

# LE RECHAUFFEMENT CLIMATIQUE, UNE REALITE VECUE A DJELFA

BOUBAKEUR G<sup>1</sup>, SAHNOUNE M.<sup>2</sup>, CHAKALI G.<sup>3</sup>, AZOUZI B.<sup>1</sup>

1. *Faculté des sciences de la nature et de la vie, université de Djelfa,*

2. *Faculté des sciences de la nature et de la vie, université de Tiaret.*

3 *Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie (ENSA), Alger*

## Résumé

Dans la région de Djelfa, autrefois connue par son froid et son gel fréquents, une étude de l'évolution des moyennes annuelles des températures moyennes, minimales et maximales est réalisée. Cette étude est basée sur des méthodes de représentation graphique et de régression linéaire simple avec la méthode d'ajustement et de moindres carrés, ainsi que l'écart type et l'étendue. Elle porte sur une période de quatre décennies (de 1975 à 2014).

Le climat de cette région steppique a subit, durant cette période, un réchauffement climatique de 1.64 °C pour les températures moyennes et minimales et de 1.16 °C pour les températures maximales. Un réchauffement, beaucoup plus dû à l'augmentation des minimas, se manifeste par la disparition de froid hivernal et de gel. Il donne ainsi lieu à un climat tempéré à hiver doux sans froid et sans gel.

Cependant, ce climat est caractérisé par des fluctuations thermiques qui ont augmenté de 0.8°C, opposé à une étendue thermique qui a faiblement diminué de 0.44°C. Ceci a donné lieu à des perturbations et à un stress thermique très accentués. Ce stress se répercute négativement sur la vie et la phénologie ainsi que sur l'adaptabilité des espèces. Ceci peut être une des causes qui ont conduit à la régression et la disparition de quelques espèces fragiles. Ceci aussi peut se répercuter sur la structure du sol, favorisant ainsi la désertification, par destruction de sa structure et la minéralisation de sa matière organique.

**Mots clés :** Djelfa, changements climatiques, réchauffement climatique, stress thermal, étendue thermique.

## Global Warming as a lived reality in Djelfa

**Abstract:** In the region of Djelfa, anciently famous by its cold and abundant frost, a study of the evolution of mean, minimal, and maximal temperature's annual average was accomplished. This study is based on graphical representation method, simple linear regression with adjusting and least squares method, as well as the standard deviation and thermal extent. It has focused on a period of four decades from 1975 to 2014.

A climate warming was happened, evaluated by an increase of 1.64 °C for both mean and minimal temperatures, and 1.16°C for maximal one. This warming is more due to minima. Therefore, it manifests through disappearance of winter cold and frost. This gives, hence, rise to a temperate climate, of a warm winter without neither frost nor cold.

However, this climate is also characterized by thermal fluctuation having increased with 0.8 °C. Against, a thermal extent having weakly decreased by 0.44°C. This climate change gives rise to an accentuated perturbation and, thermal stress, that have a negative effect on life and phenology, as well as, on adaptability of species. This can be one of the causes which leads to the extinction of some vulnerable species. Besides, this has an impact on soil structure by mineralization of soil organic matter. Therefore, they lead, both, to accelerate desertification.

**Key words:** Djelfa, climate change, climate warming, thermal stress, thermal extent.

## Introduction

La région steppique de Djelfa était autrefois connue sous le nom du pays de froid et de gel, à cause de son hiver qu'avait été très rigoureux avec de gel fréquent [1]; [2].

Cependant, durant ces dernières décennies on y assiste à un climat sans froid, avec une disparition quasi-totale de gel. Cette réalité, que personne ne peut nier, est en effet, très préoccupante et inquiétante dans un tel écosystème steppique déjà fragile, épuisé [3] et sensible à tout déséquilibre climatique le rendant très vulnérable à une désertification accélérée [4]; [5]; [6].

Une réalité qui laisse poser plusieurs questions :

- Assistons-nous à un vrai réchauffement climatique ?
- Quelle est l'origine de ce réchauffement, et quels sont sa qualité et son type ?
- Quel rapport avec la disparition de gel ?

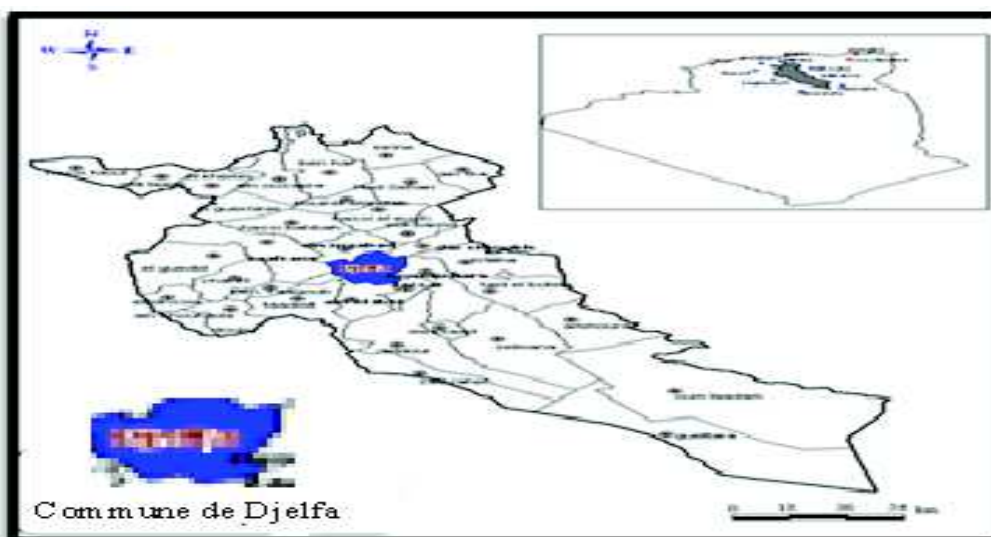
Pour répondre à ces questions, notre étude climatique a porté sur une période de plus de trente ans comme

période de référence d'études des changements climatiques [7]; [8], en faisant l'analyse de trois types de la température : moyenne, maximale et minimale, à fin de connaître l'origine et le type du réchauffement. Aussi, faut-il noter que ce travail s'inscrit dans le cadre d'une étude plus globale que nous avons effectué sur les changements climatiques dans cette région steppique, en se basant sur les données de la Météo-Djelfa pour la période 1975-2014 ; ainsi que leur impactes sur les composantes de l'écosystème steppique.

## 1-Matériel et méthodes

### 1-1-Zone d'étude

Cette région de Djelfa représente un exemple type de la steppe du Nord de l'Afrique. Elle est située au centre de l'Algérie du Nord, à 300 km au Sud de la capitale (Figure 01), Avec une superficie de 32 280 41 km<sup>2</sup> soit 1,36% de la superficie totale du territoire national algérien. Elle est localisée entre la latitude nord 33°et 35°et entre les longitudes 2°et 5° [1].



**Figure 01** : la zone d'étude (commune de Djelfa)

Source: DPAT, 2004

### 1-2-La station Météo de Djelfa

La Station Météorologique de Djelfa (source principale des données météorologiques de l'étude) se trouve dans le site le plus élevé de cette région d'étude. Elle est située sur la latitude

34°,20' Nord et la longitude 3°,23', et sur une altitude de 1180,5m, au Sud Est de la ville, à une distance de 3213 m du centre de la ville, (Figure 02).



**Figure 2** :localisation de la station météo en dehors de la ville

Source : Google earth, 2012

La région de la station est plate sans végétation, excepté une fine bande de reboisement du Pin d'Alep, se trouvant au Nord à environ 360m, à un niveau de 8 m plus bas. De même pour l'urbanisme, il se trouve à un niveau plus bas d'environ 10m,

sauf quelques immeubles de l'université qui viennent récemment d'être installés au Nord Est, à un même niveau de sol de la station, et à une distance de 73 m [9] (Figure 03).



**Figure 3** : Topographie du site de la station météorologique du Djelfa

Source : Google earth, 2012

### 1-3-Logiciels utilisés

Dans notre étude, nous avons utilisé les outils statistiques et les logicielles suivants :

- **Excel** : pour le calcul de la moyenne annuelle à partir des moyennes mensuelles données par la station Météo, pour chaque année d'étude (de 1975 à 2011), ainsi que pour le calcul de l'écart type
- **Google Earth** : pour la représentation du siège de la station Météo, et sa topographie ainsi que les mesures des distances.

### 1-4-Méthodes d'étude

#### 1-4-1-Regression simple, moindre carrée, le déterminant R et la représentation graphique

La représentation de l'évolution de la température au cours de la période d'étude et son ajustement à une droite de tendance dont le modèle numérique est sous la forme ( $y = a x + b$  avec  $\tan \alpha = a$ ) se base sur la méthode de régression simple, dont le principe est la méthode des moindres carrés.

Ceci permet d'estimer la valeur de variation de la température durant la période d'étude par la formule :

$$\Delta T = (\tan \alpha) * (\Delta (\text{années})).$$

Le déterminant R donne une idée sur la représentativité du modèle à la courbe d'origine.

#### 1-4-2-Coefficient de Corrélation et Comparaison entre l'évolution des trois types des températures (moyenne, maximale, minimale)

Dans le but de déterminer l'origine de ce réchauffement, une comparaison entre l'évolution des trois types de température

semble être nécessaire. Celle dont l'évolution est la plus grosse et sa courbe est la plus semblable à celle de la température moyenne, elle est jugée d'être à l'origine de ce récent et vécu réchauffement climatique.

En effet, l'étude de corrélation permet de confirmer les résultats de la comparaison. Cette étude se fait en calculant le coefficient de corrélation " r " entre Tmoy et Tmin, et ensuite entre Tmoy et Tmax

D'après Ricco R. [10] et Azouzi B. [11], la formule de ce coefficient est :

$$r = \frac{\text{Cor}(x,y)}{\sqrt{\text{var}(x) * \text{var}(y)}}$$

Le coefficient (r) varie de (-1) pour une corrélation anti-proportionnelle, à (+1) où la corrélation est parfaitement proportionnelle, la valeur (0) de ce coefficient indique qu'il n'y a pas de corrélation. Aussi le coefficient (r) peut être exprimé en pourcentage.

#### 1-4-3-Écart type des températures moyennes

Pour chaque année, il est calculé à partir des moyennes mensuelles. Il permet de mettre en évidence les fluctuations thermiques au cours de l'année. Ces fluctuations thermiques sont de très grande importance pour la phénologie et la vie toute entière [12]. Elles peuvent aussi influencer la matière physique, en particulier le sol et la décomposition de sa matière organique [13].

#### 1-4-4-Étendue thermique annuelle

Elle représente l'étendue de l'intervalle dans le quel la température peut varier au cours de l'année. Elle est égale à la différence entre la température maximale

et la température minimale, de la même année.

Elle donne une idée sur l'ampleur des fluctuations et de stress thermique. Ainsi, elle peut aussi donner une idée claire sur l'ampleur de l'impacte sur l'adaptabilité de certaines espèces, et leurs éventuels refuges. Et ceci s'exprime par la redistribution géographique de la biodiversité, que peut causer le réchauffement climatique [14]

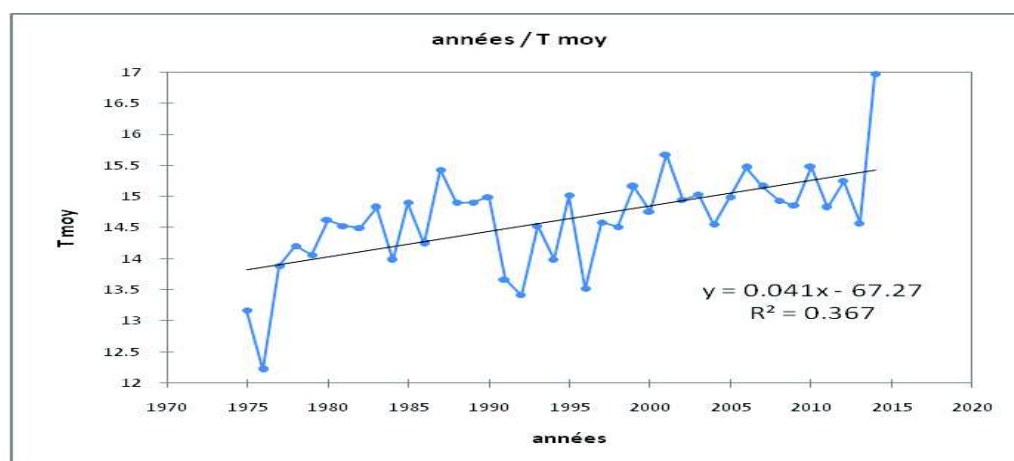
## 2-Résultats et discussion

### 2-1-Évolution de la moyenne annuelle des températures moyennes

Une augmentation générale et continue de la température moyenne annuelle durant ces quatre décennies (1975-2014), est bien

illustrée par la droite d'ajustement de la figure 04, avec une valeur égale à  $\Delta T_{\text{moy}} = 1.64 \text{ }^\circ\text{C}$ . Cette valeur est bien supérieure à celle trouvée par le Groupe inter-gouvernementale sur L'évolution Climat (GIEC), dans son rapport 2007 à une échelle planétaire [7]. En effet, malgré son aspect planétaire, le réchauffement n'est pas uniforme sur toutes les régions à travers le monde [15].

À travers cette courbe (figure 04), nous remarquons que les fluctuations inter-annuelles tendent à diminuer, au fur et à mesure de l'augmentation de la température. Ceci renforce le résultat précédente et indique, par conséquent, que le climat subit un réchauffement progressif permanent et homogène.

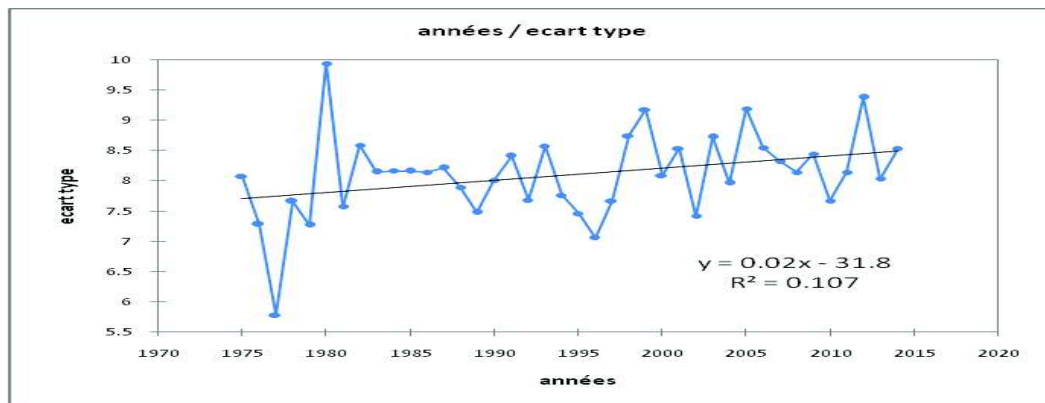


**Figure 04:** Evolution de la moyenne annuelle des températures moyennes au cours de la période 1975-2014

Cependant, les fluctuations intra-annuelles (inter-mensuelles) illustrées par la figure 05, tendent à s'accroître par une valeur de  $0.8^\circ\text{C}$  durant ces dernières quarante années. Une telle grande valeur indique une perturbation très grande du régime thermique annuel. Ceci se répercute négativement sur les cycles phénologiques induisant l'extinction de certaines espèces

qui sont devenues incapables de s'adapter. Et qui peuvent aussi émigrer vers d'autres zones à climat favorable [12];[14]

Aussi, il faut noter que ce changement des températures moyennes, pourrait être dû au changement des températures maximales, ou celui des températures minimales, ou bien au changement des deux à la fois [16].

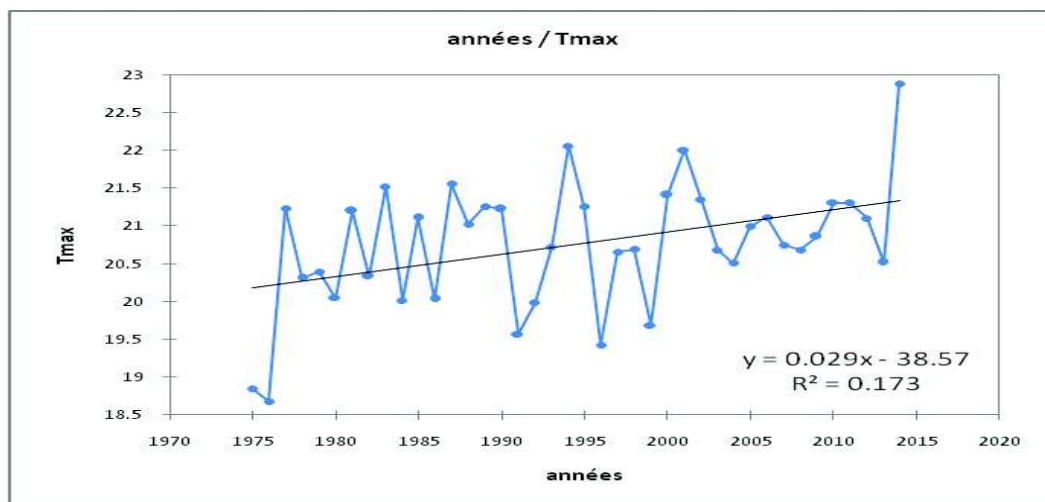


**Figure 05:** Evolution de l'écart type de la moyenne annuelle des températures moyennes au cours de la période 1975-2014

## 2-2-Évolution de la moyenne annuelle des températures maximales:

Les températures maximales montrent une augmentation inférieure à

celle de la température moyenne (figure 06).



**Figure 06:** Evolution de la moyenne annuelle des températures maximales au cours de la période 1975-2014

Sa valeur d'augmentation au cours de ces 40 ans est :  $\Delta T_{\max} = 1.16 \text{ }^{\circ}\text{C}$

Cependant, les fortes fluctuations interannuelles de la courbe de la figure 06, font une différence d'allure avec la courbe de la température moyenne. Ce qui indiquerait probablement que cette

température maximale est loin d'être la cause principale de ce réchauffement.

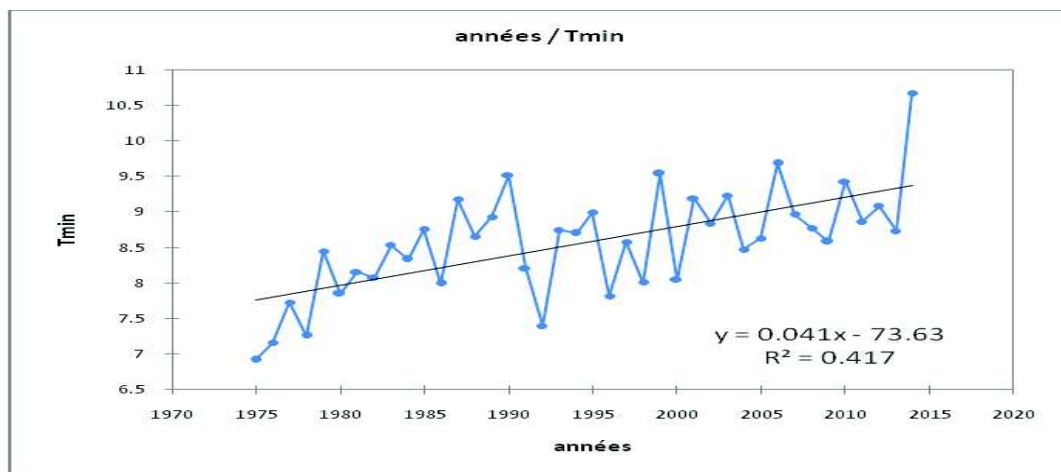
Ses contrastes interannuels contrebalancent le réchauffement. Autrement dit, sans ces fluctuations, le réchauffement aurait pu être plus grand que ce qui est actuellement vécu.

### 2-3-Évolution de la moyenne annuelle des températures minimales

La courbe des températures minimales (Figure 07) montre une augmentation importante pendant cette période de 1975-2014. Ceci est, clairement, indiqué par la droite d'ajustement dont la tangente est plus grande par rapport à celle de

température max, avec une augmentation égale à :  $\Delta T_{\min} = 1.64 \text{ }^{\circ}\text{C}$

Cette valeur est supérieure à celle de l'augmentation de la température maximale. Ceci indique sa grande part de contribution dans ce réchauffement global.



**Figure 07:** Evolution de la moyenne annuelle des températures minimales au cours de la période 1975-2014

Une certaine régularité de la courbe indiquant le faible contraste interannuel ne dépassant guère le  $1 \text{ }^{\circ}\text{C}$  sauf pour les années 1998-1999 aux quelles correspond une chute d'environ  $1.5^{\circ}\text{C}$ .

Ce résultat est beaucoup plus consolidé par la diminution des quantités de gel jusqu'à leur disparation quasi-totale. En effet, dans

### 2-4- Corrélacion des températures moyennes avec les températures maximales et les températures minimales

Outre les valeurs égales d'augmentation des températures moyennes et minimales, ainsi que la ressemblance de leurs courbes, l'évaluation de la corrélation permet de confirmer l'origine du réchauffement.

En effet les valeurs calculées du coefficient de corrélation sont :

cette région le gel était, autrefois, sa caractéristique principale [1];[2].

L'augmentation des trois températures (moyennes, minimales et maximales) confirme que le réchauffement climatique est global et concerne tout le système thermique du climat.

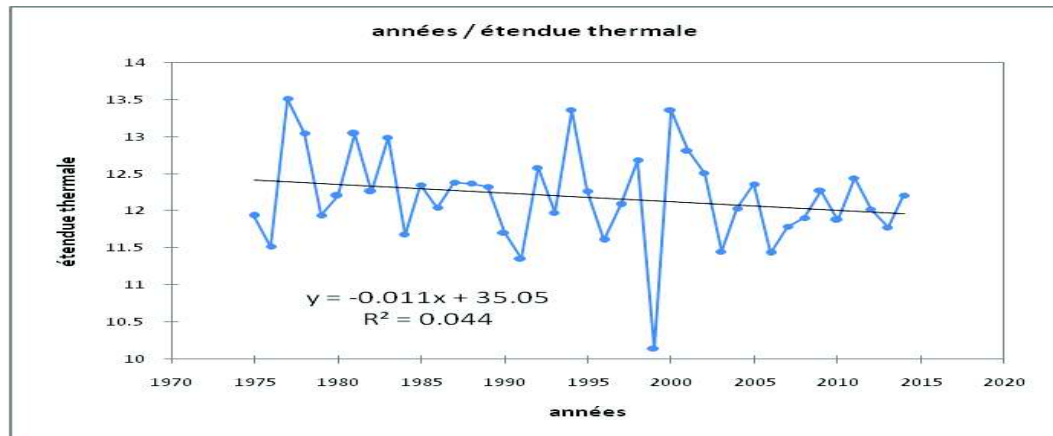
$$- \mathbf{r}_{(T_{\text{moy}}; T_{\text{max}})} = 0.77672917 = 77.67\% \\ - \mathbf{r}_{(T_{\text{moy}}; T_{\text{min}})} = 0.8699409 = 86.99\%$$

Ceci indique que les températures moyennes sont beaucoup plus corrélées avec les températures minimales. Donc, on peut déduire même, s'il est global, le réchauffement est beaucoup plus attribué à l'augmentation des températures minimales. Un tel réchauffement est, aussi, observé en Turquie [17], [18].

### 2-5-L'étendue thermique annuelle

L'étendue thermique (figure 08) est réduite par 0.44 °C. Ce qui est un trop faible rétrécissement de l'intervalle de la variation de la température au cours de l'année, comparativement à la forte fluctuation intra-annuelle de la température moyenne et aussi au réchauffement global.

Ces deux dernières (les fluctuations et l'étendue) sont à effet antagoniste. Cet effet, ajouté à l'effet de réchauffement, se répercute sur la biodiversité et son adaptabilité au climat de la zone [12],[14],[19]



**Figure 08:** Evolution de l'étendue thermique annuelle au cours de la période 1975-2014

### Conclusion

Le climat de la région de Djelfa a subi, durant ces dernières décennies (1975-2014), un réchauffement global permanent et progressif, qui s'explique par une augmentation générale des trois valeurs de la température (moyenne, maximale et minimale). Ce réchauffement est beaucoup plus attribué à l'augmentation des valeurs minimales de la température.

Ce résultat est très confirmé par le constat actuel de la région. Auquel, l'hiver est devenu doux et marqué par une disparition quasi totale du gel, qui y avait été autrefois très fréquent, de telle sorte que jadis cette région fut connue sous le nom du pays de froid et de gel. Ce réchauffement peut se répercuter, négativement, sur la biodiversité de la région.

Il faut aussi noter que si les valeurs maximales n'avaient pas de forts contrastes (fluctuations) interannuel qui contrebalançaient le réchauffement, ce dernier, aurait pu être plus important que la situation réellement vécue.

Les fluctuations thermiques au cours de l'année ont beaucoup augmentées (par 0.8°C) et en contrepartie, l'étendue thermique a faiblement diminuée (-0.44 °C), donnant ainsi lieu à une forte perturbation et un fort stress thermal au cours de l'année. Ceci peut se répercuter négativement sur la vie dans cette région et aussi sur l'adaptabilité. Cet effet peut être impliqué dans la régression et les disparitions observées de certaines espèces végétales et animales fragiles.



### Références bibliographiques

- [1].- Direction de la planification et d'aménagement de territoire (DPAT) de Djelfa (2004): *Monographie de Djelfa*. Djelfa, 224p.
- [2].- Cheurfi A. (2011): Dictionnaire des localités algériennes. Casbah Éditions. Alger.
- [3].- Pouget M. (1980): *Les relations sol végétation dans les steppes sud algérois*, O.R.S.T.O.M.- Paris -569p.
- [4].- Xuejie Gao , Filippo Giorgi (2008): Increased aridity in the Mediterranean region under greenhouse gas forcing estimated from high resolution simulations with a regional climate model. *Global and Planetary Change*, (62): 195–209.
- [5].- Nedjraoui D. et Bédrani S. (2008): *La désertification dans les steppes algériennes : causes, impacts et actions de lutte*. VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement, Volume 8 (1): 7-15.
- [6].- Bensouiah Riad (2003): La lutte contre la désertification dans la steppe algérienne : les raisons de l'échec de la politique environnementale. Communication aux 15èmes Journées de la Société d'Écologie Humaine (Du Nord au Sud : le recours à l'environnement, le retour des paysans ? Marseille, 11-12 Décembre 2003.
- [7].- GIEC (Groupe Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat) (2008): Bilan 2007 des changements climatique. Contribution des Groupes de travail I,II etIII au quatrième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, GIEC, Genève, Suisse, 103 p.
- [8].- Gachon Philip (2006): *Variabilité, extrêmes et changements climatiques au Québec: de l'observation à la modélisation*. 74eme congrès de l'ACFAS /université Mc Gill Montréal, 124p.
- [9].- Google earth (2012) : photo du siège de la station Météorologique du Djelfa- Algérie.
- [10].- Ricco Rakotomalala (2012) : Analyse de corrélation, étude des dépendances- variable quantitatives. Document de Cours. Version 1.0. Université lumière, lyon 2. 89p.
- [11].- Azouzi Blel (2006): L'outil statistique en expérimentation. OPU, Alger. 163p.
- [12].-Ball MC , Wolfe J, Canny M , Hofmann M, Nicotra AB , Hughes D (2002): Space and time dependence of temperature and freezing in evergreen leaves *Funct Plant Biol.* (29): 1259-1272.
- [13].- Martin Wetterstedt (2010) : Decomposition of soil organic matter (Experimental and Modelling Studies of the Importance of Temperature and Quality), Doctoral Thesis, Swedish University of Agricultural Sciences, 36p.
- [14].- Piero Calosi, David T. Bilton and John I. Spicer (2008): Thermal tolerance, acclamatory capacity and vulnerability to global climate change. *Biology Letters*,( 4): 99–102.
- [15].- Rosenberg, N.J., Brownb, R.A., Izaurrealde, R.C., Thomsona, A.M.(2003): Integrated assessment of Hadley Centre (HadCM2) climate change projections on agricultural productivity and irrigation water supply in the conterminous United States I. Climate change scenarios and

- impacts on irrigation water supply simulated with the HUMUS model. *Agric. For. Meteorol.*(117): 73– 96.
- [16].- Del Rio, S., Fraile, R., Herrero, L., Penas, A. (2007): Analysis of recent trends in mean maximum and minimum temperatures in a region of the NW of Spain (Castilla y Leon). *Theoretical and Applied Climatology*, 90: 1–12.
- [17].- Turkes, M., Sumer, U.M., Demir, I. (2002): Re-evaluation of trends and changes in mean, maximum and minimum temperatures of Turkey for the period 1929–1999. *International Journal of Climatology*, (22): 947–977.
- [18].-Turkes, M., Sumer, U.M. (2004): Spatial and temporal patterns of trends and variability in diurnal temperature ranges of Turkey. *Theoretical and Applied Climatology*, (77): 195–227.
- [19].- Jay r. Malcolm, Canran liu, Ronald p. Neilson, Lara Hansen, Lee Hannah (2006): Global Warming and Extinctions of Endemic Species from Biodiversity Hotspots. *Conservation Biology*, (20), Issue 2: 538–548.