équation :  $t = \sum_{i=1}^n n_i$

Et sa fonction de distribution, sous l'hypothèse nulle, est asymptotiquement normale, avec comme moyenne et variance :

$$E(t) = \frac{n(n-1)}{4} \text{ et } \text{var } t = \frac{n(n-1)(2n+5)}{72}$$

$$u(t) = \frac{[t - E(t)]}{\sqrt{\text{var}(t)}}$$

La statistique réduite du test est donnée par :

On cherche la probabilité  $\alpha_1$  à l'aide de la loi normale centrée réduite telle que  $\alpha_1 = \text{Prob}|u| > |u(t)|$ , l'hypothèse nulle est acceptée ou rejetée au niveau  $\alpha$  selon que l'on a  $\alpha_1 > \alpha$  ou  $\alpha_1 < \alpha$ .

Lorsque les valeurs de  $u(t)$  sont significatives, on conclut à une tendance croissante ou décroissante selon que  $u(t) > 0$  ou  $u(t) < 0$ . Toutefois, lorsqu'on désire situer l'époque à partir de laquelle la tendance s'est manifestée, la statistique du test se prête mieux au calcul progressif et rétrograde nécessaire à cet effet. En inversant la direction du calcul, la variable  $u(t)$  obtenue est appelée série rétrograde. Le point d'intersection de  $u'(t)$  avec  $u(t)$  donne le début de la tendance (Oubadi et al., 2021).

Les résultats d'applications ont été représentés, en choisissant un seuil de signification de 5 %.

#### 1.4. Vagues de chaleur

D'après Faci et al. (2018a), pour désigner une journée de forte chaleur nous prenons en compte les températures maximales (Tmax) et les températures minimales (Tmin) de la journée, non pas on les considérant individuellement mais en faisant leur somme qui est assez représentative de la moyenne journalière de la température, parce qu'en période estivale, son évolution est proche d'une sinusoïde. Nous avons défini qu'une journée est chaude si la somme des Tmin et des Tmax dépasse un seuil considéré qui est égal à un dépassement d'au moins 10 °C de la somme moyenne (Tmax moyenne + Tmin moyenne).

$$\text{Seuil (Tmax + Tmin)} \geq (\text{Tmax moyenne} + \text{Tmin moyenne}) + 10 \text{ °C}$$

La moyenne des quatre mois les plus chauds de l'année (juin, juillet, août et septembre), sur les 60 années de données disponibles (1951-2010), est 60 °C. De ce fait, toute journée d'une somme (Tmax + Tmin) égale ou supérieur à 70 °C est considérée comme 'journée chaude' ou 'journée de forte chaleur' (Faci et al., 2016).

Pour la présente analyse, une vague de chaleur correspond à toute séquence de plus de deux journées consécutives de forte chaleur (Faci, 2018 ; Faci et al., 2018a ; Faci et al., 2018b).

## 2. Résultats

### 2.1. Test de tendance de Mann-Kendall

La température de l'air enregistrée à Biskra, pendant 68 années (1951-2018), montre une tendance vers la hausse des températures annuelles (ce sont les moyennes annuelles moyenné sur les 12 mois de l'année) ; elle a débutée dans les années 1980 pour les minimales et à partir des années 1990 pour les maximales (Figure 2).

Pour la même série de données, les températures minimales mensuelles varient entre 4,2 °C (enregistrée en janvier 2000) et 30,5 °C (juillet 2018) ; la moyenne des minimales du mois de janvier est 7,02 °C, alors que celle enregistrée en mois de juillet est 27,92 °C. De leur part, les températures maximales mensuelles basculent entre 14,8 °C (janvier 2006) et 43,5 °C (juillet 2018) ; la moyenne des maximales mensuelles les plus bas est enregistrée en mois de janvier (17,31 °C), par contre, la plus élevée été en mois de juillet (40,92 °C).

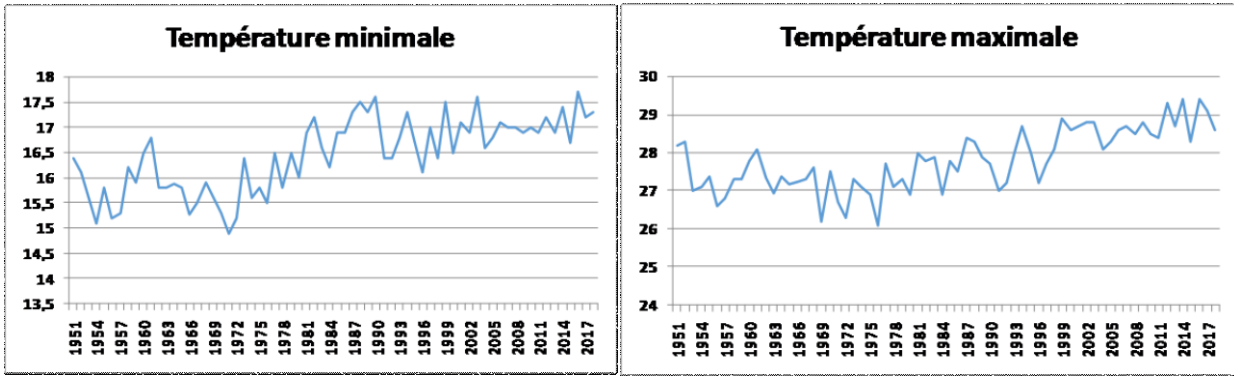


figure 2. Evolution de la température annuelle à Biskra durant la période 1951-2018 (en °C).

Au seuil de 5 %, l'application du test de Mann-Kendall a révélé une rupture significative à la hausse dans la série de températures moyennes annuelles ( $u(t)$  dépasse la valeur absolue de la valeur critique au niveau de 0,05, qui est de 1,96) ; la rupture a commencé en 1992 (Figure 3). L'identification de la rupture a permis de calculer l'augmentation de la température par la différence entre les deux périodes, après et avant cette rupture (Tableau 1). Cette hausse est de 1,03 °C.

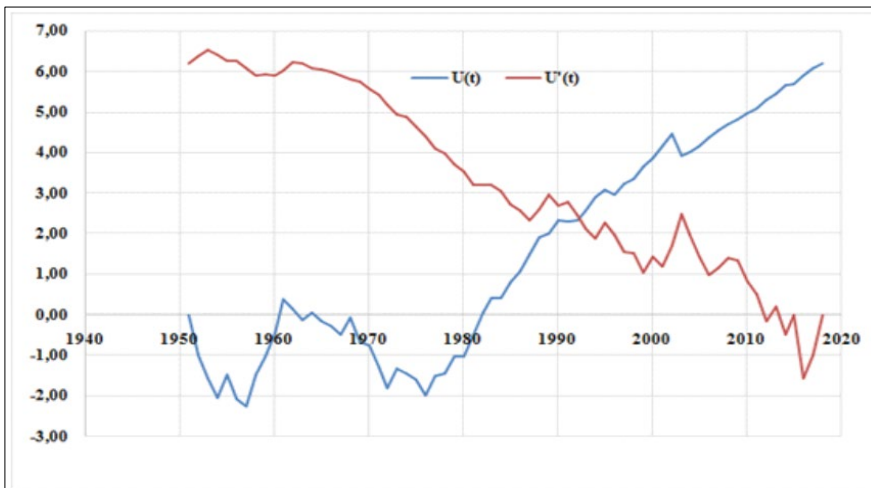


figure 3. Test de tendance de Mann-Kendall pour les températures moyennes annuelles à Biskra.

Tableau 1. Test de Mann Kendall, année de rupture et augmentation de la température pour la période d'étude 1951-2018 .

T	U(t)	Seuil de signification	Année de la rupture	Avant la rupture	Après la rupture	Augmentation (°C)
Température moyenne annuelle	6,18	1.96	1992	21,73	22,76	1,03

## 2.2. Evolution du nombre de journées chaudes

Le nombre de journées chaudes est, depuis quarante années, dans une tendance continue vers la hausse ; il est d'une moyenne de 26,78 journées par an durant la période 1991-2017 (Tableau 2).

**Tableau 2.** Evolution du nombre de journées chaudes par décennie à Biskra.

Période	Nombre	Moyenne par an
1951-1960	101	10,10
1961-1970	85	8,50
1971-1980	109	10,90
1981-1990	223	22,30
1991-2000	225	22,50
2001-2010	300	30,00
2011-2017	198	28,28

## 2.3. Evolution du nombre des vagues de chaleur

Le Tableau 3, illustre l'évolution par décennie du nombre de vagues de chaleur à Biskra. Une moyenne d'environ 3,5 vagues par année a été enregistrée durant la décennie 2001-2010, elle s'élève à 3,57 durant les sept (07) dernières années de la série des données (2011-2017).

**Tableau 3.** Evolution du nombre de vagues de chaleur par décennie à Biskra.

Période	Nombre	Moyenne par an
1951-1960	12	1,20
1961-1970	10	1,00
1971-1980	10	1,00
1981-1990	31	3,10
1991-2000	31	3,10
2001-2010	35	3,50
2011-2017	25	3,57

Jusqu'à la fin des années soixante-dix du siècle précédent, le nombre de vagues de chaleur varie entre zéro (0) et trois (3) vagues par an. A partir du début des années quatre-vingt, chaque année est caractérisée par l'enregistrement d'au moins une vague ; en général, le nombre varie entre deux et cinq (05) vagues. Alors que l'an 1982 était marqué par six vagues de chaleur. La moyenne annuelle de l'apparition des vagues de chaleur a grimpée de 1,2 vague par année durant la période 1951-1980 à 3,3 vagues/an durant la deuxième partie de la série analysée.

## Conclusion

L'analyse de la série des données de températures de l'air de la période 1951-2018, par le test de tendance de Mann-Kendall, indique une tendance vers la hausse des températures moyennes à partir de 1992. Depuis cette année de rupture, la température moyenne de l'air a connu une augmentation de 1 °C par rapport à la moyenne enregistrée avant cette date ; pareille pour les minimas et les maximas. Généralement, janvier est le mois le plus froid avec une température moyenne de 11,89 °C, alors que juillet est le plus chaud (34,66 °C).

Le nombre de journées chaudes a connu une tendance vers la hausse, passant d'un total de 101 journées durant la période 1951-1960 à 300 jours pendant la décennie 2001-2010 ; cet accroissement était accompagné par l'augmentation du nombre des vagues de chaleur, passant de 32 vagues (1951-1980) à 97 vagues (1981-2010).

Nous signalons que la durée des vagues de chaleur est devenue de plus en plus longue : nous avons enregistré, en 2012, deux vagues de 16 jours (27 juillet - 11 août) et de 14 jours (03-16 juillet). Alors que la plus longue vague de la série était en 2015 : 17 jours consécutifs de forte chaleur, du 25 juillet au 10 août.

Ce changement n'a pas eu d'influences sur l'accroissement de la production et des rendements de Daglet Nour à Biskra. Cependant, un impact négatif a touché la qualité des dattes (calibre, couleur, consistance, goût, etc.) et le cycle phénologique de ce cultivar, à travers un avancement temporel des dates du début des différents stades.

De ce fait, le label d'IGP de ce fameux produit agricole algérien peut-être menacé, au cas où la qualité des dattes se dégraderait dans le futur, puisqu'elle est influencée par la variation de la température de l'air.

## Bibliographie

Benziouche S.E., 2012 : *Analyse de la filière dattes en Algérie ; constats et perspectives de développement, cas de la Daïra de Tolga*. Thèse de Doctorat, ENSA, El-Harrach – Alger, Algérie, 470 pages.

Benziouche S.E. et Chehat F., 2010 : La conduite du palmier dattier dans les palmerais des Ziban ; Quelques éléments d'analyse. *Européen Journal of Scientific Recherche*, **42** (4), 644-660.

Bouammar B., 2007 : *Le développement agricole dans les régions sahariennes*. Document Multigraphié, Département des Sciences Economiques, Université d'Ouargla, Ouargla, Algérie, 64 pages.

Bouguedoura N., Bennaceur M., Babahani S. et Benziouche S.E., 2015 : Date Palm Status and Perspective in Algeria. In : *Date palm Genetic Resources, Cultivar Assessment, Cultivation Practices and Novel Products*. Springer, 125-168.

Braud I., 2011 : *Méthodologies d'analyse de tendances sur de longues séries hydrométéorologiques*. Fiche technique OTHU, **23**, 25-30.

Direction de la programmation et du suivi budgétaire de la wilaya de Biskra (DPSB-Biskra)., 2019 : *Monographie de la wilaya de Biskra 2018*. DPSB, Biskra, Algérie, 203 pages.

Faci M., Matari A., Oubadi M. et Farhi Y., 2016 : Analyse des journées de forte chaleur en Algérie. In : Actes du 29<sup>e</sup> colloque de l'Association Internationale de Climatologie, France, 261-266.

Faci M., 2018 : Evolution du nombre et de la durée de l'apparition des canicules en Algérie. In : Actes du 31<sup>e</sup> colloque de l'Association Internationale de Climatologie, France, 80-85.

Faci M., Oubadi M., Matari A. et Farhi Y., 2018a : Analyse des journées caniculaires au Sahara algérien. *Revue des Régions Arides*, **41** (1), 37-42.

Faci M., Oubadi M., Matari A. et Farhi Y., 2018b : Heat waves in Algeria: A potential risk. *International Journal of Innovative Technical and Applied Sciences*, **2** (1), 13-21.

FAOSTAT., 2020 : Cultures. Consulté le 23/12/2020, <http://www.fao.org/faostat/fr/#data/QC>

Kerveno Y., 2019 : *Climat et agriculture : Il faudra toute une chaîne de transformations*. SESAME, **6**, 30-33.

McLeod A.I., Hipel K.W. et Bodo B.A., 1990 : Trend analysis methodology for water quality time series. *Environmetrics*, **2**, 169-200.

Moulai A. et Yahaya A., 2019 : *Note d'actualité sur les Oasis d'Algérie*. Rapport, RADD0, Montpellier, France, 12 pages.

Oubadi M., Hamou A. et Tedim F., 2021 : The rising temperature trend and elongation of the warm period in summer in the Algerian south-west, 1951–2010. *Acta Geographica Lodziensia*, **3**, 203-211.

Observatoire National des Filières Agricoles et Agroalimentaires (ONFAA)., 2016 : *Suivi de campagne phœnicicole*. Note de conjoncture N° 2, ONFAA, Alger, Algérie, 7 pages.

Office National de la Météorologie (ONM)., 2019 : *Résumés annuels du temps en Algérie*. ONM, Alger, Algérie, 112 pages.

Organisation Mondiale de Météorologie (OMM)., 2021 : *2020 est l'une des trois années les plus chaudes jamais enregistrées*. Consulté le 14/01/2021, <https://public.wmo.int/fr/medias/communiqu%C3%A9s-de-presse/2020-est-l%E2%80%99une-des-trois-ann%C3%A9es-les-plus-chaudes-jamais-enregistr%C3%A9es>

Sneyers R., 1990 : *On the statistical analysis of series of observations*. OMM, Genève, Suisse, 194 pages.