

République Algérienne démocratique et populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche
Scientifique

Université BLIDA 1

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département des Biotechnologies



Mémoire

en vue de l'obtention du diplôme de MASTER

Option : Eau et Environnement

Thème

ANALYSE DES TEMPERATURES ALGEROISES

Présenté par :

Aider Rosa

Devant le jury

- M. Amirouche	MAB U. Blida 1	Président de jury
- L. Zella	Professeur U. Blida 1	Promoteur
- N. Degui	MAA Université Blida 1	Examineur
- R. Kheddar	MAB U. Blida 1	Examineur

2021/2022

Résumé

La température est un paramètre clé dans l'étude et la caractérisation des climats. L'analyse de ce paramètre météorologique, basé sur une longue série de 49 ans des températures mensuelles min et max, nous a permis de mieux comprendre que l'Algérie en général et la wilaya d'Alger plus précisément a subi un réchauffement climatique d'environ 0,3°C par décennie.

Ce réchauffement traduit une augmentation de la fréquence des catastrophes naturelles comme la sécheresse.

Mots clés : température, sécheresse, canicule, Alger, climat.

Abstract : Analysis of Algiers temperatures

Temperature is a key parameter in the study and characterization of climates. The analysis of this meteorological parameter, based on a long series of 49 years of min and max monthly temperatures, has allowed us to better understand that Algeria in general and the wilaya of Algiers more precisely has undergone a global warming of about 0.3°C per decade.

This warming reflects an increase in the frequency of natural disasters such as drought.

Keywords: temperature, drought, heat wave, Algiers, climate.

الملخص : دراسة درجات حرارة الجزائر العاصمة

تعتبر درجة الحرارة هي مؤسس رئيسي في دراسة وتوصيف المناخ. لؤد سمح لنا تحليل مغلقة الأرصاء الجوية هذه ، اسنادًا إلى سلسلة طويلة من 49 عامًا من درجات الحرارة الدنيا والنصوى الشهرية ، أن نفعم بشكل أفضل أن الجزائر بشكل عام وولاية الجزائر بشكل أكثر دقة قد خضعت لظاهرة الاحساس

الحراري بنحو 0.3 درجة مئوية لكل عقد، عشر سنوات.

يعكس ارتفاع درجات الحرارة في تواتر الكوارث الطبيعية مثل الجفاف.

الكلمات المناحية: الحرارة ، الجفاف ، الموجة الحارة ، الجزائر العاصمة ، المناخ.

Remerciements

*Avant tout nous remercions **ALLAH** tout puissant de nous a accordé la force, le courage et la patience pour toutes ces longues années d'étude et pour la réalisation de ce mémoire que nous espérons être utile.*

*Nous remercions profondément notre promoteur **ZELLA LAKHDER** Professeur à l'université Saad Dahleb Blida -1- pour sa disponibilité, ses précieux conseils qui nous ont gardés sur le droit chemin, et mis à notre disposition sa compétence et ses conseils constructif afin de réaliser ce modeste travail.*

*Nos remerciements sont également adressés aux membres du jury, et le président du jury ; **M. AMIROUCHE**, et également **Madame N.DEGUI** et **Madame R.KHEDDAR** qui nous ont fait l'honneur d'examiner avec attention notre étude.*

On adresse nos plus sincères remerciements à nos familles, nos proches et amis, qui nous ont accompagnés, aidés et encouragés tout au long de la réalisation de ce mémoire.

Enfin, nous tenons à exprimer notre reconnaissance et nos respects à tous les enseignants du département de biotechnologie, qui ont contribué à notre formation.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à toutes les personnes proches de mon cœur,

*A mes chers parents pour leur éducation, soutien, encouragement, tous les mots
sont insuffisants pour exprimer mon amour pour eux.*

*A ma sœur DIHYA et mes frères, WASSIM et YOUNESS et son
épouse SELMA, qui étaient toujours à mes côtés, et qui m'ont
accompagnés durant mon chemin.*

*A mes chers neveux ANESS, RASSIM et MASSINE, mes anges et ma
source de bonheur.*

*A mes cousines YASSMINA, SIHEM, SOUAD, LAMIA, ZAKIA,
SOUMYA, AHLEM, IMEN, ROUKAYA, HADJER, SOUHILA,
MERIEM, LINA, SARA, HESNA, qui m'ont toujours motivée et
données le sourire avec leurs ondes positives.*

*A mes très chères copines HESNA, SELMA, WISSEM, ASSMA,
ISSMAHAN, leur présence m'a toujours donnée tant de force.*

Sommaire

Introduction générale

La première partie : Synthèse bibliographique

CHAPITRE1 : LE CLIMAT

Introduction.....	1
1. Les classifications du climat.....	2
2. Le climat en Algérie.....	3
2.1. Les paramètres climatiques	5
2.2. La température	5
2.3. L'humidité	6
2.4. La pression atmosphérique ...	7
2.5. Le vent	8
2.6. Le rayonnement solaire	9
2.7. Les précipitations	10

CHAPITRE 2 : LA TEMPERATURE

1. Définition de la température.....	11
1.1. Les échelles de température	11
2. Comment mesurer la température.....	12
3. Les indices de température.....	13
3.1 . La température minimale	13
3.2. La température moyenne.....	13
3.3. La température maximale.....	14
4. L'importance de mesurée et connaitre la température.....	14
5. Les températures extrêmes	14

6. La température en Algérie.....	15
-----------------------------------	----

CHAPITRE 3 : LE CHANGEMENT CLIMATIQUE ET LA SECHERESSE

1. Le changement climatique.....	16
1.1. D'où vient le changement climatique.....	16
1.1.1. L'effet de serre	16
1.2. Les causes anthropiques	17
2. La sécheresse	18
3. Le réchauffement climatique	18
3.1. Les conséquences de réchauffement climatique.....	19
3.1.1. Sur la biodiversité	19
3.1.2. Sur les océans	19
3.1.3. Sur l'homme.....	19
3.2. Comment lutter contre le réchauffement climatique.....	20

La deuxième partie : Matériels & méthodes

Introduction	21
1. Présentation de la zone d'étude.....	21
1.1. Situation géographique.....	21
1.2. Le relief	22
1.3. Les secteurs boisés	22
1.4. Le climat.....	23
2. Analyse des températures moyenne, maximale, minimale	25
2.1. Source de données observées	25
2.2. Calcul des paramètres statistiques	25

2.2.1. La moyenne arithmétique.....	25
2.2.2. L'écart	25
2.2.3. Ecart type.....	26
2.2.4. La moyenne pondérée	26

La troisième partie : Résultats & discussions

1. Evolution de la température moyenne.....	27
1.1. Moyenne interannuelle	27
1.2. L'écart de température	27
1.3. Moyenne annuelle	28
1.4. La moyenne pondérée	29
1.5. Moyenne mensuelle interannuelle	30
1.6. La température moyenne mensuelle.....	31
1.7. La tendance des températures moyenne annuelle	32
1.8. Variation saisonnière	33
2. Evolution de la température maximale	34
2.1. Moyenne interannuelle	34
2.2. L'écart de température	34
2.3. Moyenne annuelle	35
2.4. La moyenne pondérée	36
2.5. Moyenne mensuelle interannuelle	37
2.6. La température moyenne mensuelle.....	38
2.7. La tendance des températures moyenne annuelle	39
2.8. Variation saisonnière	40
3. Evolution de la température minimale.....	42

3.1. Moyenne interannuelle.....	42
3.2. L'écart de température	42
3.3. Moyenne annuelle	43
3.4. La moyenne pondérée	44
3.5. Moyenne mensuelle interannuelle	45
3.6. La température moyenne mensuelle.....	46
3.7. La tendance des températures moyenne annuelle	47
3.8. Variation saisonnière.....	48
CONCLUSION	50

Liste des abréviations

atm : atmosphère

Cm : centimètre

Cm² : centimètre carré

CO₂ : dioxyde de carbone

°C : degré Celsius

°F : degrés Fahrenheit

GIEC : groupe d'experts intergouvernementaux sur l'évolution du climat

Ha : l'humidité absolue

Hr : l'humidité relative

Hs : l'humidité absolue de saturation

hPA : hectopascal

Km : kilomètre

km² : kilomètre carré

km/h : kilomètre par heure

kcal : Kilocalorie

°K : degrés Kelvin

l/m² : litre par mètre carré

m : mètre

mm : millimètre

m² : mètre carré

m/s : mètre par seconde

mm/h : millimètre par heure

SI : système internationale

Tr₀ : transpiration

W/cm² : watt par mètre carré

Liste des symboles

\bar{X} : x barre

\bar{m} La moyenne pondérée

σ : L'écart type

% : pourcentage

Liste des figures

- Figure 1.** Carte de répartition des climats selon la classification de Köppen-Geiger.
- Figure 2.** Carte bioclimatique de l'Algérie selon le système d'Emberger (ANAT, 2004).
- Figure 3.** Illustration de l'humidité
- Figure 4.** Modélisation de la pression et des géo potentiels à 500 hPa (modèle GFS).
- Figure 5.** La vitesse du vent.
- Figure 6.** Influence de l'atmosphère.
- Figure 7.** Un abri météo pour mesurer la température.
- Figure 8.** Schéma explicatif de l'effet de serre.
- Figure 9.** Carte géographique de la wilaya d'Alger.
- Figure 10.** L'évolution de la température moyenne à Alger pendant 1972-2020.
- Figure 11.** Variation interannuelle de la température moyenne (1972-2020).
- Figure 12.** Variation interannuelle de la température moyenne (1972-2020).
- Figure 13.** Variation de la température moyenne mensuelle (1972-2020).
- Figure 14.** Variation mensuelle de la température moyenne durant (1972-2020).
- Figure 15.** Variation de la température moyenne et la tendance pendant (1972-2020).
- Figure 16.** Variation saisonnière de la température moyenne.
- Figure 17.** L'évolution de la température maximale à Alger pendant 1972-2020.
- Figure 18.** Variation interannuelle de la température maximale (1972-2020).
- Figure 19.** Variation interannuelle de la température maximale (1972-2020).
- Figure 20.** Variation de la température maximale mensuelle (1972-2020).
- Figure 21.** Variation mensuelle de la température maximale durant (1972-2020).
- Figure 22.** Variation de la température maximale et la tendance pendant (1972-2020).

Figure 23. Variation saisonnière de la température maximale.

Figure 24. L'évolution de la température minimale à Alger pendant 1972-2020.

Figure 25. Variation interannuelle de la température minimale (1972-2020)

Figure 26. Variation interannuelle de la température minimale (1972-2020)

Figure 27. Variation de la température minimale mensuelle (1972-2020)

Figure 28. Variation mensuelle de la température minimale durant (1972-2020)

Figure 29. Variation de la température minimale et la tendance pendant (1972-2020)

Figure 30. Variation saisonnière de la température minimale

Liste des tableaux

Tableau 1. Les différents climats et leurs caractéristiques.

Tableau 2. Les données climatiques à Alger

Introduction générale

Les épisodes caniculaires se succèdent et s'intensifient davantage un peu partout dans le monde. Leurs lots dramatiques ont touché notamment des milliers de personnes de santé fragile, des animaux et un pan entier d'espèces végétales. Bref, l'environnement tout entier est impacté en mutation constante grâce au forçage de l'effet de serre, généré par la pollution atmosphérique.

Partout dans le monde, les températures historiquement extrêmes sont enregistrées, menaçant la santé humaine, l'approvisionnement en eau, les récoltes végétales et même la biodiversité. Du sud de la méditerranée au nord, à l'Inde, en passant par l'Amérique du sud et l'Australie, les vagues de chaleur ont imposé désolation laissée par d'impressionnantes étendues forestières incendiées.

Le monde est en mutation climatique et 30% de la population mondiale affirme des études, sont exposés à des canicules meurtrières. Des régions où il faisait autrefois très agréable à vivre sont abandonnées de leurs populations vers des zones plus clémentes. D'autres études dans la revue Nature prévoient que 75% des habitants de la planète risquent de mourir de la chaleur d'ici 2100. Certaines études de simulation du GIEC affirment qu'une augmentation de la température moyenne de la Terre de 2°C engendre une baisse de 2 à 15% des précipitations.

En Algérie, le phénomène du réchauffement est ressenti par la population. L'été dernier 2021 a été le plus chaud depuis le début des mesures météorologiques. Le 9 août dernier, les villes d'El Kala et In Salah, l'une côtière et l'autre saharienne ont enregistré la même température de 50°C à l'ombre. Cette canicule, les spécialistes l'ont imputé à un dôme de chaleur, une immense masse d'air chaud, emprisonnée par les hautes pressions atmosphériques ou anticyclones, restée stationnaire sur le pays.

C'est dans ce contexte que s'inscrit ce travail, qui consiste à réaliser une analyse rétrospective basée sur l'historique des relevées de température sur une cinquantaine d'années pour la ville d'Alger. Des séries de températures mensuelles, min, max sont soumises à l'analyse statistique afin d'en tirer les meilleures informations sur les probables mutations des températures.

Synthèse bibliographique

Chapitre 1. Le climat

Introduction

Dans notre système environnemental, le climat à travers ses divers éléments, s'avère être d'une très grande influence sur la vie quotidienne de l'être humain, et par delà sur sa façon de concevoir son milieu aussi bien à l'intérieur de son habitation qu'à l'extérieur.

Pour s'abriter de certains effets indésirables de la nature, l'homme, et ce depuis la résolution des problèmes initiaux qui lui faisaient obstacle dans sa vie (manger, s'habiller, s'abriter...) s'est donné la peine de penser à des solutions qui le protègent des conditions climatiques quelques fois dures.

Le climat est une description statistique de l'état du système Terre à partir de la connaissance des moyennes et des variabilités spatiales et temporelles de grandeurs (températures, précipitations, vent, humidité, etc.) sur des périodes variant de quelques mois à plusieurs milliers ou millions d'années.

Il est le résultat de l'interaction de plusieurs facteurs, incluant la température, la vapeur d'eau, le vent, les radiations solaires et les précipitations dans un endroit particulier et à travers une période de temps.

Le climat est défini comme une généralisation des conditions « temps » de jour en jour et à travers toute l'année.

A cet effet, il est reconnu qu'une bonne connaissance des phénomènes climatologiques, ses variables, ainsi que leur utilisation de manière judicieuse, pourraient être d'un grand apport aux conditions de confort en général, et particulièrement le confort des espaces intérieurs.

Le climat est défini par les variations de l'apport d'énergie solaire aux systèmes océan-atmosphère.

1. Les classifications du climat

La classification des climats selon Köppen-Geiger est fondée d'une part sur la température et d'autre part sur l'importance des précipitations.

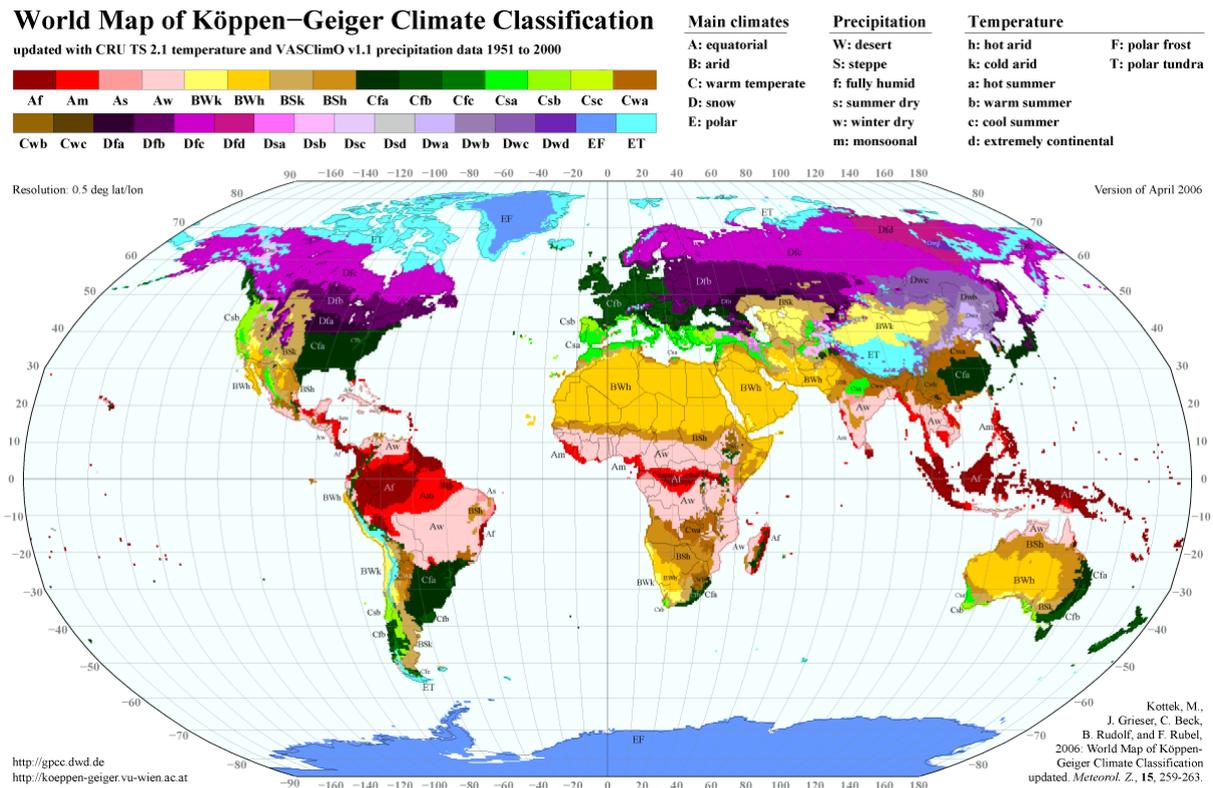


Figure 1. Carte de répartition des climats selon la classification de Köppen-Geiger.

Tableau 1. Les différents climats et leurs caractéristiques.

Le climat	Ses caractéristiques
Climat froid	<ul style="list-style-type: none">• Les températures sont froides toute l'année.• Sa chaleur estivale est à 10°C au maximum, avec des hivers glacials (souvent -60°C).
Climat tempéré	<ul style="list-style-type: none">• Il se trouve généralement au bord des océans, entre les tropiques et les cercles polaires.• Les températures sont douces en hiver et chaudes en été.
Climat continental	<ul style="list-style-type: none">• Le climat continental est présent dans l'hémisphère nord, les hivers y sont rigoureux et les étés très chauds.
Climat tropical	<ul style="list-style-type: none">• Il est situé entre les tropiques, près de l'équateur.• Les températures sont très chaudes qui ne descendent jamais sous 18°C.• Dans certaines régions les pluies sont abondantes toute l'année.
Climat désertique	<ul style="list-style-type: none">• Il est présent sur les tropiques.• Ces régions sont caractérisées par la sécheresse et une aridité permanente qui dure toute l'année.

2. Le climat en Algérie

L'Algérie s'étend du Nord (Mer Méditerranée) au Sud (Sahara) sur plus de 2 000 km en profondeur. Mais, les montagnes de l'Atlas Tellien et de l'Atlas Saharien divisent ce territoire en bandes orientées Est-Ouest : celle de la côte et de l'Atlas Tellien – celle des Hautes Plaines et de l'Atlas Saharien - celle du Sahara (Projet GEF/PNUD, 2009).

Chacune de ces bandes a un climat particulier, caractérisé surtout par la température et la pluviométrie. Les trois étages bioclimatiques qui constituent le climat méditerranéen (figure 2) de l'Algérie se distinguent par :

- Un étage bioclimatique subhumide sur la côte et dans l'Atlas Tellien : les gelées sont très rares en hiver et les étés sont chauds. Il est caractérisé par des hivers pluvieux et doux, et des étés chauds et secs, tempéré par des brises de mer ; les précipitations diminuent d'Est en Ouest (1000 - 400 mm) et du Nord au Sud (1000 à moins de 130 mm). Dans cette zone, les températures moyennes minimales et maximales respectivement oscillent entre 5 et 15°C en hiver et de 25 à 35°C en été ; les vents humides venant de la mer apportent des pluies, de l'automne au printemps. Ces pluies sont plus abondantes à l'Est qu'à l'Ouest ; cependant, l'influence du désert se fait sentir jusque sur la côte par l'action du «sirocco», vent sec et chaud, soufflant du Sud au Nord. Ce vent chargé de sable élève la température et dessèche la végétation.

- Un étage bioclimatique aride sur les Hautes Plaines et dans l'Atlas Saharien, avec des précipitations faibles et irrégulières, de 200 à 400 mm par an ; les pluies sont rares, surtout sur les Hautes Plaines d'Oranie ; la température descend souvent au-dessous de zéro degré en hiver. En été elle dépasse 30 et voire même 40 °C

- Un étage bioclimatique désertique (hyperaride) dans la région saharienne: les pluies sont exceptionnelles et très irrégulières provoquant souvent des inondations. Les précipitations sont inférieures à 150 mm par an ; le Sahara est une des régions les plus chaudes du monde: les températures de jour atteignent en été 45 et même 50°C. La température moyenne saisonnière est de 15 à 28°C en hiver et atteint 40 à 45°C en été. Le sirocco est un vent du sud chaud et sec. Selon la carte des étages bioclimatiques de l'Algérie (figure 2), les cinq bassins versants de la partie Nord-Ouest sont caractérisés par les différents climats : semi-aride, subhumide et aride.

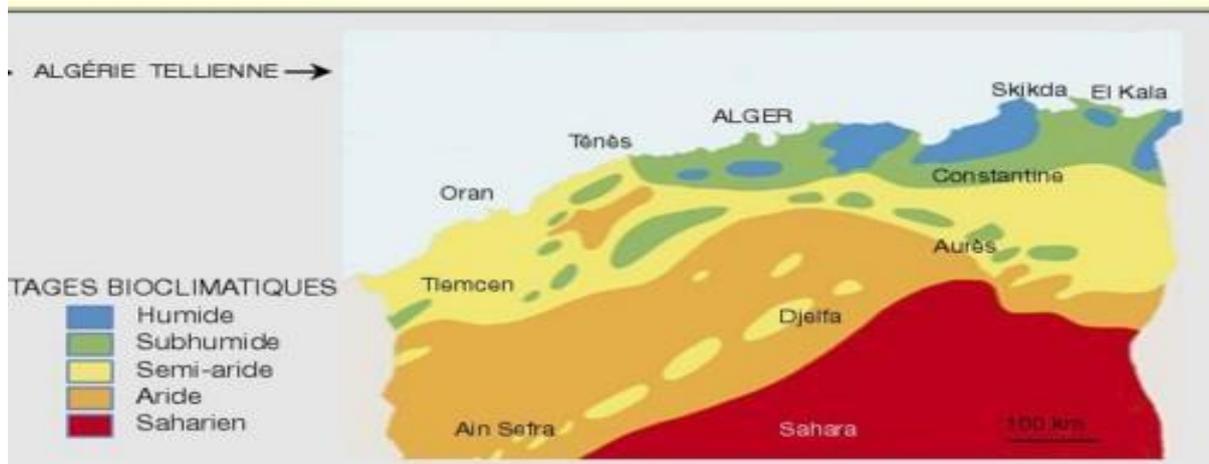


Figure 2. Carte bioclimatique de l'Algérie selon le système d'Emberger (ANAT, 2004).

3. Les paramètres climatiques

3.1. La température

La température c'est l'élément météorologique le plus important. Elle est une mesure numérique d'une chaleur, sa détermination se fait par détection de rayonnement thermique, la vitesse des particules, l'énergie cinétique, ou par le comportement de la masse d'un matériau thermométrique.

La température représente un facteur important de l'évapotranspiration plus elle est forte, la demande évaporatoire de l'atmosphère augmente. Pour évaporer une lame d'eau de 1 mm d'épaisseur, il faut 590 kcal/m^2 , donc, elle est très importante dans l'évaluation de l'évapotranspiration (Diop, 2009).

La mesure d'une température est calibrée dans l'une des différentes échelles des températures : degrés Celsius ($^{\circ}\text{C}$), degrés Fahrenheit ($^{\circ}\text{F}$), degrés Kelvin ($^{\circ}\text{K}$). L'unité S.I. de température est le kelvin, le degré Celsius, est couramment utilisé. Le degré Fahrenheit est une grandeur américaine.

Pour mesurer les températures extrêmes, des thermomètres maximum et minimum sont utilisés.

- **Le thermomètre maximum se compose d'un thermomètre ordinaire**, dont le tube présente un starter à l'intérieur près du réservoir: lorsque la température monte, la dilatation du mercure dans le réservoir pousse avec suffisamment de force pour vaincre la résistance opposée par le starter. Par contre, lorsque la température baisse et

que la masse de mercure se contracte, la colonne se brise, laissant donc son extrémité libre dans la position la plus avancée qu'elle a occupée pendant tout l'intervalle.

- **Le thermomètre minimum est l'alcool** et il a un indice d'émail immergé dans le liquide à l'intérieur. Lorsque la température monte, l'alcool passe entre les parois du tube et l'index, et il ne bouge pas; Par contre, lorsque la température diminue, l'alcool entraîne ledit index dans son mouvement de recul car il rencontre une très grande résistance à la sortie du liquide. La position de l'index indique donc la température la plus basse atteinte.

3.2. L'humidité

L'humidité représente la quantité de vapeur d'eau présente dans l'air, sans compter l'eau liquide et la glace. On doit distinguer l'humidité relative et l'humidité absolue. L'humidité relative joue un rôle sur la formation du brouillard, de la rosée et des nuages. En général, quand on parle de mesure d'humidité, on fait allusion à l'humidité relative exprimée en pourcentage (%).

On définit l'humidité absolue (H_a) comme le rapport de la masse de vapeur d'eau, généralement en g sur le volume d'air humide en m^3 à la pression et la température considérées. $H_r = H_a / H_s * 100$

L'humidité relative de l'air correspond au rapport de la pression partielle de vapeur d'eau contenue dans l'air sur la pression de vapeur saturante à la même température et pression. Ce rapport changera si on change la température ou la pression, ce qui rend sa mesure complexe.

L'humidité relative est donc une mesure du rapport entre le contenu en vapeur d'eau de l'air et sa capacité maximale à en contenir dans ces conditions. L'humidité relative est souvent appelée degré hygrométrique. Elle suit une échelle allant de 0 à 100 %. Un air saturé en vapeur d'eau a une humidité relative de 100 % ; un air très sec, une humidité de 10 à 20 %. La pression de vapeur saturante et l'humidité relative dépendent de la température. Plus la température de l'air est élevée, plus il peut contenir de la vapeur d'eau.

L'humidité relative mesurée par l'hygromètre classique qui fonctionne sous l'action de l'air comme un baromètre classique plus l'air est lourd, plus exerce une force sur l'appareil et plus l'aiguille se dirige vers la valeur 100%. Or cette humidité varie avec la température de l'air, lorsque celle-ci augmente par exemple en journée, l'humidité baisse sans pour autant

que le contenu en eau de la masse d'air ait changé. Inversement lorsque les températures baissent, en cours de nuit, l'humidité relative augmente et peut atteindre la saturation ($T=Tr_0$). Il existe donc une relation étroite, mais difficile à établir, entre les deux températures et l'humidité de l'air (Zella, 2015).

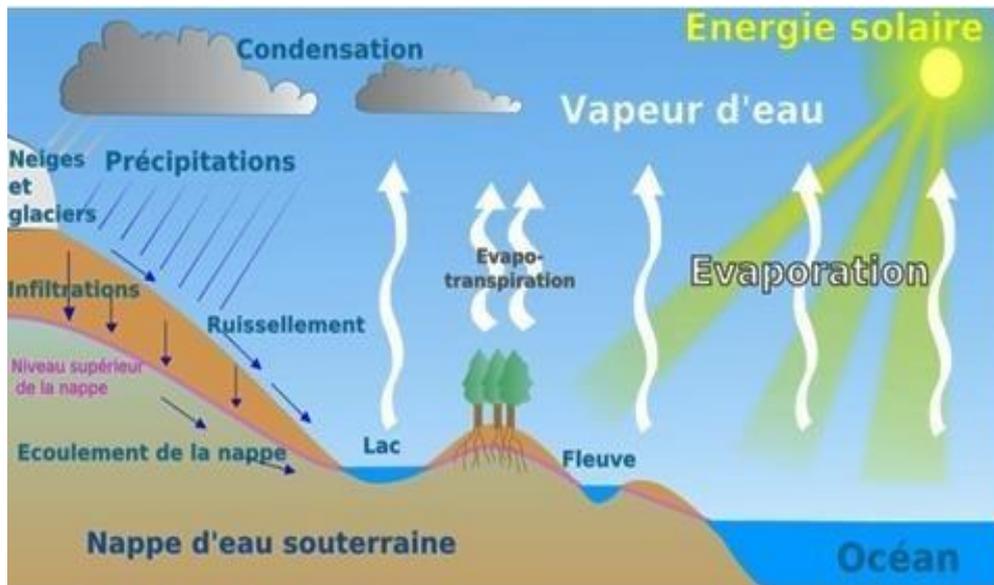


Figure 3. Illustration de l'humidité.

(Wiki média Commons/ Tony)

3.3. La pression atmosphérique

La pression atmosphérique correspond au poids exercé par une colonne d'air sur une surface donnée. Elle s'exprime en pascal, en millibars, en atm ou en mm de mercure. La répartition de la pression atmosphérique au niveau de la surface détermine la situation météorologique qui règne dans chaque région du globe. Les prévisions du temps sont basées principalement sur le changement des pressions atmosphériques dans le temps et dans l'espace. En général, une baisse de pression (dépression : cyclone) est signe d'un temps gris ou de pluie alors qu'une hausse de pression (anticyclone) est synonyme de mauvais temps.

La pression atmosphérique est mesurée par le baromètre sur la surface de la terre et exprime en hPA (hectopascal).

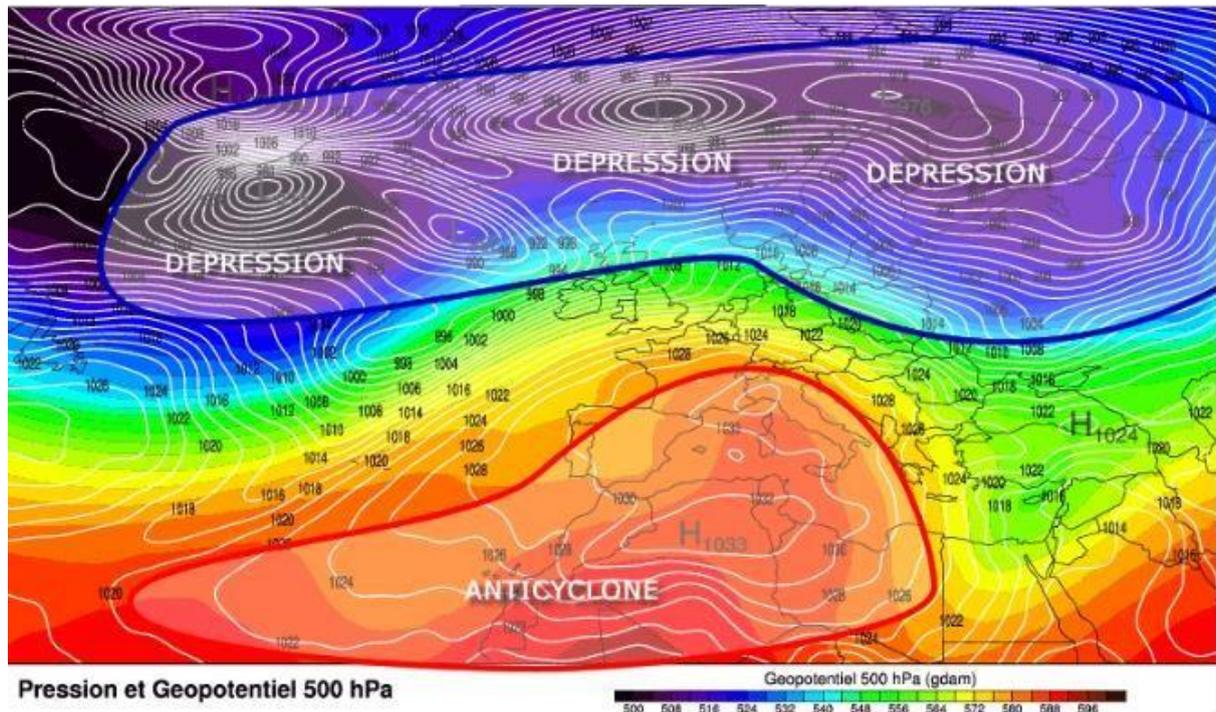


Figure 4. Modélisation de la pression et des géopotentiels à 500 hPa (modèle GFS)

(Météo contact 2015).

3.4. Le vent

Le vent traduit le déplacement de l'air d'une zone de hautes pressions vers les basses pressions. Le vent a pour origine la différence de températures observées en surface, provoquée par le rayonnement solaire. Dans la couche limite atmosphérique, le vent est un écoulement turbulent d'air, constitué d'une multitude de tourbillons de tailles diverses, imbriqués les uns dans les autres, les petits étant transportés par les plus gros, eux-mêmes transportés par le mouvement d'ensemble. La vitesse du vent en un point donné de l'espace, présente donc de fortes variations plus ou moins irrégulières d'amplitudes et de fréquences différentes

Le vent est un facteur écologique de premier ordre, il présente une action directe sur le végétal (dissémination, destruction, dessèchement...etc.).

D'après **Seltzer (1946)** le vent est l'un des éléments les plus caractéristiques du climat par sa force. Il agit sur le degré de la température et sur la vitesse d'évaporation, il a un pouvoir desséchant. A cette égard (**Henia L., 1993 ; Beltrando et al., 1995**) mentionnent que le vent constitue un facteur favorable à l'évapotranspiration, il intervient par sa vitesse et par ses caractéristiques hygrothermiques.

La vitesse du vent s'exprime soit en mètre par seconde (m/s), soit en kilomètre par heure (km/h)

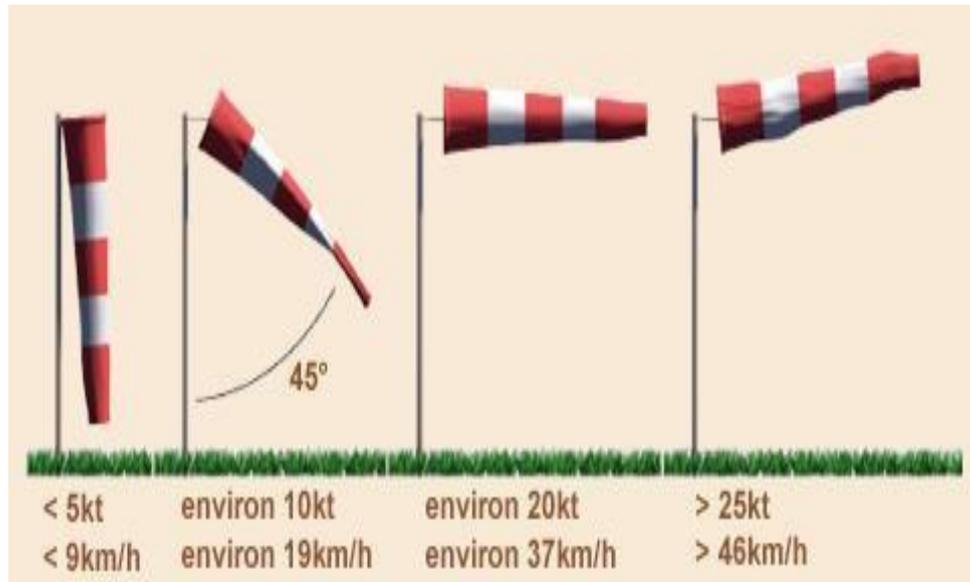


Figure 5. La vitesse du vent (source météo France).

3.5. Le bilan énergétique

Le rayonnement solaire parvient au sol soit directement (rayonnement direct), soit après diffusion par la voûte céleste et les nuages (rayonnement diffus). Le rayonnement global est la somme de ces deux composants. Rappelons qu'il s'agit d'un éclairage énergétique et que celui-ci est exprimé soit en calories par cm^2 et par minute, soit en Joules par cm^2 par minute, soit encore en W/cm^2 .

D'autres grandeurs caractérisent le rayonnement solaire, à savoir :

- L'albédo ou le rapport du rayonnement incident et du rayonnement réfléchi.
- L'insolation ou le temps pendant lequel le Soleil est visible.

Elle est exprimée en heures et dixième d'heure, est mesurée par la plupart des stations météorologiques.

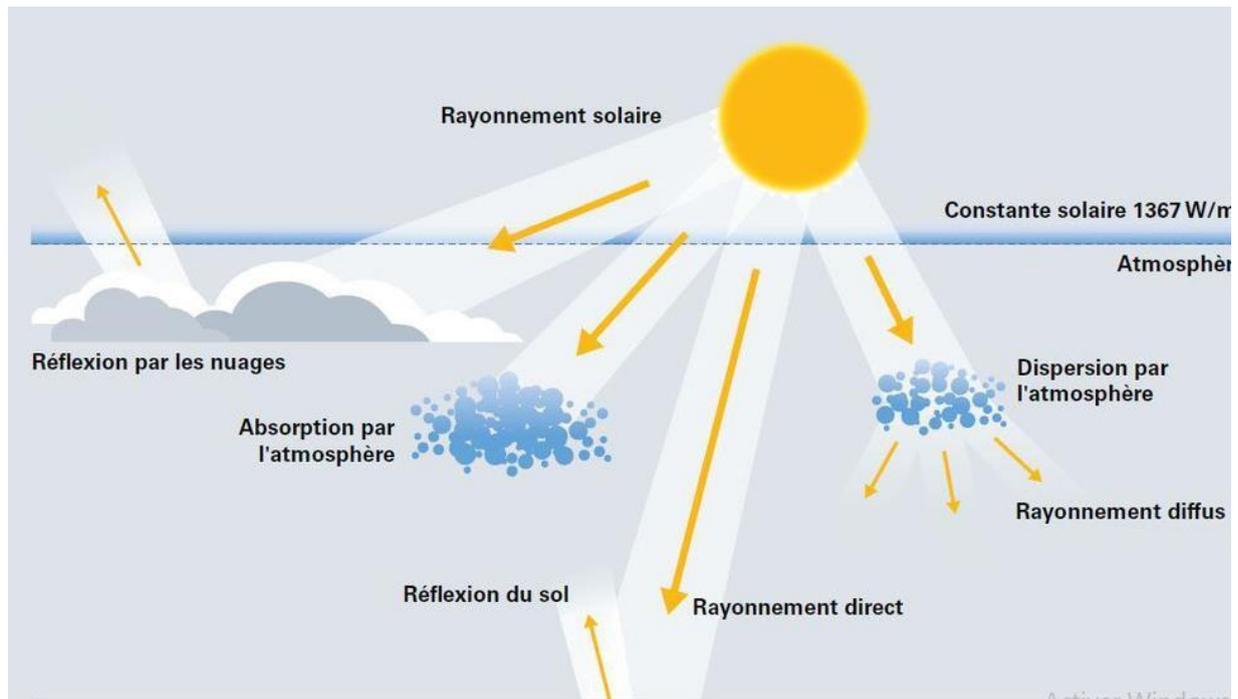


Figure 6. Influence de l'atmosphère (source VIESSMANN).

3.6. Les précipitations

Les précipitations, sont toutes les eaux météoriques qui tombent sur la surface de la terre, tant sous forme liquide (bruine, pluie, averse) que sous forme solide (neige, grésil, grêle) et les précipitations déposées ou occultes (rosée, gelée blanche, givre...).

La pluviométrie constitue un facteur écologique d'importance fondamentale car elle a une influence très marquée sur l'évapotranspiration « Si l'évaporation du sol est fortement réduite ou supprimée, il en résulte une diminution significative des précipitations » (Shukla et Minz, 1982; Hall et Sarenije, 1993).

On mesure la quantité d'eau tombée durant un certain laps de temps.

On l'exprime généralement soit en millimètres (mm), soit en litres par mètre carré (l/m^2).

L'intensité de la pluie est la hauteur d'eau précipitée par unité de temps (généralement en mm/h) (Vincent et al 2013).

Chapitre 2. La température

1. Définition

La température est une grandeur physique de chaleur, chaude ou froide, mesurée en degrés par rapport à une échelle connue (Celsius °C, Fahrenheit °F, Kelvin K). Elle indique la chaleur d'un milieu, telle que la température ambiante, c'est une variable importante dans plusieurs domaines tels que la météorologie et climatologie, médecine et chimie.

La température joue un rôle primordial dans le rayonnement et le bilan énergétique.

Affecté par le vent et le soleil, la température varie dans un milieu pendant toute l'année avec les saisons, l'altitude, la latitude et la proximité de la mer ceux qui est dit un régime thermique d'un milieu.

Pour pouvoir définir la température d'un système, il faut qu'il soit « calme », qu'il n'évolue pas pendant la mesure. On dit que le système doit être à l'équilibre thermodynamique.

1.2. Les échelles de température

Trois échelles de température usuelles sont utilisées dans le monde :

Échelle Celsius : L'échelle de température Celsius, communément appelée échelle de température centigrade, est basée sur zéro pour le point de congélation de l'eau et sur cent pour le point d'ébullition de l'eau. Il a été inventé en 1742 par l'astronome suédois Anders Celsius et est communément appelé l'échelle centigrade en raison de la plage de 100 degrés entre les points de consigne.

Échelle Fahrenheit : Le point de fusion de la glace est de 32 degrés Fahrenheit sur l'échelle de température Fahrenheit. L'eau a un point d'ébullition de 212 degrés Fahrenheit et l'écart entre les deux est divisé en 180 parties égales. Chaque division équivaut à un degré. La température du zéro absolu à Fahrenheit est de 459,7 degrés Fahrenheit.

Échelle Kelvin : Dans le Système international de mesure (SI), l'échelle de température Kelvin est l'unité de base de la mesure de la température thermodynamique. Il est défini comme $1/273,16$ du point triple de l'eau pure (équilibre entre les phases solide, liquide et gazeuse). Une échelle de température absolue nommée d'après William Thomson, baron Kelvin, un scientifique britannique.

La correspondance entre ces échelles est de nos jours la suivante :

-17,8 °C	0 °C	37,8 °C	100 °C
0 °F	32 °F	100 °F	212 °F
-290,8 °k	-273 °k	-235,2 °k	-173 °k

2. Comment mesurer la température

La température est mesurée à l'aide d'un thermomètre qui utilise le plus souvent la dilatation d'un corps (alcool généralement) placé dans un tube fin (qui amplifie l'effet de dilatation). L'unité utilisée dans le système international est le degré Celsius (°C).

Dans ce système, la différence entre le niveau du liquide au point de congélation (physique) de l'eau et au point d'ébullition de l'eau est de 100 °C (pour une pression atmosphérique standard).

L'échelle Fahrenheit est elle aussi utilisée ($0\text{ °C} = 32\text{ °F}$ et $100\text{ °C} = 212\text{ °F}$).

D'autres types de thermomètres existent, comme le thermomètre à résistance électrique, le thermomètre à bilame... Le thermomètre à alcool peut être aussi à minima, à maxima ou à minima-maxima.

-Une station météorologique comprend cinq thermomètres :

-Un premier thermomètre qui mesure la température.

-Un second thermomètre vertical dont la pointe est entouré d'un tissu dont un bout trempe dans l'eau et qui mesure la température humide. La différence entre ces deux températures permet de calculer le taux d'humidité de l'air.

-Un troisième thermomètre, oblique, mesure la température maximale : il est conçu comme un thermomètre médical. Il possède ainsi un étranglement du capillaire au-dessus du réservoir, ce qui empêche le liquide de redescendre quand la température baisse après avoir atteint sa valeur maximale.

-Un quatrième thermomètre, horizontal, mesure la température minimale. Il comporte un index noyé dans le liquide. L'index descend avec le liquide, mais ne remonte pas.

-Un cinquième thermomètre, à minimum, mesure la température minimale au sol. Il est placé hors de la station, à 5 cm du sol.

Ces thermomètres peuvent être remplacés par un thermomètre enregistreur dans la station, un thermomètre enregistreur au sol et un hygromètre enregistreur dans la station.

La température s'avère être l'un des paramètres météo les plus utilisés en physique. Elle intervient grandement dans le cycle de l'eau et est à l'origine de l'évaporation, de la condensation et donc par conséquent de la nature de l'eau qui nous entoure (sous forme solide, liquide ou gazeux). La température est la résultante des chocs moléculaires entre eux.

Les données thermométriques de l'air peuvent être très fluctuantes en des points pourtant très proches du globe. La température relevée au soleil est bien différente de celle relevée à l'ombre et celle relevée au sol n'est pas la même que celle relevée à 1m50 de hauteur.

Donc les mesures ne sont pas faites n'importe comment. Les températures sont relevées à l'ombre, dans un abri, à 2 m du sol, à l'écart des perturbations des infrarouges terrestres.



Figure 7. Un abri météo pour mesurer la température.

3. les indices de température

-**La température minimale** : caractéristique, en général des fins de nuit, trouve notamment sa pleine importance en été où l'on sait qu'un repos physiologique pas trop perturbé nécessite une baisse suffisante des températures nocturnes.

-**La température moyenne** : est d'être représentative de l'ambiance thermique générale d'une période donnée (année, saison, mois, ...). C'est le paramètre qui est fréquemment utilisé pour les modélisations des évolutions des écosystèmes ou des cultures sous l'influence du changement climatique.

-**La température maximale** : est un indicateur adapté pour suivre les fortes chaleurs. Il est plutôt représentatif des débuts d'après-midi (Languedoc-Roussillon ,2009) .

4. L'importance de mesurée et connaitre la température

La mesure de température est un facteur fondamentale quand l'utilise souvent dans notre vie et c'est un facteur essentiel qui nous aides dans des divers domaines et parmi eux on à la climatologie, l'agriculture, l'irrigation.

La climatologie pour faire une étude et élaborés une conclusion il nous faut au moins connaitre les changements ressent et qui remonte à trente ans au paravent pour obtenir un résultat fiable des changements qui à subit cette région et conclure une moyenne qui nous permettrai à bien analysée la température de ce lieu et savoir c'est ce dernier n'est pas infecter par les changements atmosphérique tel que le réchauffement climatique.

L'agriculture par contre la connaissance des lieux et le climat nous permettent à connaitre le type de culture et la production des aliments et d'autre ressource compatible à cette région.

L'irrigation c études nous aides à bien connaitre la quantité d'eau suffisante pour irriguer cette culture.

5. Les températures extrêmes

Définition

Les températures extrêmes : sont des ambiances thermiques qui excèdent la mesure ordinaire de chaleur ou de froid et qui sont susceptibles d'exposer le corps humain au-delà d'une certaine durée, à des modifications physiologiques dangereuses pour sa santé. Il est à noter que les conditions d'humidité et de vitesse de l'air, qui ne visent pas directement la notion de température, peuvent apporter un inconfort supplémentaire (www.unidis.fr/santesécurité).

On considère que des températures d'air supérieures à 30°C ou inférieures à 10°C peuvent créer à court terme un risque pour la santé. Pour caractériser une ambiance thermique, il faut également tenir compte de la vitesse et de l'humidité de l'air.

La température extrême élevée

Les canicules peuvent causer la sécheresse des ressources en eau comme les barrages et les lacs et de la végétation causant ainsi des graves répercussions sur le climat et la biodiversité.

Le réchauffement des températures hivernales pourrait accroître la pression exercée par les ravageurs et les maladies en améliorant la survie à l'hiver des espèces nouvelles et existantes.

On prend aussi par exemple les feux de forêts qui sont devenu dernièrement très fréquent dans plusieurs régions dans le monde en particulier en Algérie

L irrigation et l'agriculture sont les domaines les plus affectés par les températures extrêmes élevées car l'irrégularité d'approvisionnement en eau a des très mauvaises conséquences sur l'agriculture car cette dernière en dépend.

La température extrême basse

Tout comme les canicules les extrêmes basses températures ont un très mauvais impacte sur la végétation car les récoltes et les arbres fruitiers sont très vulnérables aux gelées.

6. La température en Algérie

Les températures sont variables entre le jour et la nuit, et entre l'été et l'hiver dans le Sahara. Le thermomètre indique des variables entre plus de 50 °C au maximum lors des journées estivales et moins de 0 °C au minimum lors des nuits hivernales. Par contre, le Nord bénéficie d'un climat méditerranéen. En été, les températures sont élevées. Les températures moyennes mensuelles se situent entre 25 °C et 11 °C.

Au nord, dans les villes côtières, les températures hivernales varient entre 8 °C et 15 °C. Elles grimpent à 25 °C au mois de mai pour atteindre une moyenne de 28 °C à 30 °C en juillet et août (28 °C à Skikda, 29,5 °C à Alger). Toujours au Nord, dans les montagnes de Kabylie, la température avoisine les 3 °C voire -7 °C en hiver. La neige y est fréquente en hiver.

Au centre et à l'ouest, dans les hauts plateaux de la région de Djelfa, la température estivale varie de 30 °C à 38 °C.

Dans l'est, la zone des Aurès, les hivers sont très froids, la température atteint parfois les -18 °C sous abri. Les étés sont très chauds. Le thermomètre affiche parfois 50 °C à l'ombre. Les variations de température sont très importantes dans cette région du monde. La température estivale varie de 30 °C à 38 °C.

Chapitre3. Changement climatique et sécheresse

1. Le changement climatique

Les problèmes liés au changement climatique ne datent pas d'hier. Les changements climatiques affectent le monde entier à des échelles et à des fréquences différentes. La région du sud de la Méditerranée n'a pas été épargnée à cet égard et ses effets se font sentir à travers des événements climatiques (catastrophes naturelles) et par les processus climatiques (Pouffary, 2018).

Les rives Sud subissent des températures plus élevées ainsi que des périodes de sécheresses plus intenses. L'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO) tire la sonnette d'alarme sur le danger de sécheresse qui guette la région de l'Afrique du Nord, la FAO explique que " L'Afrique du Nord compte parmi les zones les plus affectées par les pénuries d'eau au monde, avec le désert représentant les trois quarts de son territoire" et souligner que "même si la région est habituée aux phénomènes de sécheresse durant ces 4 dernières décennies, les sécheresses s'y sont généralisées et ont augmenté en durée et en fréquence, probablement en raison du changement climatique" et que Le Maroc et l'Algérie sont les plus touchés par le temps sec (FAO, 2000).

En Algérie, le changement climatique est à l'origine de fréquentes sécheresses, de la désertification et des problèmes de pénuries de nourriture et d'eau. Au cours des premiers mois de 2016, l'Algérie a dû faire face à une absence remarquable de précipitations qui a poussé le gouvernement à annoncer un niveau élevé de sécheresse (Stéphane, 2018). Le nord-ouest de l'Algérie a connu dans les deux dernières décennies une sécheresse sévère caractérisée par des déficits pluviométriques variant de 12% à 20%.

1.1. D'où vient le changement climatique

1.1.1. L'effet de serre

L'effet de serre est un processus naturel résultant de l'influence de l'atmosphère sur les différents flux thermiques contribuant aux températures au sol d'une planète.

La prise en compte de ce mécanisme est nécessaire pour expliquer les températures observées à la surface de la terre et de vénus. Dans le système solaire, l'essentiel de l'énergie thermique reçue par une planète provient du rayonnement solaire et, en l'absence d'atmosphère, une planète rayonne idéalement comme un corps noir, l'atmosphère d'une planète absorbe et réfléchit une partie de ces rayonnements modifiant ainsi l'équilibre

thermique. Ainsi l'atmosphère isole la Terre du vide spatial comme une serre isole les plantes de l'air extérieur.

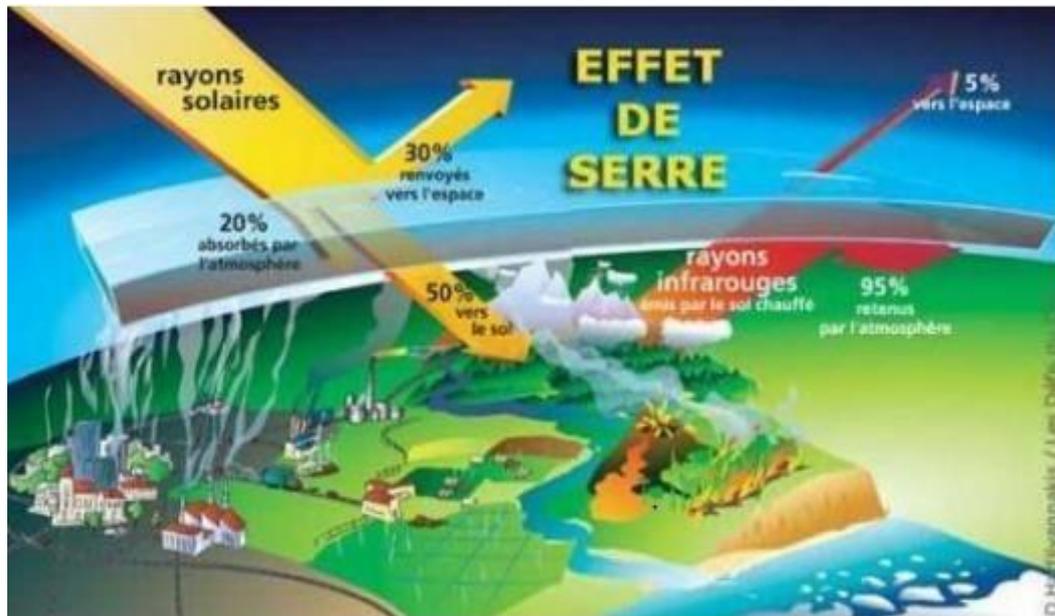


Figure 8. Schéma explicatif de l'effet de serre (www.effet-serre.fr).

1.2. Causes anthropiques

Les changements climatiques peuvent également être causés par les activités humaines, comme le brûlage de combustibles fossiles et la conversion de terres pour la foresterie et l'agriculture. Depuis le début de la Révolution industrielle, l'influence des humains sur le système climatique a considérablement augmenté. En plus d'autres incidences environnementales, ces activités modifient la surface terrestre et émettent diverses substances dans l'atmosphère. Ces substances, en retour, peuvent avoir un effet sur la quantité d'énergie solaire reçue et la quantité de chaleur rayonnante, ce qui peut avoir à la fois un effet de réchauffement ou de refroidissement du climat. Le dioxyde de carbone, un gaz à effet de serre, est le principal produit de la combustion de combustibles fossiles. L'effet global des activités humaines depuis le début de la Révolution industrielle a été un effet de réchauffement, actionné principalement par les émissions de dioxyde de carbone et aggravé par les émissions d'autres gaz à effet de serre. L'accumulation de gaz à effet de serre dans l'atmosphère a mené à un accroissement de l'effet de serre naturel. Cet accroissement de l'effet de serre par l'activité humaine est préoccupant, car les émissions continues de gaz à effet de serre ont le pouvoir de réchauffer la planète à des niveaux jamais connus dans l'histoire la civilisation.

2. La sécheresse

La sécheresse se définit comme un déficit en précipitations s'étendant sur de longues périodes, et menant à une pénurie en eau pour un ou différents secteurs d'activités. Techniquement, elle peut être identifiée par un écart aux conditions historiques moyennes de précipitation et/ou de température menant à la diminution du contenu en eau des sols (Lajoie et al., 2016).

Le terme sécheresse en général se rapporte à un épisode de manque d'eau plus ou moins long mais suffisant pour que les sols, la flore et la faune en soient affectés. Ce phénomène peut être cyclique ou bien exceptionnel et peut toucher une zone localisée comme un sous-continent entier. Et si certaines zones sont plus vulnérables, des épisodes de sécheresse peuvent frapper à presque n'importe quel endroit du globe. Suivant les régions du monde et leurs ressources en eau, la définition de l'état de sécheresse varie (Mayer, 2016).

La sécheresse ne doit pas être confondue avec l'aridité. La sécheresse se manifeste dans le temps tandis que l'aridité est un phénomène spatial (elle est limitée dans les régions à faible précipitation) (Layelmam, 2008).

3. Le réchauffement climatique

Le réchauffement climatique est un phénomène d'augmentation de la température moyenne des océans et de l'atmosphère, à l'échelle mondiale sur plusieurs années. Dans son acception commune, ce terme est appliqué à une tendance au réchauffement global observé depuis les dernières décennies du XXe siècle.

Un Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, le GIEC, élabore un consensus scientifique sur cette question. Son dernier et quatrième rapport, auquel ont participé plus de 2500 scientifiques de 130 pays, affirme que le réchauffement climatique depuis 1950 est très probablement d'origine anthropique, c'est-à-dire humaine. Ces conclusions ont été approuvées par plus de 40 sociétés scientifiques et académies des sciences, y compris l'ensemble des académies nationales des sciences des grands pays industrialisés.

Ce phénomène implique de fortes conséquences humaines et environnementales à moyen et long terme.

3.1. Les conséquences de réchauffement climatique

Grâce aux travaux du GIEC et des autres scientifiques qui travaillent sur la définition du réchauffement climatique, on comprend désormais mieux les conséquences de ce phénomène sur notre vie. Dans l'esprit de beaucoup, le réchauffement climatique est un problème relativement lointain qui implique simplement qu'il va faire plus chaud. Mais en fait, les conséquences sont beaucoup plus profondes.

3.1.1. Sur la biodiversité

Tous ces bouleversements ont un effet direct sur les écosystèmes, les plantes et les animaux qui voient leur milieu de vie drastiquement changer. Ainsi, ce sont les cycles de modifications et les cycles migratoires qui sont perturbés allant même jusqu'à l'extinction d'espèces.

C'est tout un équilibre qui est perturbé et ce sont des phénomènes qui concernent la planète entière en s'intensifiant. Il faut donc protéger l'environnement dès maintenant.

3.1.2. Sur les océans

La montée des eaux

Dans un siècle les océans se sont élevés de 20cm. Et qui dit avancée de la mer sur la terre dit aussi disparition de certaines habitations et commerces, ce qui touche finalement beaucoup de pays. Une disparition de terre en somme.

L'acidification des océans

Phénomène dû au CO₂ excédentaire qui se dissout dans les eaux de surface, l'acidification des océans interroge encore beaucoup. En effet, les scientifiques ignorent encore ce que produirait cette acidité, notamment chez les récifs coralliens, les coquillages et les planctons.

Cependant, on sait que l'acidification des océans pourrait limiter la production d'oxygène effectuée par la mer, ainsi que le stockage de CO₂. Ce qui aggraverait encore le réchauffement climatique.

3.1.3. Sur l'homme

L'homme est directement touché par ces changements climatiques. On peut par exemple citer les conflits liés à la raréfaction de certaines ressources (naturelles comme l'eau, énergétiques, alimentaires, halieutiques..). Par ailleurs, l'élévation du niveau de la mer entraîne le déplacement de populations. D'après les estimations, en 2050, ce serait 250 millions de réfugiés climatiques. Et sans citer les catastrophes telles que les canicules, les tempêtes, les sécheresses et les inondations.

3.2. Comment lutter contre le réchauffement climatique

Heureusement, il n'est pas trop tard pour agir et lutter contre le réchauffement climatique. En effet, tout le monde peut participer à son échelle à l'effort collectif en tentant de réduire son bilan carbone. Grâce à des gestes simples, nous avons tous le pouvoir de devenir des citoyens et entreprises éco responsables.

-L'agriculture peut contribuer, grâce à des techniques adaptées, à capter le carbone dans les sols. Les plantes sont l'un des meilleurs moyens d'absorber naturellement le carbone de l'atmosphère. Ainsi, les sols des parcelles agricoles peuvent devenir des « puits de carbone » pour capturer le CO₂.

-Limiter les sources de pollution d'origines terrestre ou fluviale (eaux usées, plastiques...).

-Réduction des gaz à effet de serre.

-Préservation des écosystèmes.

-Connectivité écologique plus grande.

-Développement durable.

-Contrôle de la pollution.

-Coopération internationale.

Matériels et méthodes

Dans cette partie nous allons exposer l'ensemble des matériels et méthodes employés pour l'accomplissement de ce mémoire à commencer par la description agro-climatique de notre site (Alger) et jusqu'aux différentes méthodes utilisées pour l'analyse des températures.

1. Présentation de la zone d'étude

1.1. Situation géographique

La wilaya d'Alger située au bord de la mer Méditerranée, est une subdivision administrative algérienne elle correspond à la ville d'Alger et comprend le centre de cette dernière ainsi que ses différents quartiers. Elle est composée de treize daïras, chacune comprenant plusieurs communes, pour un total de cinquante-sept communes. Elle comporte également plusieurs directions.

La wilaya d'Alger est la plus peuplée d'Algérie avec 3 154 792 habitants. Elle est également la moins étendue, avec une superficie de 1 190 km².

La wilaya d'Alger est délimitée par :

-Au Nord par la mer méditerranée.

-A l'Est par Boumerdes.

-Au Sud Blida.

-A l'Ouest Tipaza.

Elle est située à une altitude de 25m et en 36°45' de latitude nord et 3°02' de longitude ouest.

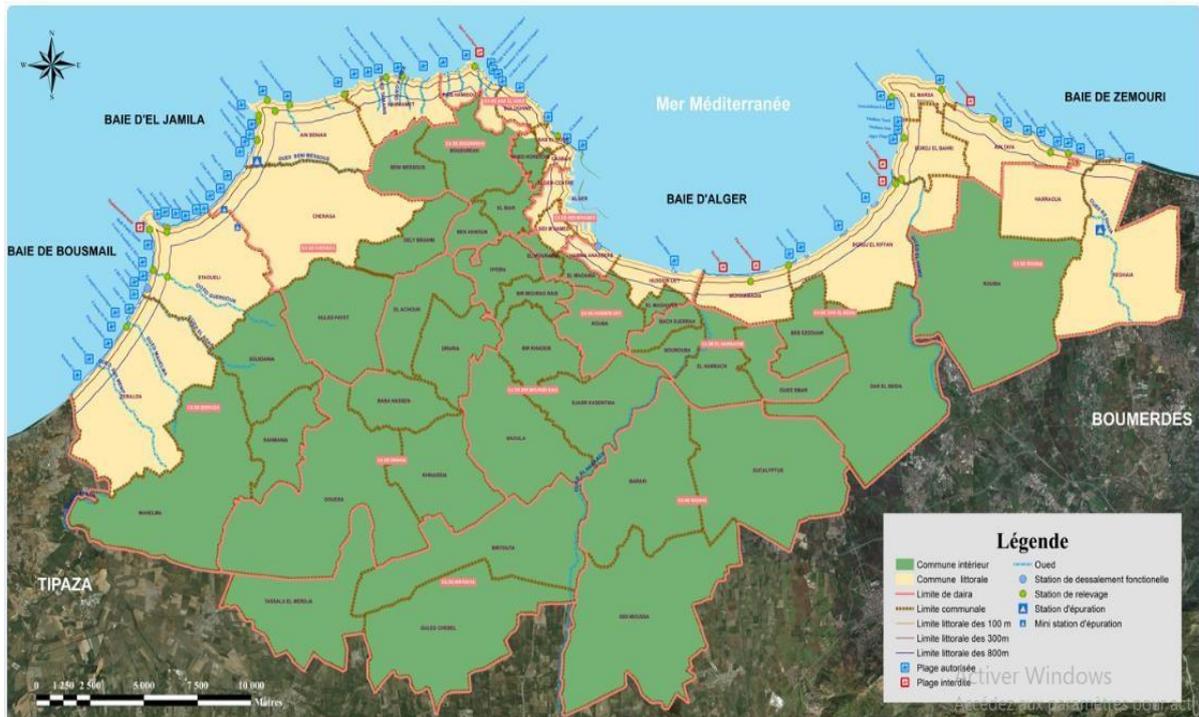


Figure 9. Carte géographique de la wilaya d'Alger

1.2. Le relief

Le relief de la wilaya d'Alger se caractérise par trois zones longitudinales (ANDI, 2013) :

Le sahel à l'ouest de la baie d'Alger.

Le littoral, dominé par le Sahel, est constitué par une ancienne terrasse étroite faible.

La Mitidja formant de sols de bonne fertilité favorisant le développement de cultures maraichères

1.3. Les secteurs boisés

La wilaya d'Alger comprend plusieurs forêts.

- forêt d'Aïn Taya
- forêt des Annassers
- forêt de Bachdjerrah
- forêt de Baïnem

- forêt de Belouizdad
- forêt de Ben Aknoun
- forêt de Béni Messous
- forêt de Bologhine
- forêt de Bordj El Bahri
- forêt de Bordj El Kiffan
- forêt de Bouzaréah
- forêt de Douéra
- forêt d'El Marsa
- forêt d'El Mouradia
- forêt de Hydra
- forêt de Kouba
- forêt de Mactaâ Kheira
- forêt de Mahelma
- forêt de Paradou
- forêt de Réghaïa
- forêt de Saoula
- forêt de Sidi Fredj
- forêt de Zéralda

2.5. Le climat

Pour caractériser le climat de notre zone d'étude, nous sommes basés sur les données météorologiques de la station Dar-El-Beida qu'il situe à 25 m de l'altitude.

Alger se caractérise par un climat méditerranéen tempéré.

Elle est connue par ses longs étés chauds et secs.

Les hivers sont doux et humides, la neige est rare mais pas impossible.

Les pluies sont abondantes et peuvent être diluviennes. Il fait généralement chaud surtout du mi-juillet à la mi-août.

La wilaya d'Alger reçoit des quantités annuelles de précipitations variant en moyenne entre 400 mm et 1 200 mm. Elle est de ce fait plus arrosée que le reste du pays. Les températures hivernales varient entre 8 °C et 15 °C. Elles grimpent à 25 °C au mois de mai pour atteindre une moyenne de 28 °C à 30 °C en juillet et août. Lors des précipitations de neige, la température peut descendre à moins de 6 °C (ANDI, 2013).

données climatiques à Alger (climat méditerranéen)

Mois	jan.	fév.	mars	Avril	mai	juin	jui.	août	sep.	oct.	nov.	déc.	année
Température minimale moyenne (°C)	5,9	6,4	7	9	12	15,6	18,5	19,1	17,1	13,7	9,6	7	11,7
Température moyenne (°C)	11,3	11,9	12,8	14,7	17,7	21,3	24,6	25,2	23,2	19,4	15,2	12,1	17,4
Température maximale moyenne (°C)	16,5	17,3	18,5	20,4	23,5	27	30,6	31,2	29,2	25,1	20,7	17,2	23,1
Précipitations (mm)	80	81,8	73,4	61,1	39,9	16,7	4,6	7,4	34,2	76	96,4	115,2	686,6
Nombre de jours avec précipitations	11,4	10,6	9,7	9,1	7,3	2,5	1,5	2,5	5,3	8,6	11,1	12,1	91,7

Source : NOAA

2. Analyse des températures moyenne, maximale, minimale

2.1. Source de données observées

Nous nous sommes déplacés à la région d'Alger et plus précisément à la station météorologique de dar Beida, afin d'obtenir les informations des relevés météorologique mensuelle pendant 49 ans. Ceci dans l'objectif d'analyser les températures observées dans la région.

Les données s'étendent sur la période 1972-2020, ils sont à l'échelle de temps mensuelle et concernent les températures moyenne, les températures minimale, les températures maximale.

L'ensemble des données a été saisi sous Excel, puis vérifié afin de détecter et de corriger les valeurs aberrantes.

2.2 Calcul des paramètres statistique

2.2.1. La moyenne arithmétique

La moyenne est la valeur de la variable qui, affectant uniformément l'ensemble des unités d'observation, conserverait l'effet total de la variable (Levy, 1979) La « moyenne » se note \bar{X} (x barre) on lira : Si la variable statistique est donnée sous forme d'une série x_1, x_2, \dots, x_n , la moyenne arithmétique est à la somme des « x_i » divisée par le nombre « n » étant égal au nombre de « x » de la série) .. La moyenne arithmétique est égale au rapport :

$$X = X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n / n$$

2.2.2. L'écart

L'écart est la mesure de la différence entre deux grandeurs ou valeurs (dont l'une est une moyenne ou une grandeur de référence).

- On calcule la moyenne de la série.
- On calcule la différence entre chacune des valeurs de la série et la moyenne.
- On fait leur somme.
- On divise cette somme par l'effectif de la série.

$$L'écart = X_i - X_m / n$$

2.2.3. Ecart type

L'écart-type est la mesure de dispersion la plus couramment utilisée en statistique lorsqu'on emploie la moyenne pour calculer une tendance centrale. Il mesure donc la dispersion autour de la moyenne. En raison de ses liens étroits avec la moyenne, l'écart-type peut être grandement influencé si cette dernière donne une mauvaise mesure de tendance centrale (AFNOR, 2002). L'écart-type est aussi utile quand on compare la dispersion de deux ensembles de données séparés qui ont approximativement la même moyenne. La dispersion des mesures autour de la moyenne est plus étroite dans le cas d'un ensemble de données dont l'écart-type est plus petit. Habituellement, un tel ensemble renferme comparativement moins de valeurs élevées ou de valeurs faibles. Un élément sélectionné au hasard à partir d'un ensemble de données dont l'écart-type est faible peut se rapprocher davantage de la moyenne qu'un élément d'un ensemble de données dont l'écart-type est plus élevé. On définit la variance d'une variable discrète composée de n observations comme suit :

$$\sigma = \frac{\sqrt{\sum(x_i - X)^2}}{n}$$

2.2.4. La moyenne pondérée

La moyenne pondérée est la moyenne d'un certain nombre de valeurs affectées de coefficients.

En statistiques, considérant un ensemble de données

$$\mathbf{M} = (m_1, m_2, \dots, m_n)$$

Et les poids non-négatifs correspondants

$$\alpha = \alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$$

La moyenne pondérée \bar{m} est calculée suivant la formule :

$$\bar{m} = \frac{\alpha_1 m_1 + \alpha_2 m_2 + \dots + \alpha_n m_n}{\alpha_1 + \alpha_2 + \dots + \alpha_n}$$

Lorsque tous les poids sont égaux, la moyenne pondérée est identique à la moyenne arithmétique.

Résultats et discussion

1. Evolution de la température moyenne

1.1. Moyenne interannuelle

La température moyenne interannuelle à Alger est caractérisée par une moyenne de 17,55°C et d'un écart type de 1,14 °C.

1.2. L'écart des températures

L'évolution de la température moyenne à la Wilaya d'Alger est représentée sous forme d'écart sur la période 1972-2020.

Le réchauffement de température moyenne d'Alger est très net.

L'écart fortement négatif de 1972 jusqu'en 1987, l'écart ensuite le plus souvent négatif en 1992 qui enregistrée la baisse température de -0,28°C de 1972-2020 et en 2006, puis réchauffement net, écart presque systématiquement positif de le début des années 2007.

La décennie 2007-2020 avec une température supérieure de 0,30°C dans la période de 1972-2020 à été la plus chaude que la décennie 1972-2006.

Les 4 dernières années sont les plus chaudes observées depuis 1972, si l'année 2020, avec une température de 0,38°C de 1972-2020 se classe au premier rang parmi les années les plus chaudes depuis 1972, l'année 2016 se classe au deuxième rang des années les plus chaudes.

Depuis la fin du XXIe siècle la température moyenne de la wilaya d'Alger a augmenté de presque 1°C.

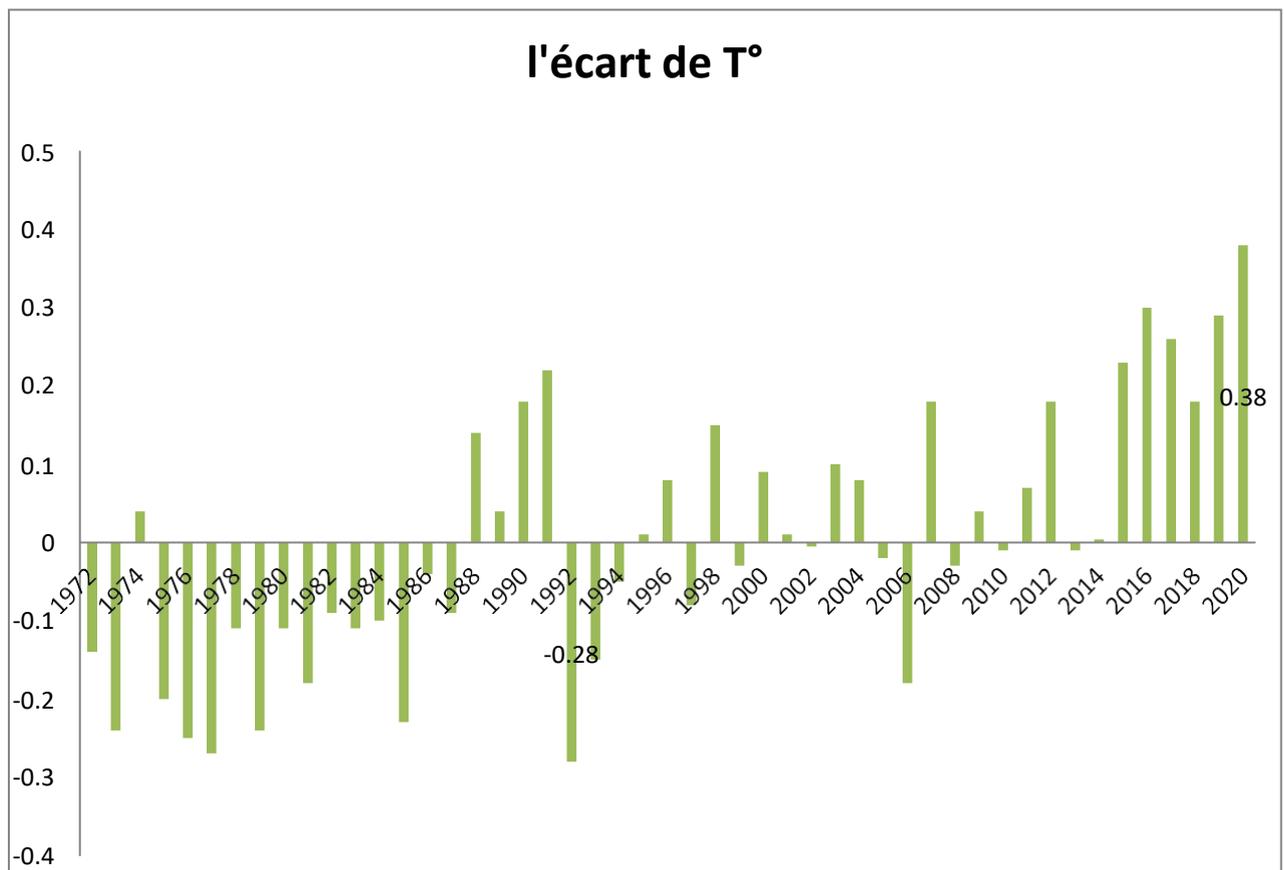


Figure 10. L'évolution de la température moyenne à Alger pendant 1972-2020.

1.3. Moyenne annuelle

Le graphe représente la variation interannuelle de la température durant la période 1972-2020. Il est constaté que la moyenne de la température sur cette période est de l'ordre 17,55°C.

La température annuelle varie entre la valeur maximale de 19,13°C en 2020 et la valeur minimale de 16,38°C en 1992.

On observe durant la période de 1972 jusqu'en 1987 la température est inférieure à la moyenne 17,55°C, 1988-2010 dans cette période on perçoit une instabilité car la température elle augmente ou diminue, la température moyenne annuelle est toujours supérieure à la moyenne 17,55°C de la dernière décennie 2010-2020, ce qu'il montre que la Wilaya d'Alger a connue un réchauffement pendant la dernière décennie.

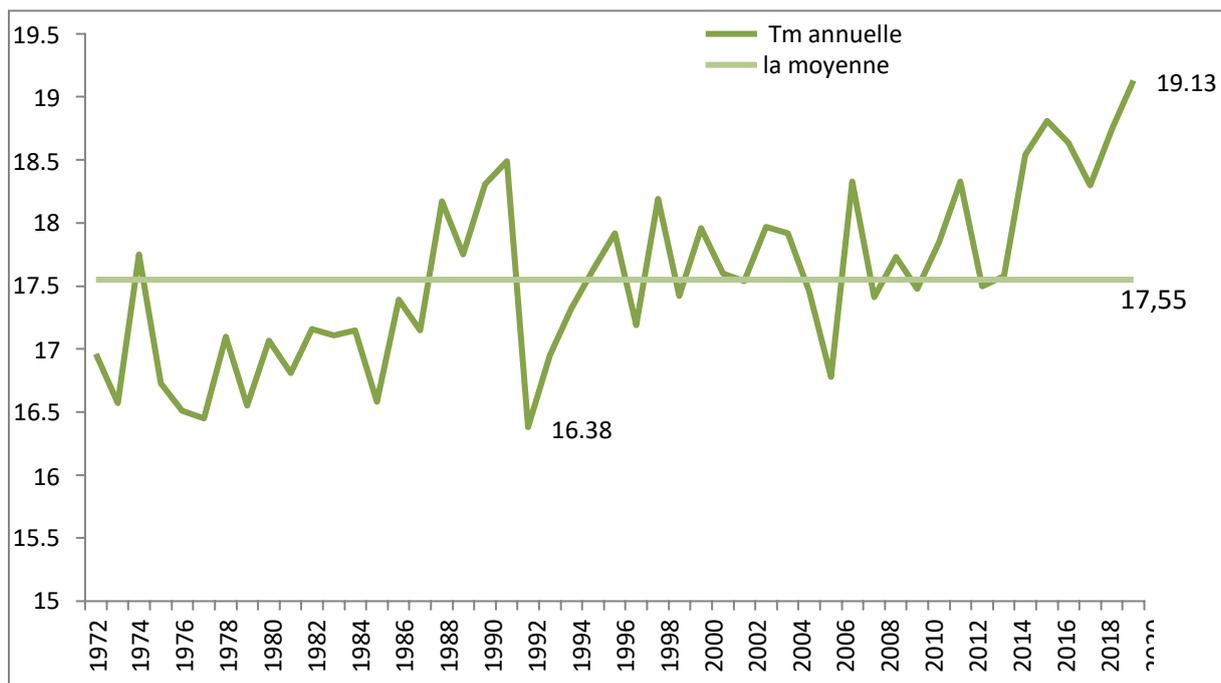


Figure 11. Variation interannuelle de la température moyenne (1972-2020)

1.4. Moyenne pondérée

La figure montre la variation interannuelle de la température pendant 1972-2020. Il est constaté que la moyenne pondérée de la température sur cette période est 17,07°C.

Dans cette figure on observe durant la période 1972-1987 la température est inférieure à la moyenne pondérée 17,07, de 1988-2020 la température supérieure à la moyenne pondérée, cela confirme qu'il y'a une augmentation de la température.

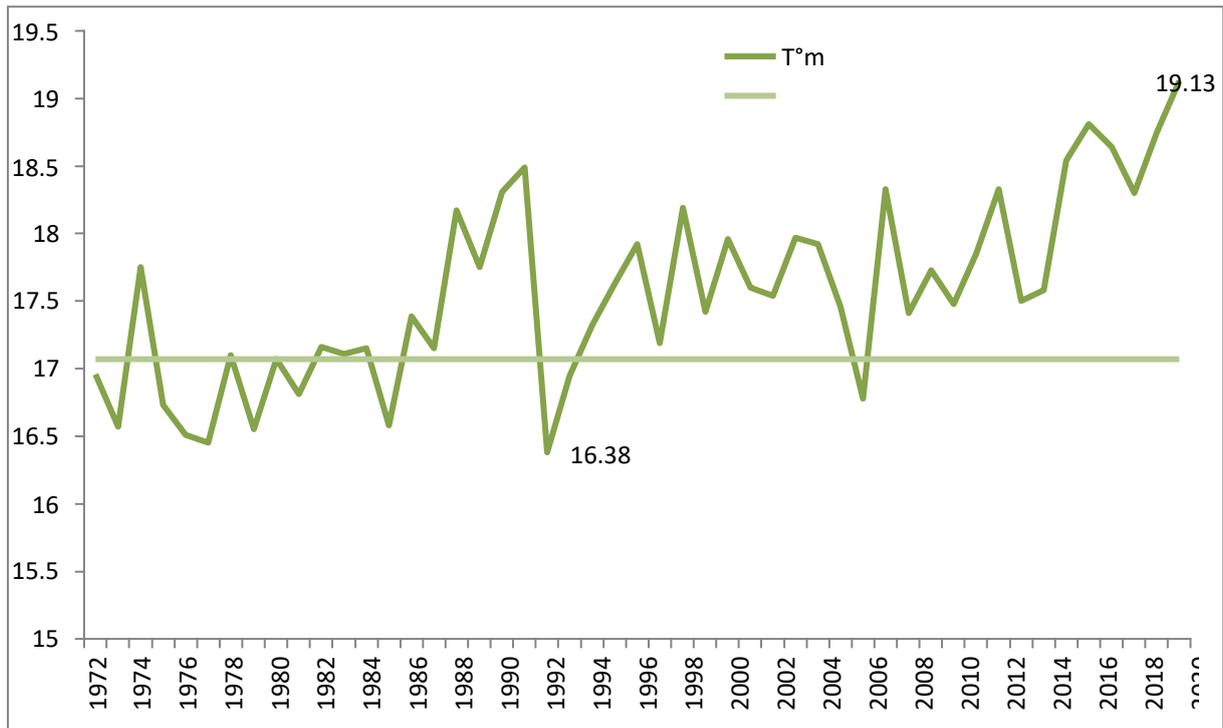


Figure 12. Variation interannuelle de la température moyenne (1972-2020)

1.5. Moyenne mensuelle interannuelle

A Alger, la température moyenne mensuelle interannuelle augmente progressivement de l'hiver à l'été en marquant un maximum en Août 24,86°C, puis diminue pour atteindre un minimum en Janvier 11,15°C, délimitant deux période principale, la première froide allant de Décembre à Mars et l'autre chaude allant de Juin à Septembre.

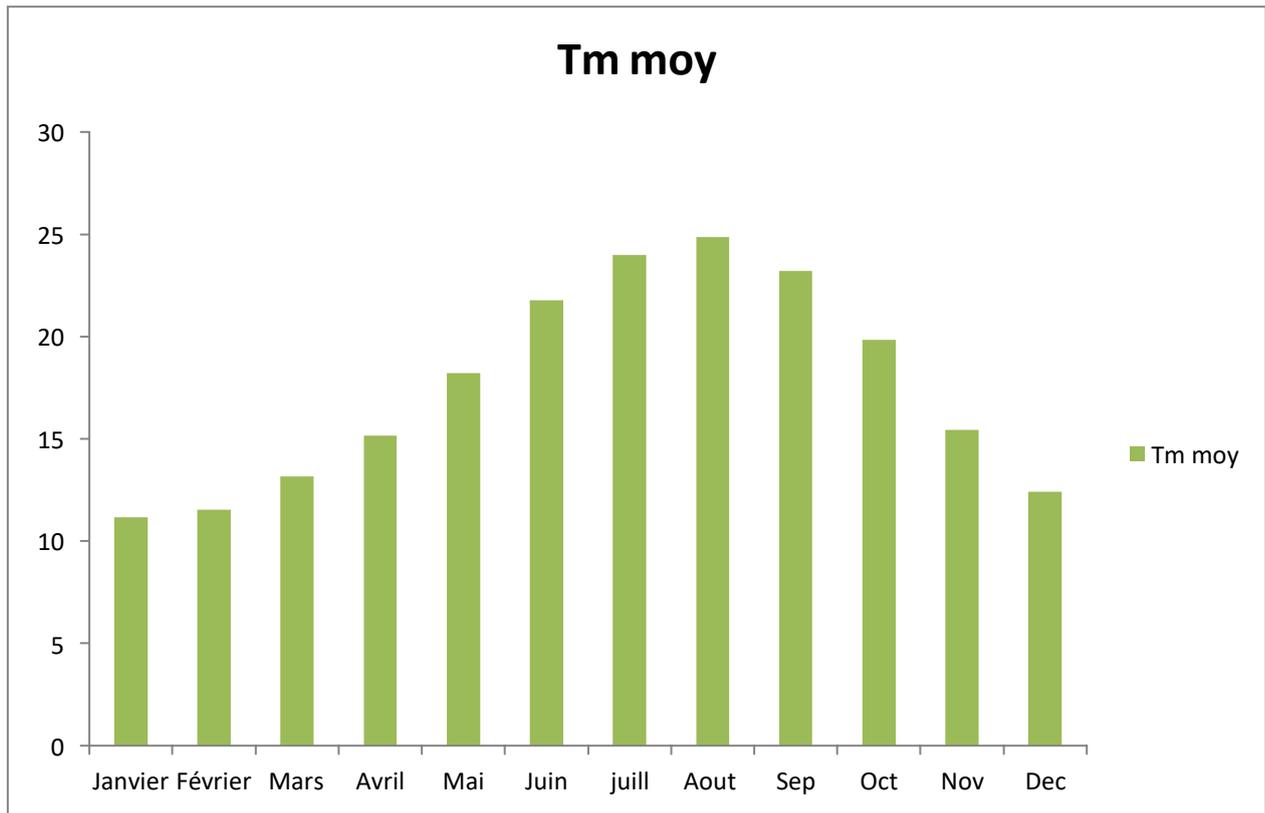


Figure 13. Variation de la température moyenne mensuelle (1972-2020)

1.6. La température moyenne mensuelle

Dans cette figure il est constaté que le mois le plus chaud de l'année est celui d'Aout avec une température moyenne de 24,86°C. Le mois le plus froid de l'année est celui de Janvier avec une température moyenne de 11,15°C.

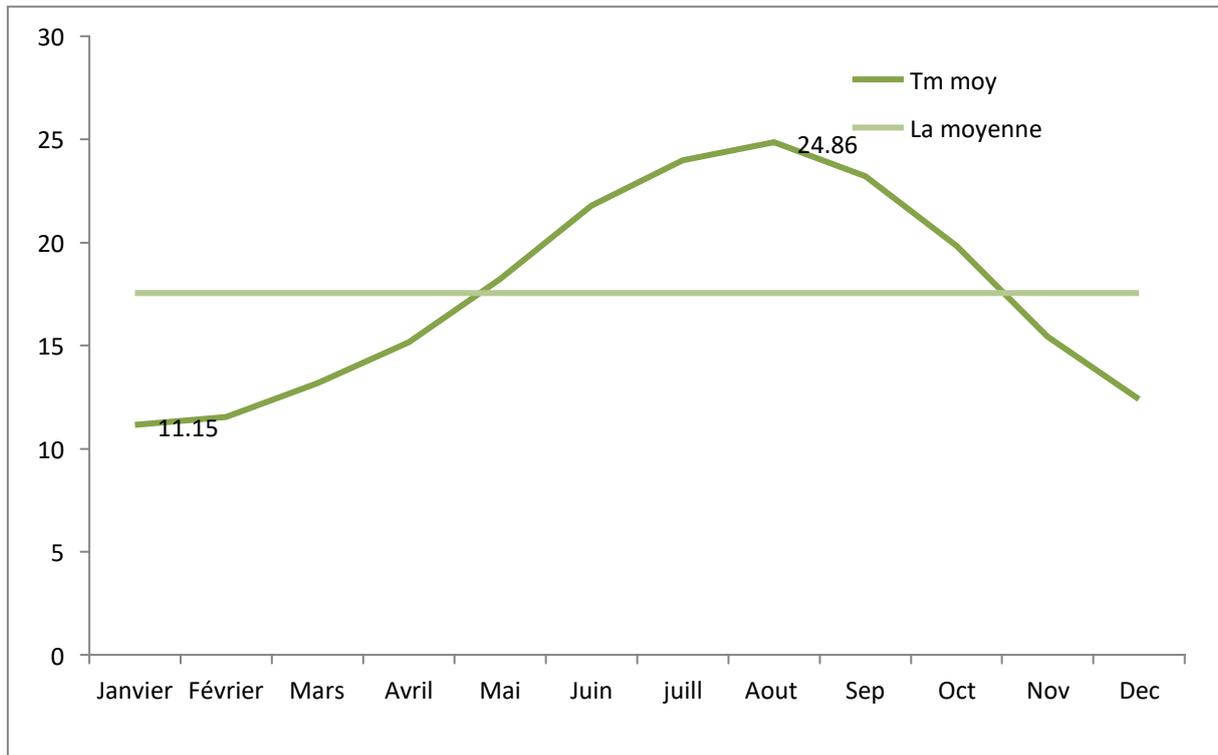


Figure 14. Variation mensuelle de la température moyenne durant (1972-2020)

1.7. La tendance des températures moyenne annuelle

L'analyse de la tendance de la température au cours de différentes décennies, de 1972 à 2020 a permis de tracer le graphe suivant :

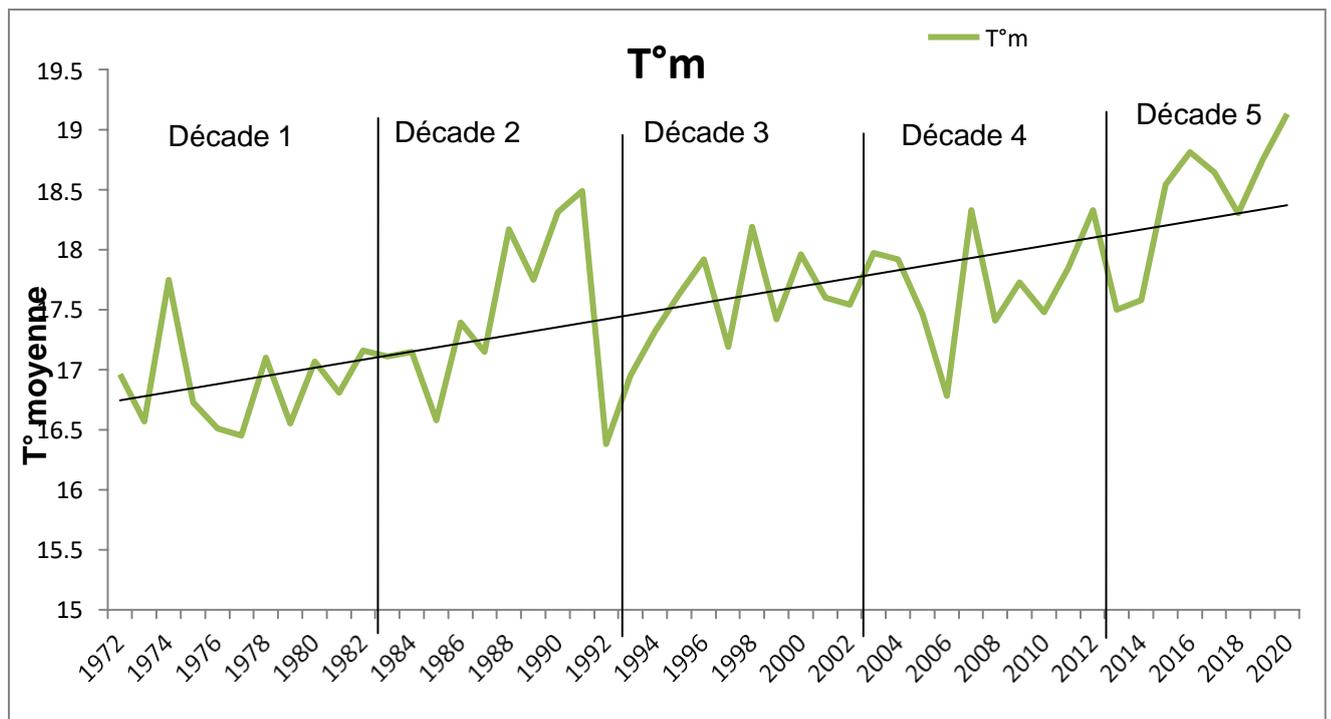


Figure 15. Variation de la température moyenne et la tendance pendant (1972-2020)

Les résultats obtenus montrent une augmentation légère chaque décade de la tendance avec une valeur de 0,3°C.

1.8. Variation saisonnière

L'étude de l'évolution des moyennes des températures saisonnière (figure 16) montre que l'Eté est la saison la plus chaude avec 24,57°C, suivie le Printemps avec 18,37°C, suivie l'Automne avec 15,89°C. Alors que l'Hiver est la saison la plus froide avec 11,94°C.

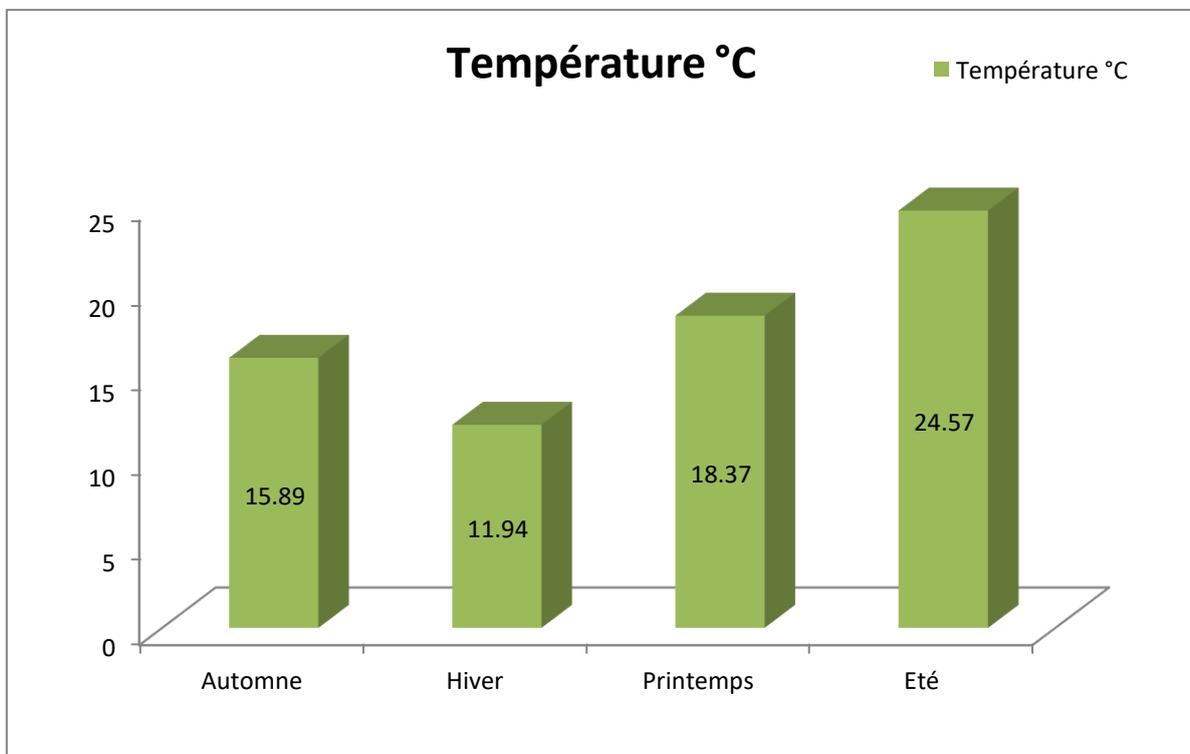


Figure 16. Variation saisonnière de la température moyenne

2. Evolution de la température maximale

2.1. Moyenne interannuelle

La température maximale interannuelle à Alger est caractérisée par une moyenne de 23,24C° et d'un écart type de 1,75C°.

2.1. L'écart des températures

L'évolution de la température maximale annuelle à la Wilaya d'Alger est représentée sous forme d'écart durant la période 1972-2020.

L'écart fortement négatif de 1972 jusqu'en 1988, écart ensuite le plus souvent négatif en 1992 qui enregistre la baisse température de -0,42°C de 1972-2020, écart est presque positif de le début des années 1996.

La décennie 2007-2020 avec une température supérieure de 0,50°C dans la période de 1972-2020 à été la plus chaude que la décennie 1972-2006.

Les 5 dernières années sont les plus chaudes observées depuis 1972, si l'année 2020, avec une température de 0,53°C de 1972-2020 se classe au premier rang parmi les années les plus chaudes depuis 1972, l'année 2016 se classe au deuxième rang des années les plus chaudes.

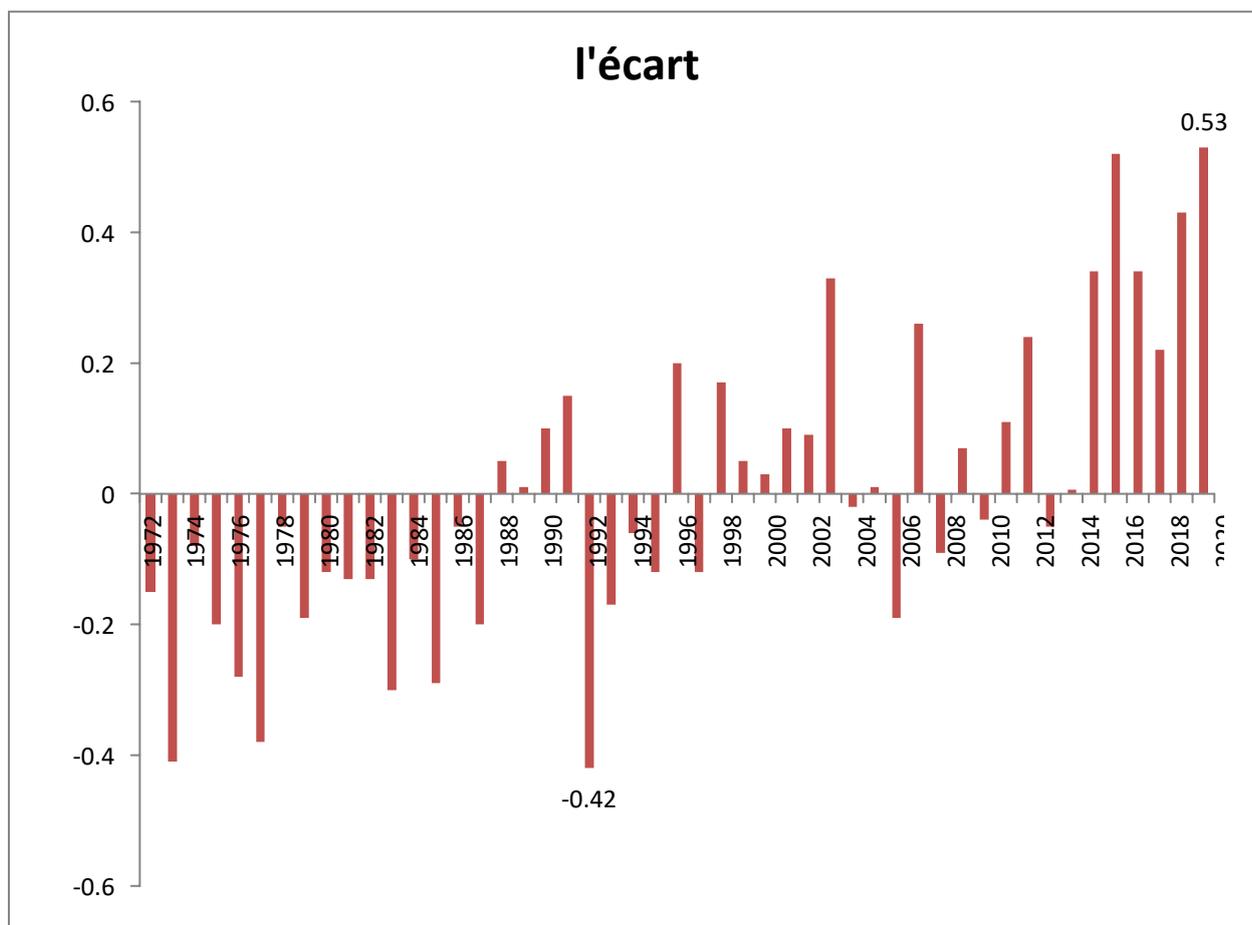


Figure 17. L'évolution de la température maximale à Alger pendant 1972-2020.

2.3. Moyenne annuelle

Le graphe représente la variation interannuelle de la température maximale durant la période 1972-2020. Il est constaté que la moyenne de la température sur cette période est de l'ordre 23,24°C.

La température annuelle varie entre la valeur maximale de 25,41°C en 2020 et la valeur minimale de 21,53°C en 1992.

On observe durant la période de 1972 jusqu'en 1987 la température est inférieure à la moyenne 23,24°C, 1988-2007 dans cette période en perçois une instabilité car la température elle augmente ou diminue, la température moyenne annuelle est toujours supérieure à la moyenne 23,24°C de la dernière décennie 2007-2020, ce qu'il montre que la Wilaya d'Alger a connue un réchauffement pendant la dernière décennie.

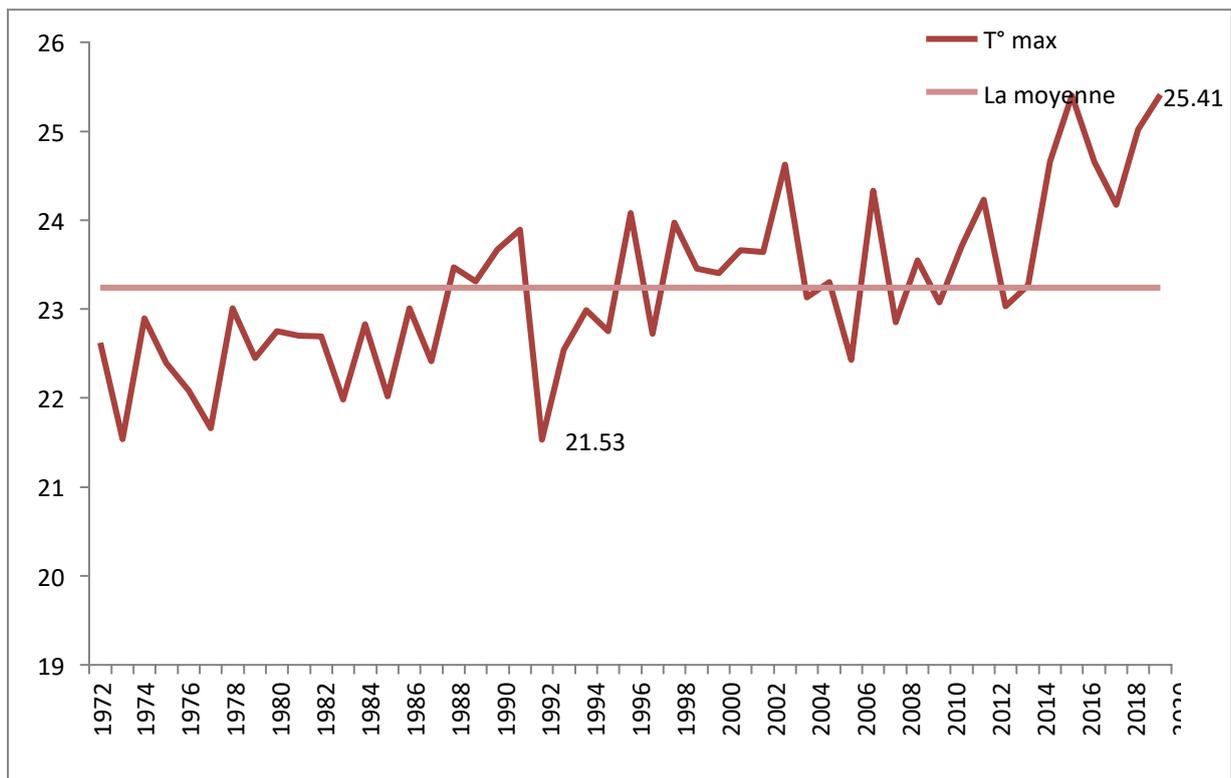


Figure 18. Variation interannuelle de la température maximale (1972-2020).

2.4. Moyenne pondérée

La figure montre la variation interannuelle de la température pendant 1972-2020. Il est constaté que la moyenne pondérée de la température sur cette période est 23,24°C.

Dans cette figure on observe durant la période 1972-1987 la température est inférieure à la moyenne pondérée 23,24°C, de 1988-2020 la température supérieure à la moyenne pondérée, cela confirme qu'il y'a une augmentation de la température.

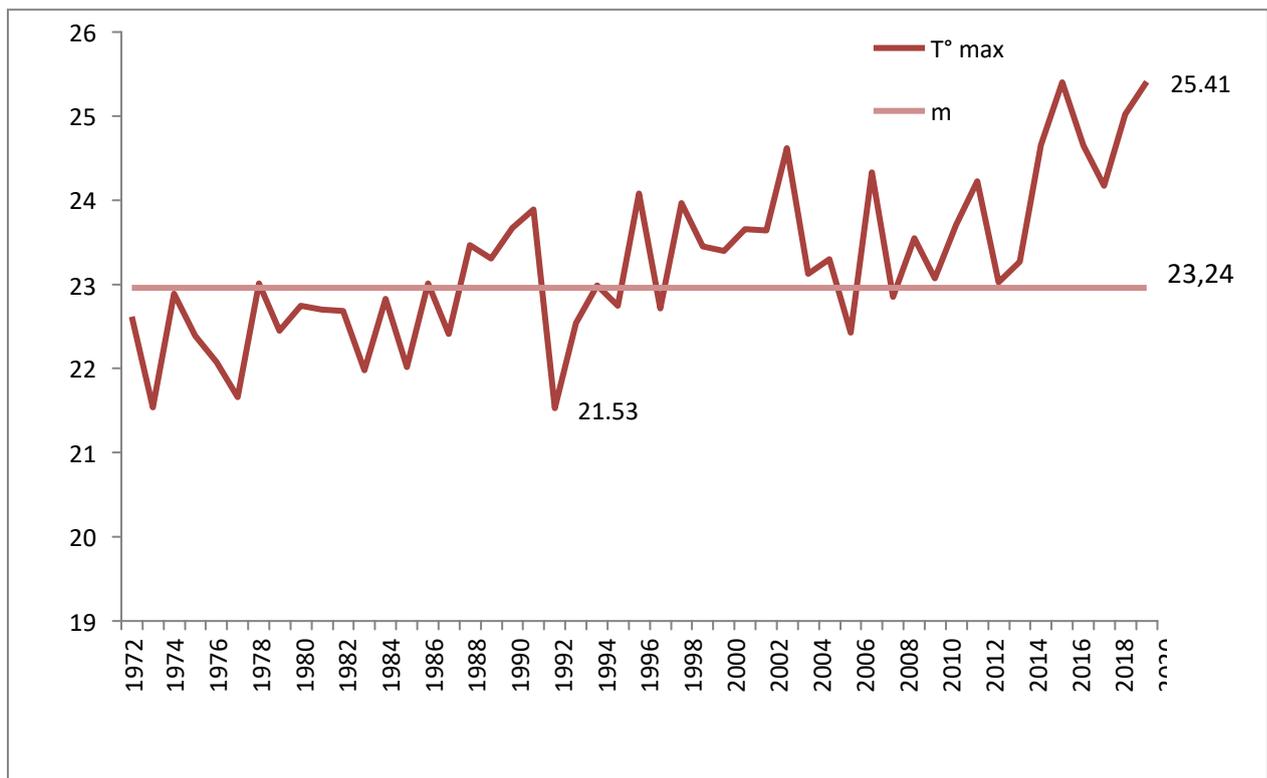


Figure 19. Variation interannuelle de la température maximale (1972-2020).

2.5. Moyenne mensuelle interannuelle

A Alger les températures maximales mensuelles interannuelle augmentent progressivement de l'Hiver à l'Eté marquant un maximum en Aout 36,6 C°, puis diminuent pour atteindre un minimum en Janvier 16,88C° (figure20). L'écart entre saison chaude et saison froide est assez conséquent.

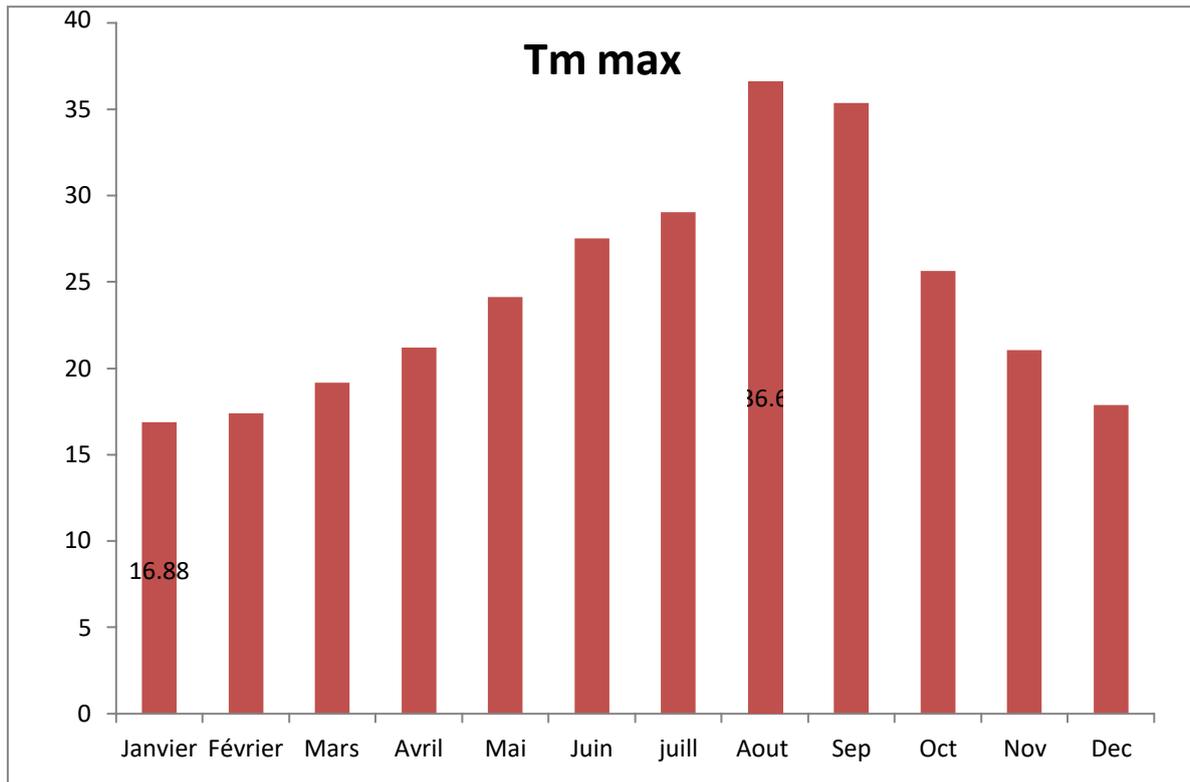


Figure 20. Variation de la température maximale mensuelle (1972-2020).

2.6. Moyenne mensuelle annuelle

Dans cette figure il est constaté que le mois le plus chaud de l'année est celui d'Aout avec une température moyenne de 36,6°C. Le mois le plus froid de l'année est celui de Janvier avec une température moyenne de 16,88°C.

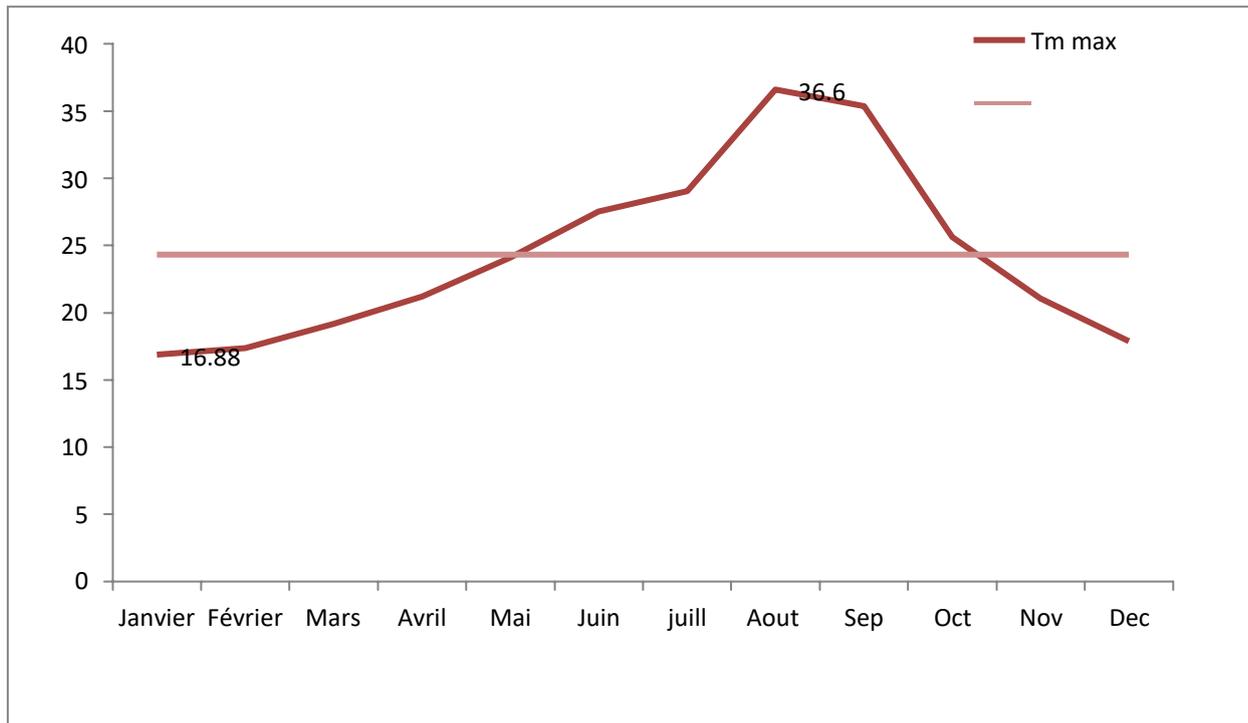


Figure 21. Variation mensuelle de la température maximale durant (1972-2020).

2.7. La tendance des températures maximale annuelle

L'analyse de la tendance de la température au cours de différentes décennies, de 1972 à 2020 a permis de tracer le graphe suivant :

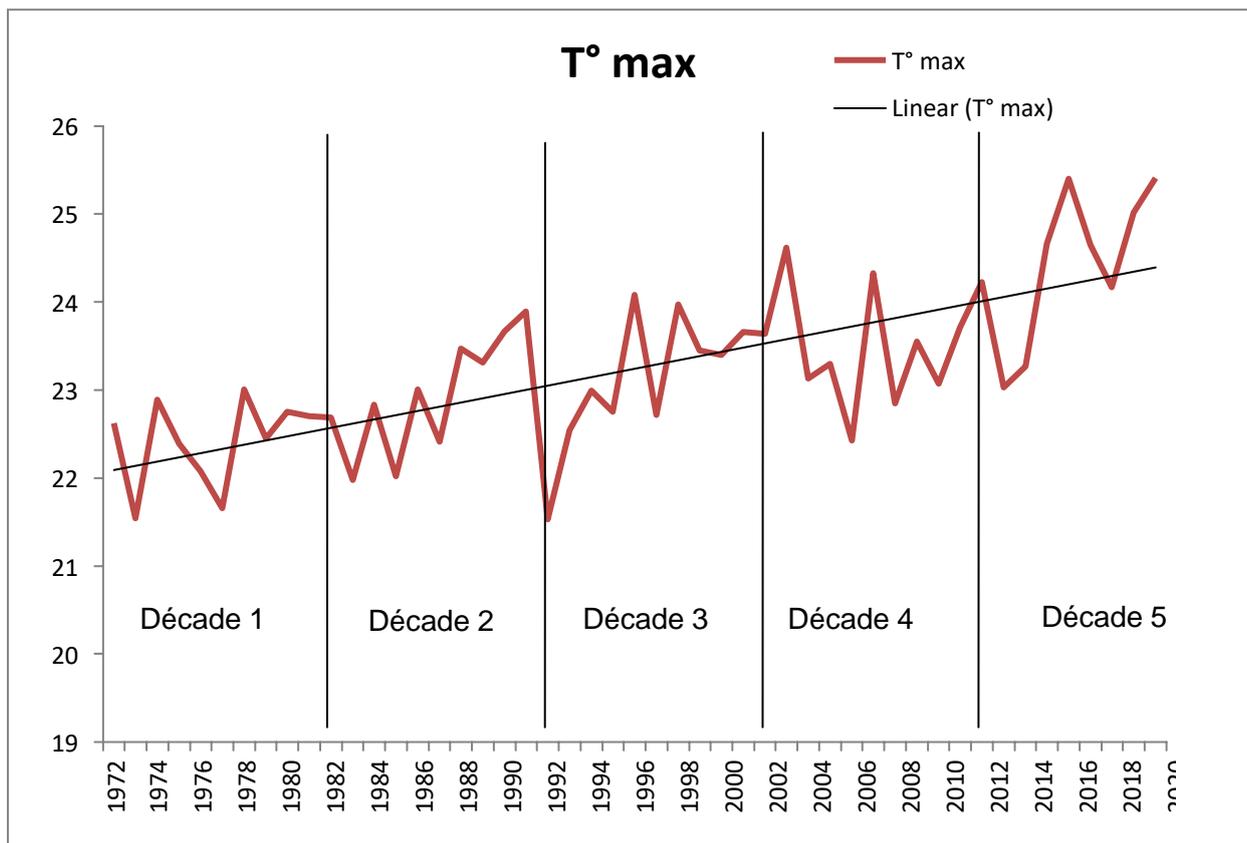


Figure 22. Variation de la température maximale et la tendance pendant (1972-2020).

Les résultats obtenus montrent une augmentation légère chaque décennie de la tendance avec une valeur de $0,3^{\circ}\text{C}$.

2.8. Variation saisonnière

L'étude de l'évolution des moyennes des températures saisonnière (figure 23) montre que l'été est la saison la plus chaude avec $33,67^{\circ}\text{C}$, suivie le printemps avec $24,29^{\circ}\text{C}$, suivie l'automne avec $21,52^{\circ}\text{C}$. Alors que l'hiver est la saison la plus froide avec $17,81^{\circ}\text{C}$.

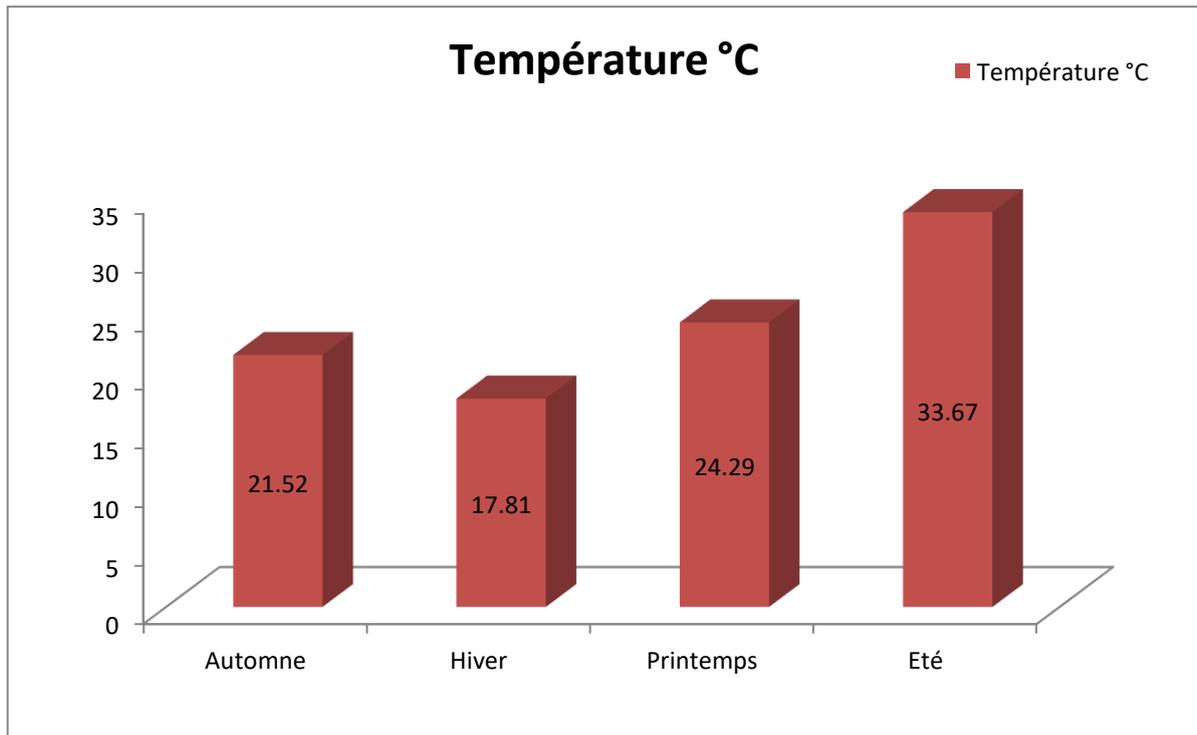


Figure 23. Variation saisonnière de la température maximale.

3. Evolution de la température minimale

3.1. Moyenne interannuelle

La température minimale interannuelle à Alger est caractérisée par une moyenne de 11,87°C et d'un écart type de 0,95°C.

3.2. L'écart des températures

L'évolution de la température maximale annuelle à la Wilaya d'Alger est représentée sous forme d'écart durant la période 1972-2020.

L'écart fortement négatif de 1972 jusqu'en 1987, on observe un pic d'augmentation de la température en 1991 de 0,3°C, l'écart ensuite est souvent négatif.

On a constaté que la température est en constante augmentation pendant la dernière décennie 2007-2020.

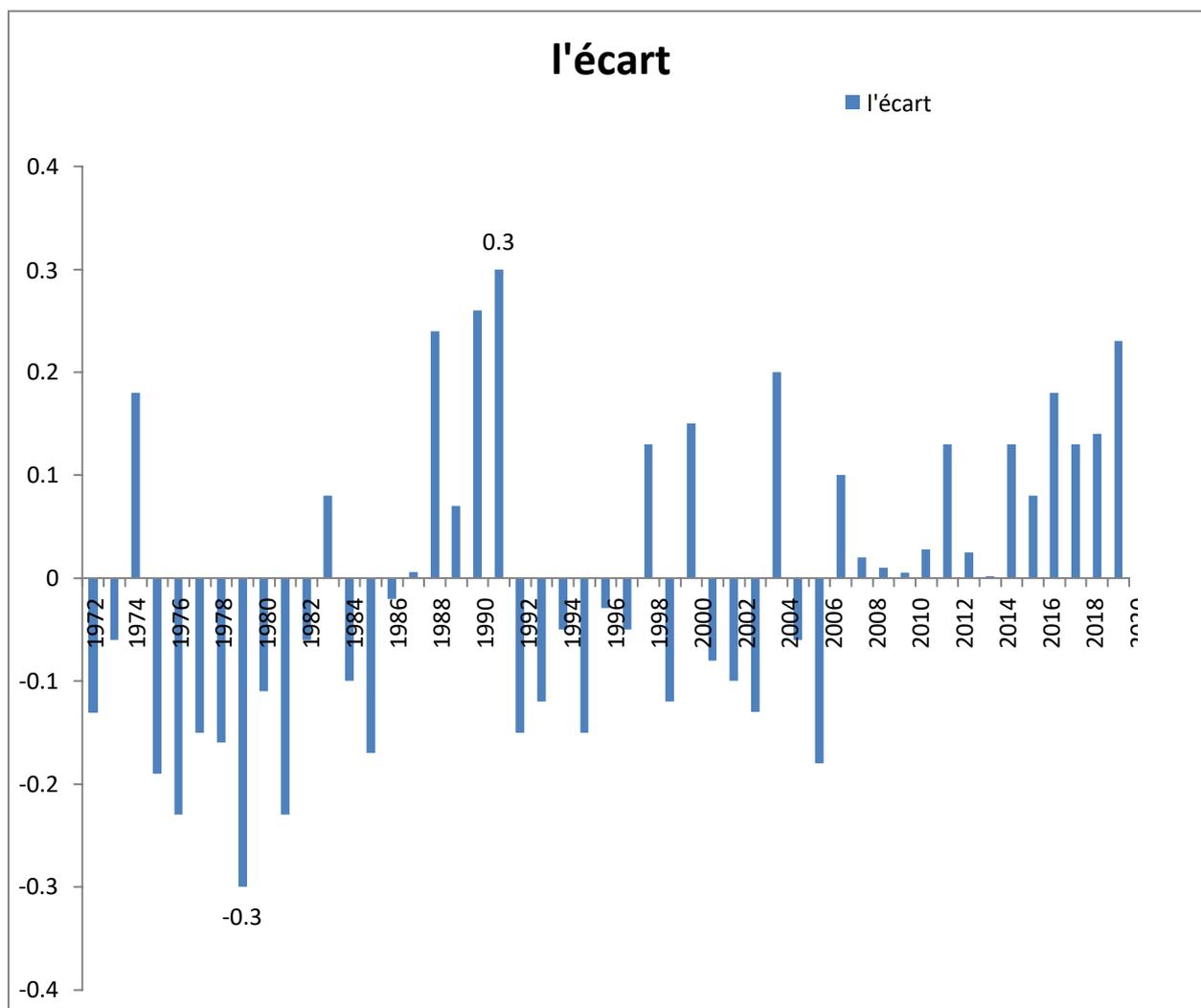


Figure 24. L'évolution de la température minimale à Alger pendant 1972-2020.

3.3. Moyenne annuelle

Le graphe représente la variation interannuelle de la température minimale durant la période 1972-2020. Il est constaté que la moyenne de la température sur cette période est de l'ordre 11,87°C.

La température annuelle varie entre la valeur maximale de 13,1 °C en 1991 et la valeur minimale de 10,65°C en 1979.

On observe durant la période de 1972 jusqu'en 1987 la température est inférieure à la moyenne 11,87°C, 1988-2007 dans cette période on perçoit une instabilité car la température elle augmente ou diminue, la température moyenne annuelle est toujours supérieure à la moyenne 11,87°C de la dernière décennie 2007-2020, ce qu'il montre que la Wilaya d'Alger a connue un réchauffement pendant la dernière décennie.

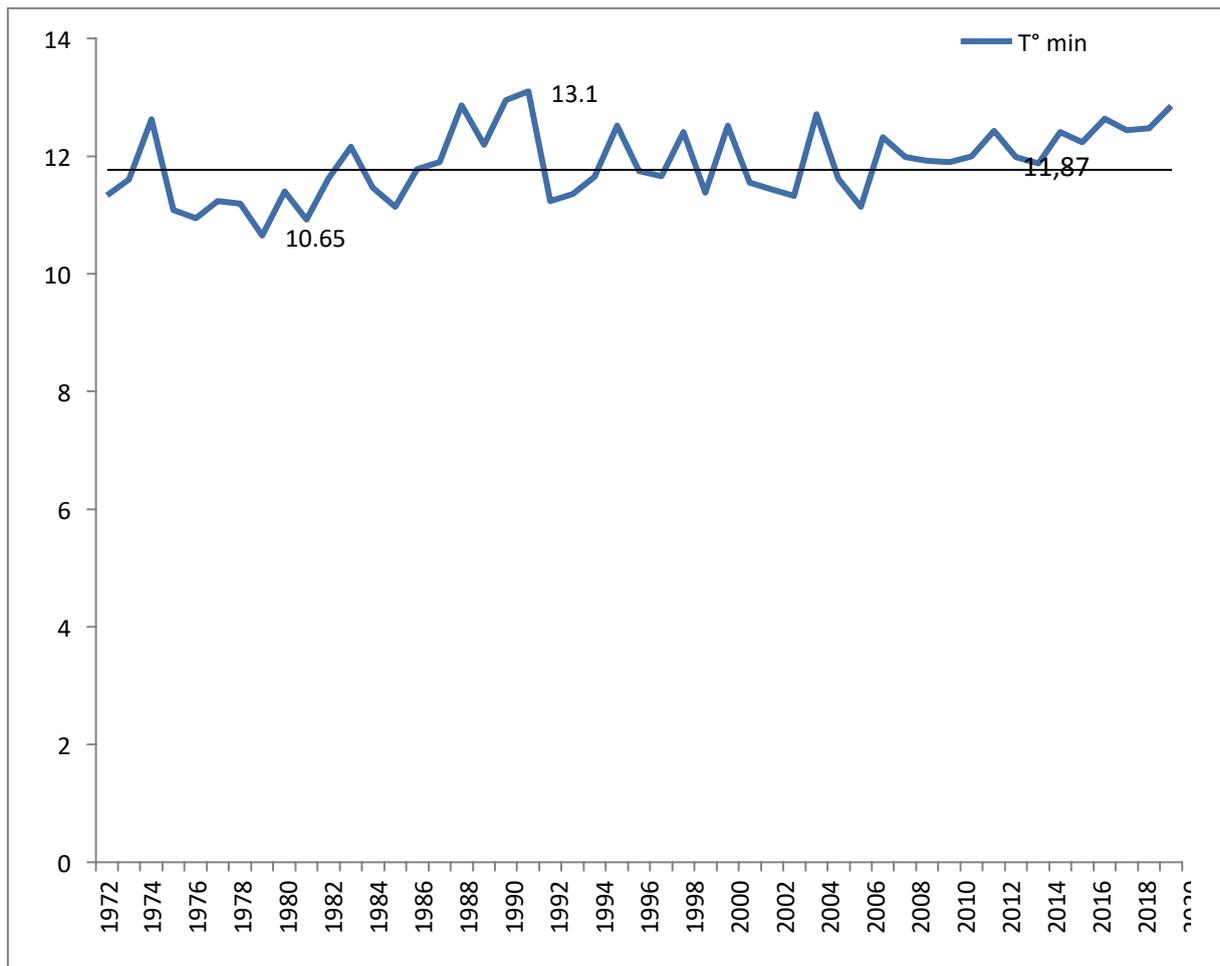


Figure 25. Variation interannuelle de la température minimale (1972-2020)

3.4. Moyenne pondérée

La figure montre la variation interannuelle de la température pendant 1972-2020. Il est constaté que la moyenne pondérée de la température sur cette période est 11,37°C.

Dans cette figure on observe durant la période 1972-1987 la température est inférieure à la moyenne pondérée 11,37°C, de 1988-2020 la température supérieure à la moyenne pondérée, cela confirme qu'il y'a une augmentation de la température.

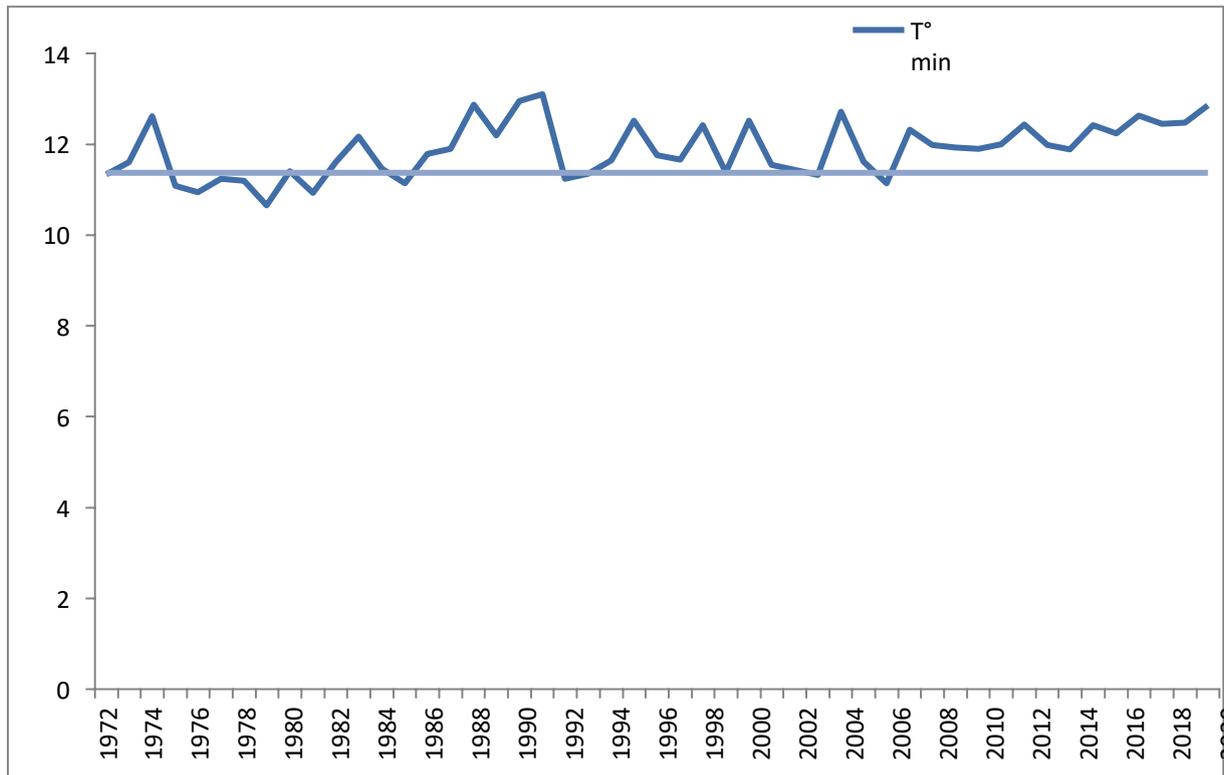


Figure 26. Variation interannuelle de la température minimale (1972-2020).

3.5. Moyennes mensuelles interannuelles

A Alger, les températures minimales mensuelles interannuelles augmentent progressivement de l'hiver à l'été marquant un maximum en Aout 20,13°C.

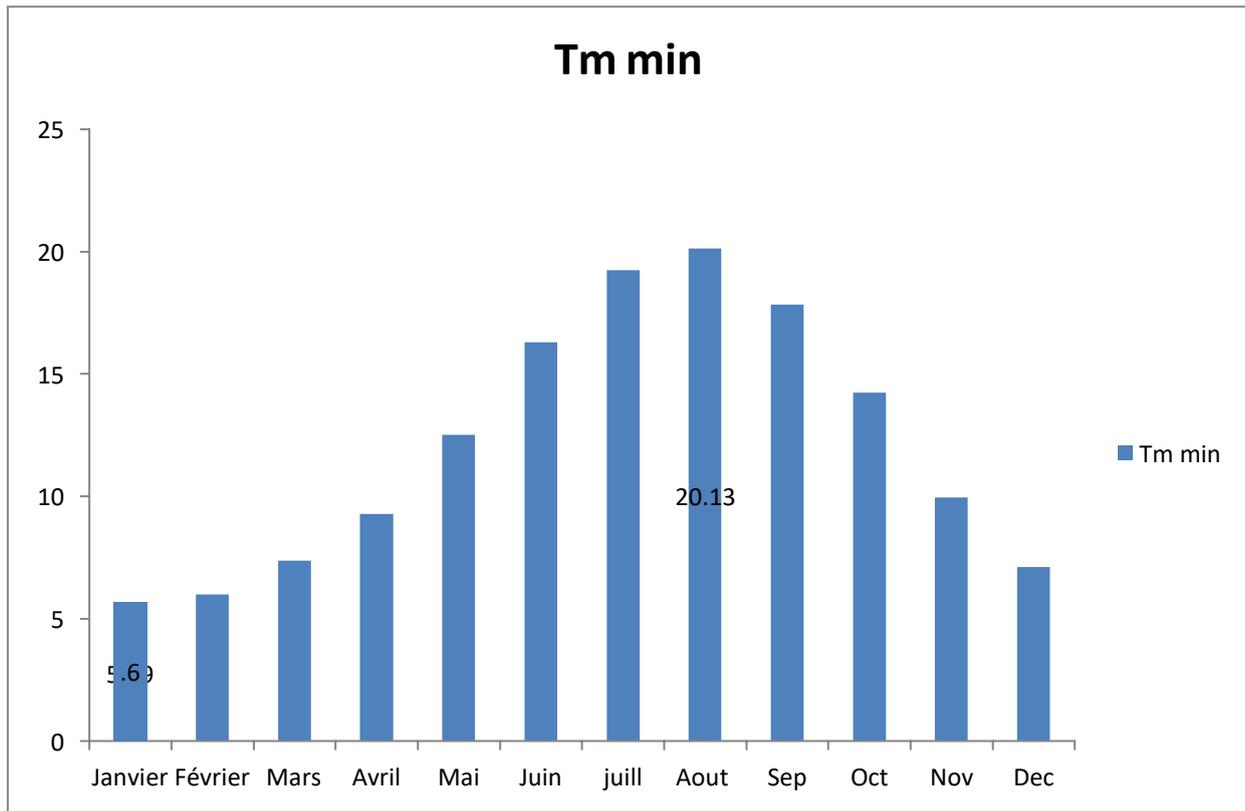


Figure 27. Variation de la température minimale mensuelle (1972-2020).

3.6. Moyenne mensuelle annuelle

Dans cette figure il est constaté que le mois le plus chaud de l'année est celui d'Aout avec une température moyenne de 20,13°C. Le mois le plus froid de l'année est celui de Janvier avec une température moyenne de 5,69°C.

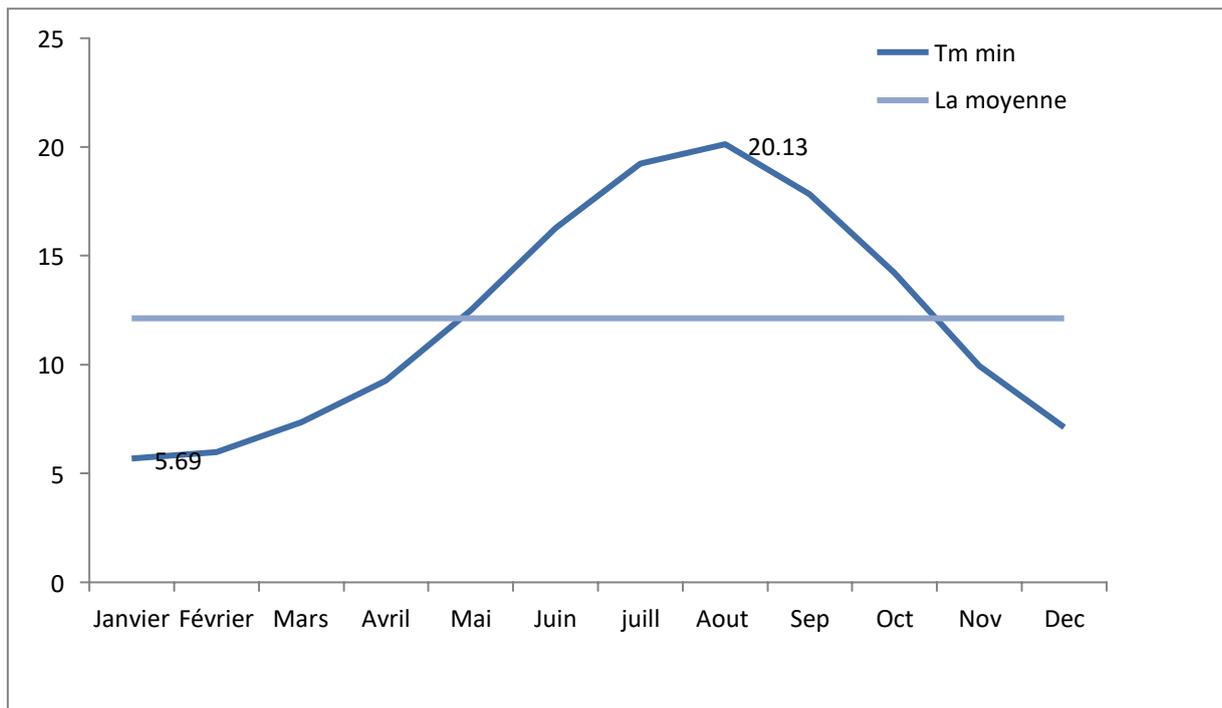


Figure 28. Variation mensuelle de la température minimale durant (1972-2020).

3.7. La tendance des températures minimale annuelle

L'analyse de la tendance de la température au cours de différentes décennies, de 1972 à 2020 a permis de tracer le graphe suivant :

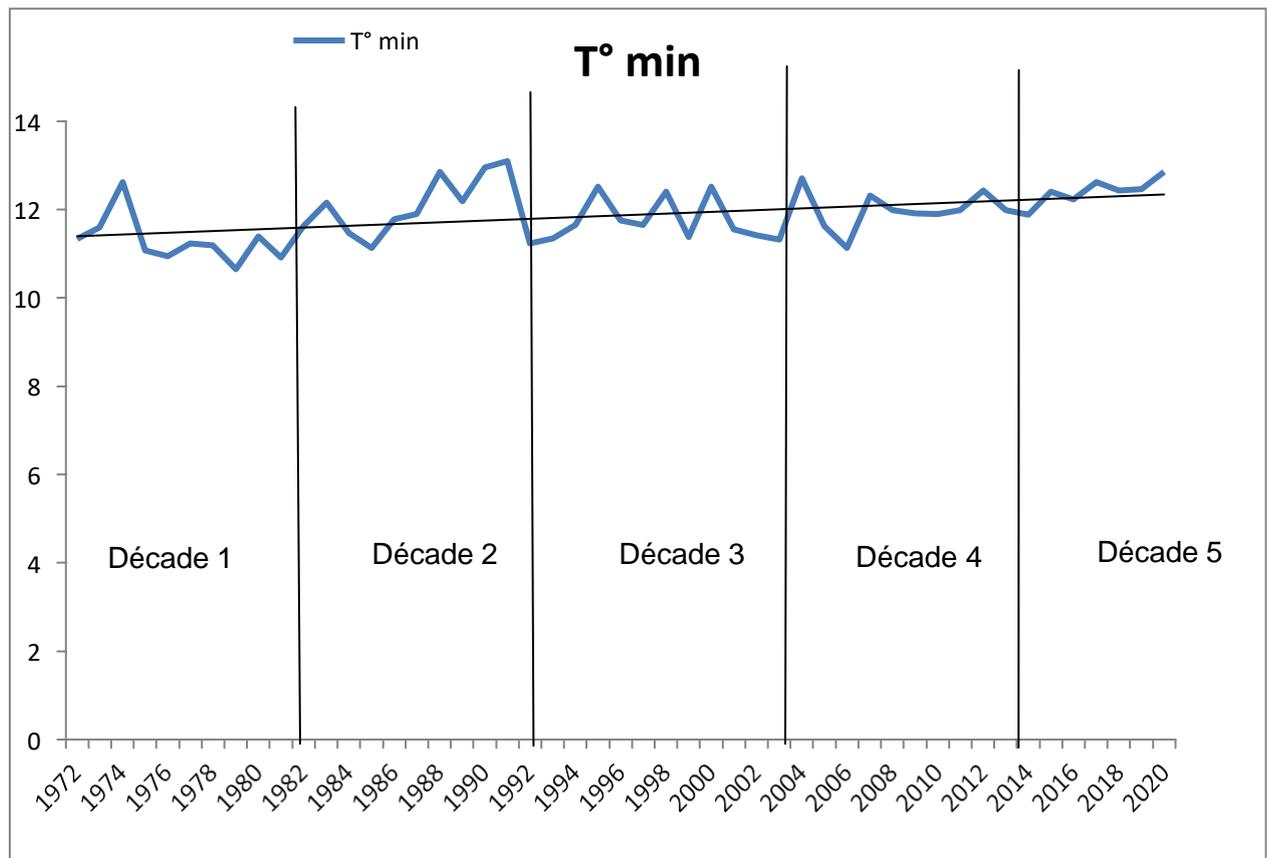


Figure 29. Variation de la température minimale et la tendance pendant (1972-2020).

Les résultats obtenus montrent une augmentation légère chaque décennie de la tendance avec une valeur de $0,1^{\circ}\text{C}$.

3.8. Variation saisonnière

L'étude de l'évolution des moyennes des températures saisonnière (figure 30) montre que l'Été est la saison la plus chaude avec $19,07^{\circ}\text{C}$, suivie le Printemps avec $12,68^{\circ}\text{C}$, suivie l'Automne avec $10,42^{\circ}\text{C}$. Alors que l'Hiver est la saison la plus froide avec $6,34^{\circ}\text{C}$.

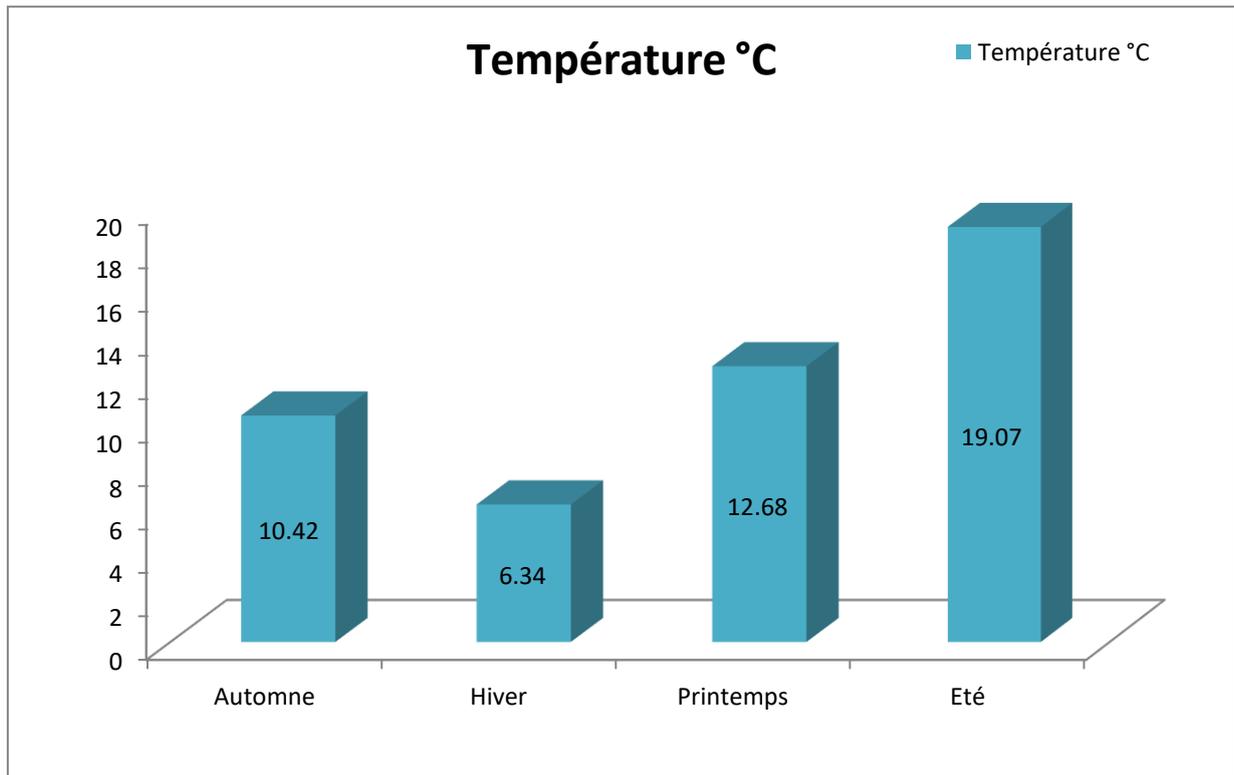


Figure 30. Variation saisonnière de la température minimale.

Conclusion générale

Conclusion

La connaissance des données climatique est souvent indispensable pour comprendre la répartition de la végétation et prédire ses réponses face aux changements climatiques.

Les résultats de cette étude ont indiquées que l'Algérie en général et à Alger plus particulièrement a connue une augmentation de la température et une baisse de pluviométrie, donc les risques liés au réchauffement climatique sont plus grandes.

Dans le cas présent, il est nécessaire de prendre des mesures pour protéger la couche d'ozone pour éviter le réchauffement climatique.

Références bibliographique

Liste des références

- ANAT., 2004. Agence Nationale d'aménagement de territoire.
- ANDI., 2013. Agence Nationale de Développement de l'Investissement.
- AFNOR., 2002. Thèse : Etude du climat passé et des changements climatiques futures dans la région de Sétif, présenté par : Houari Hadjer, Benzartiha Fatima Zohra (2018-2019).
- Diop M., 2009. Les bilans hydriques dans la moyenne vallée du Sénégal, contribution a l'étude des besoins en eau de la végétation. Thèse de l'université Paris 1 Pantheon – Sorbonne.373 p.
- FAO., 2000. Food and agriculture organisation.
- Giec, 2007. The IPCC 4th Assessment Report is coming out A picture of climate change the current state of understanding.
- Henia L., 1993. Climat et bilan de l'eau en Tunisie : Essai de régionalisation climatique par les bilans hydriques, Publications de l'Université de Tunis, 391p.
- Lajoie G., Houle D., et Blondlot A., 2016. Impacts de la sécheresse sur le secteur forestier québécois dans un climat variable et en évolution. Montréal, Québec.
- Layelmam M., 2008. Calcul des indicateurs de sécheresse à partir des images NOAA/AVHRR. LIFE05 TCY/TN/000150,6p.
- Levy., 2016. Thèse Etude du climat passé et des changements climatiques futures dans la région de Sétif, présenté par : Houari Hadjer, Benzartiha Fatima Zohra (2018-2019).
- Languedoc-Roussillon., 2009. Thèse : Etude du climat passé et des changements climatiques futures dans la région de Sétif, présenté par : Houari Hadjer, Benzartiha Fatima Zohra (2018-2019).
- Mayer., 2016. Thèse sécheresse et inondation vers la fin du 21ème siècle en zone sud-méditerranéenne, présenté par Benouattas Hanane, Benamara Fatima Zohra (2019-2020).
- Projet GEF/PNUD 00039149. Seconde communication nationale de l'Algérie sur les changements climatiques a la CCNUCC. Sommet de Copenhague sur les changements climatiques 17 décembre 2009. Alger 2010.

Pouffary, 2018. Thèse sécheresse et inondation vers la fin du 21^{ème} siècle en zone sud-méditerranéenne, présenté par Benouattas Hanane, Benamara Fatima Zohra (2019-2020).

-Stéphane P ., Guillaume d ., Antoine A ., Stéphane Q.et Laurent D.,2018. Les défis du changement climatique en méditerranée : Le bassin méditerranéen dans le nouvel Agenda climatique international, Italie – ©ENERGIES 2050

- Shukla, J. and Minz, Y. 1982. Influence of the land surface evapotranspiration on the earth's climate. *Science* 215: 1077-1099

-Vincent, Trewin B, Villarroel C., (2013). Updated analyses of temperature and precipitation extreme indices since the beginning of the twentieth century :The HadEX2 dataset

-Zella, L. 2015. Irrigation eau, sol P214.215.

Site web

www.unidis.fr/sante-securite.

<https://www.futura-sciences.com/planete/dossiers/meteorologie-instruments-meteorologiques-appareils-utilises-meteorologie-49/page/3/>

<https://youmatter.world/fr/definition/definition-rechauffement-climatique/>

https://fr.wikipedia.org/wiki/Climat_en_Alg%C3%A9rie

<https://fr.acervolima.com/echelles-de-temperature/>

<https://fr.m.wikipedia.org>

<http://fr.khanacademy.org>