

**UNIVERSITE KASDI MERBAH-OUARGLA**  
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie  
Département des Sciences Agronomiques



**Mémoire**

**MASTER Académique**

**Domaine :** Sciences de la Nature et de la Vie

**Filière :** Sciences Agronomiques

**Spécialité :** Protection de la Ressource Sol-Eau et Environnement

**Présenté par M<sup>elles</sup> :**

BAHALLAH Inès

HAMZI Oumaima

**Thème**

**Contribution à l'étude du régime pluviométrique  
des régions de Touggourt et Ouargla**

**Soutenu publiquement, Le :/06 /2023**

**Devant le jury :**

**Président :** Mr Belarouci M. El Hafed M.C.A.(U.K.M.Ouargla)

**Examinateur :** Mr Ladjici Abdelkader M.A.A.(U.K.M.Ouargla)

**Encadreur :** Mme Hadjaidji-Benseghier Fatiha M.C.B.(U.K.M Ouargla)

**Co-Encadreur :** Mme Youcef Fouzia M.C.B. (U.K.M Ouargla)

**Année universitaire :2022/2023**

# *Remerciements*

*Nous remercions avant tout ALLAH qui nous a aidés et qui nous a donné la volonté et la force pour qu'on puisse présenter ce travail.*

*Tout d'abord nous adressons nos sincères remerciements à notre encadreur Mme **Hadjaidji-Benseghier Fatiha**, « paix à son âme », qui a proposé ce thème.*

*Son départ brutal, nous a tous choqué.*

*Nous avons eu l'honneur de travailler avec elle durant la préparation de notre mémoire de Licence et c'est avec une grande tristesse que nous avons appris sa disparition.*

*« Que dieu l'accueille en son vaste paradis »*

*On tient aussi à adresser nos sincères remerciements à notre co-encadreur*

***Mme YOUCEF Fouzia***

*Pour son Encadrement et son soutien chaleureux qui nous ont permis de bien mener cette étude.*

*Nous remercions Les membres de jury D'avoir accepté de lire et d'évaluer notre mémoire.*

***Mr BELAROUCI M. El Hafed**, pour avoir accepté de présider ce jury.*

***Mr LADJICI Abdelkader**, pour avoir accepté d'examiner notre travail*

*Nos Grands remerciements vont aussi à l'équipe de la bibliothèque d'U.K.M Ouargla.*

*Toute notre promotion de Master Protection de la ressources sol, eau et environnement (2022/2023).*

*Un grand merci à toutes les personnes qui se reconnaîtront et qui nous ont aidées et soutenue durant toutes les étapes de ce travail.*

*Merci enfin à nos familles et nos amis chacun à son nom pour leurs conseils et leur soutien moral.*

*Et tous les profs de la spécialité Protection de la ressources sol, eau et environnement chacun à son nom.*

## *DEDICACE*

Je rends grâce à ALLAH le tout puissant pour tous les bien faits  
dont il m'a comblé.

Ce mémoire ayant été rédigé, je le dédie :

À mes chers parents ; je vous aime beaucoup pour m'avoir  
soutenu tout au long de mes études. Qu'ALLAH le tout puissant vous  
bénisse :

Mon père Kamel, qui peut être fier et qu'il trouve ici le  
Résultat de longues années de sacrifices et de privations pour  
m'avoir

aidé à avancer dans la vie.

Ma mère Fenik Nacira, qui a œuvré pour ma réussite, par son  
amour, son

Soutien, tous les sacrifices consentis et ses précieux conseils.

Particulièrement à mes chers frères : Mohammed Aimen et Rafik

À mes chères sœurs : Oumaima et Chaimaa

À mon oncle Abdelbasset d'avoir supporté tous les dérivés de mon  
transport pour étudier depuis 2018 jusqu'à mon année de graduation.

À toute ma famille paternelle (Bahallah) et maternelle (Fenik)

Je n'oublie pas ma binôme Oumaima, mes cousines et mes  
cousins

Et mes chères amies Issra, Fatma Zahra et Halima.

*Bahallah Inès*

## *DEDICACE*

Je remercie tout d'abord le bon dieu tout puissant qui m'a  
donné la force et le courage pour terminer ce travail.

Je dédie ce modeste travail A :

Mes chers parents, pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur  
tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de mes  
études,

Mon très cher père: Belkacem

Ma très précieuse mère: Milouda

A mes très chères frères : Adel, Ibrahim , Khaled

A mes très chères sœur : Meriem , Abla, Asma , Fatima et Malak .

Je n'oublie pas ma binôme : Inès et mes amies : salima, Fatoum,  
chahrazad, Manel et Massouda

A toute la famille Hamzi

A toutes les promotions d'Agronomie de l'Université de Ouargla .

*Hamzi Oumaima*

## Liste des abréviations

**O.N.M** : Office Nationale de la Météorologie

**C.D.A.R.S** : Commissariat au Développement de l'Agriculture dans les Régions Sahariennes

**A.N.R.H** : Agence Nationale des Ressources Hydrauliques

**P an** : Précipitations annuelles

**P max** : Précipitations maximales

**P min** : Précipitations minimales

**A** : Automne

**H** : Hiver

**P** : Printemps

**E** : Eté

## Liste des tableaux

|  |    |
|--|----|
| <b>Tableau(II-1) : Données climatiques de la région de Ouargla (1996-2005)</b>   | 12 |
| <b>Tableau(II-2) : Données climatiques de la région de Touggourt (1996-2005)</b>   | 13 |
| <b>Tableau(II-3) : Les résultats de quotient pluviométrique de la région de Ouargla et de Touggourt</b>                                  | 17 |
| <b>Tableau(III-1) : Situation et caractéristiques des stations météorologiques</b>   | 19 |
| <b>Tableau(IV-1) : Application de la méthode de Wilcoxon sur la station de Ouargla</b>   | 23 |
| <b>Tableau(IV-2) : Application de la méthode de Wilcoxon sur la station de Touggourt</b>   | 24 |
| <b>Tableau(IV-3) : Précipitations moyennes mensuelles des régions de Touggourt et de Ouargla(1990-2022)</b>                              | 25 |
| <b>Tableau(IV-4) : Valeurs maximales et minimales des moyennes des précipitations mensuelles dans la région de Ouargla (1990-2022)</b>   | 27 |
| <b>Tableau(IV-5) : Valeurs maximales et minimales des moyennes des précipitations mensuelles dans la région de Touggourt (1990-2022)</b> | 28 |
| <b>Tableau (IV-6) : Données pluviométriques des régions de Ouargla et de Touggourt</b>   | 28 |
| <b>Tableau (IV-7) : Régime des pluies dans les deux stations en mm.</b>  | 30 |

## Liste des figures

|  |    |
|--|----|
| <b>Figure (I.1) : Pluies annuelles du Sahara algérien en mm (1940-1961)</b>                | 5  |
| <b>Figure (II-1) : Délimitation administrative de la wilaya d'Ouargla</b>                  | 8  |
| <b>Figure (II-2) : Situation géographique de la Wilaya de Touggourt adapté</b>             | 9  |
| <b>Figure (II-3): Diagramme Ombrothémique de la station de Ouargla</b>                     | 15 |
| <b>Figure (II-4) : Diagramme Ombrothémique de la station de Touggourt</b>                  | 15 |
| <b>Figure (II-5) : Climagramme d'EMBERGER pour la région de Ouargla et de Touggourt</b>    | 18 |
| <b>Figure(III-1) : Méthodologie de travail</b>   | 19 |
| <b>Figure(IV-1) : Précipitations moyennes mensuelles de la région de Touggourt</b>         | 26 |
| <b>Figure(IV-2) : Précipitations moyennes mensuelles de la région de Ouargla</b>           | 26 |
| <b>Figure(IV-3) : Régime pluviométrique saisonnier dans la région de Ouargla</b>           | 32 |
| <b>Figure(IV-4) : Régime pluviométrique saisonnier dans la région de Touggourt</b>         | 33 |
| <b>Figure(IV-5) : Variations interannuelles de la pluie à Touggourt depuis 1990 à 2022</b> | 33 |
| <b>Figure (IV-6) :Variations interannuelles de la pluie à Ouargla depuis 1990 à 2022</b>   | 33 |





# Table des matières

Remerciements

Dédicaces

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

## Introduction

1

## Chapitre I : Généralités sur le climat du Sahara septentrional algérien

|  |   |
|--|---|
| I.1. Définition du climat  | 4 |
| I.2. Caractéristiques générales du climat du Sahara septentrional algérien | 4 |
| I.3. Les précipitations sahariennes  | 5 |
| I.3.1 Origines de la pluviosité saharienne                                 | 6 |
| I.3.2 Caractères principaux des pluies sahariennes                         | 6 |
| I.3.3 Les saisons pluvieuses au Sahara                                     | 6 |

## Chapitre II : Présentation des régions d'étude

|   |    |
|---|----|
| II.1 Situation géographique et cadre physique | 8  |
| II.1.1 Ouargla                                | 8  |
| II.1.2 Touggourt                              | 8  |
| II.2.Milieu physique                          | 9  |
| II.2.1 La géologie                            | 9  |
| II.2.2 La topographie                         | 10 |
| II.2.3 La pédologie                           | 11 |
| II.2.4 La géomorphologie                      | 11 |
| II.3 Climat                                   | 12 |
| II.3.1 Température                            | 13 |
| II.3.2 Humidité                               | 13 |

|                                   |    |
|-----------------------------------|----|
| II.3.3 Précipitation              | 14 |
| II.3.4 Evaporation                | 14 |
| II.3.5 Vent                       | 14 |
| II.3.6 Insolation                 | 14 |
| II.3.7 Classification du climat   | 15 |
| II.3.7.1 Diagramme Ombrothermique | 15 |
| II.3.7.2 Climagramme d'Emberger   | 17 |

### **Chapitre III : Matériel et méthodes**

|   |    |
|---|----|
| III.1 La méthodologie de travail                            | 19 |
| III.2 Stations et sources des données pluviométriques       | 19 |
| III.3 Contrôle de l'homogénéité des données pluviométriques | 20 |
| III.3.1 Test de Wilcoxon                                    | 20 |
| III.4 Analyse numérique                                     | 21 |
| III.4.1 Total pluviométrique mensuel, saisonnier et annuel  | 21 |
| III.4.2 Régime pluviométrique                               | 21 |

### **Chapitre IV : Résultats et discussion**

|  |    |
|--|----|
| IV.1 Homogénéisation des données pluviométriques                         | 23 |
| IV.1.1 Application de la méthode de Wilcoxon sur la station de Ouargla   | 23 |
| IV.1.2 Application de la méthode de Wilcoxon sur la station de Touggourt | 24 |
| IV.2 Pluviosité moyenne mensuelle  | 25 |
| IV.3 Régime pluviométrique saisonnier annuel                             | 28 |
| IV.4 Variation interannuelle des précipitations                          | 32 |
| <b>Conclusion</b>  | 35 |
| <b>Références</b>  | 36 |
| <b>Sites internet</b>  | 40 |

### **Annexes**

# ***INTRODUCTION***

## Introduction

Le Sahara septentrional algérien est une région située dans le nord du désert du Sahara, qui s'étend sur une superficie d'environ 400 000 km<sup>2</sup>. Cette région est caractérisée par un climat désertique avec des précipitations rares et irrégulières. Le régime pluviométrique est donc un élément clé de l'environnement de cette région, car il détermine en grande partie la vie des populations locales et la gestion des ressources naturelles.

Le climat saharien est caractérisé surtout par la faiblesse et l'irrégularité des précipitations, une luminosité intense, une forte évaporation et de grands écarts de température.

**Ramade (2003)** rapporte que la pluviométrie constitue un facteur écologique d'importance fondamentale, non seulement pour le fonctionnement et la répartition des écosystèmes terrestres, mais aussi pour certains écosystèmes limniques dont les mares et les lacs temporaires ..., soumises à des périodes d'assèchement.

Le régime pluviométrique est une branche de la climatologie qui étudie l'évaluation quantitative des précipitations, de leur nature (pluie, neige, grésil, brouillard) et distribution dans l'espace et dans le temps.

Pour **Dubief (1953)**, les précipitations au Sahara ont pratiquement toujours lieu sous forme de pluies. Ces dernières sont connues par leur faible importance quantitative et les pluies torrentielles sont rares. Cette insuffisance de pluies sahariennes est accompagnée d'une irrégularité très marquée du régime pluviométrique et d'une variabilité interannuelle considérable, ce qui accentue la sécheresse (**Ozenda, 1991**).

Selon **Hadjaidji-Benseghier (2018)**, l'Algérie du Nord a bénéficié de nombreux travaux ayant trait à la caractérisation climatique et bioclimatique, depuis ceux de **Seltzer (1946)**. Par contre le Sahara algérien n'a fait l'objet que de très peu de travaux, entre autre : **Dubief (1959 et 1963)**, **Quézel (1978)**, **Monod (1992)**, **Le Houérou (1995)**, **Hirche et al. (2007)**.

Une étude du régime pluviométrique a été élaborée à partir de 160 stations météorologiques du Sud algérien. À la lumière des résultats obtenus par plusieurs tests différents, la vérification de la normalité nous amène à conclure qu'à partir du Centre saharien les distributions sont assez dissymétriques. L'application de l'ACP avec rotation aux 71 stations a montré l'existence de quatre distributions statistiques géographiquement bien distinctes. Ceci est dû à la diversité et à l'hétérogénéité du relief et à l'influence de l'Atlas saharien. Les représentations graphiques de l'évolution des totaux pluviométriques annuels ont mis en évidence une alternance de périodes sèches

et humides sans pouvoir parler de cycles. Une diminution importante des pluies annuelles est enregistrée au cours des décennies 1940 .

Cependant, l'étude climatique à fortiori bioclimatique approfondie du Sahara, demeure plus ou moins problématique à cause de la faible densité du réseau, de lacunes dans les séries d'observations, voire l'absence totale de certaines données récentes.

Ce travail a comme objectif une contribution à l'étude du régime pluviométrique et la variabilité annuelle, saisonnière et interannuelle des précipitations des régions de Touggourt et Ouargla (Sahara septentrional algérien), et de savoir si le régime pluviométrique a changé au cours des années, en comparant les résultats de notre étude avec les études précédentes.

Le présent mémoire s'articule ainsi, autour de quatre principaux chapitres.

Dans le premier chapitre, nous aborderons des généralités sur le climat du Sahara septentrional algérien.

Dans le deuxième chapitre la présentation des régions d'étude. Le matériel et Méthode sont présentés dans le troisième chapitre. Les résultats et leurs discussions constituent le quatrième chapitre. En conclusion, sont rappelés les principaux résultats et les perspectives de recherche.



***Chapitre I***  
***Généralités sur le climat du Sahara***  
***septentrional algérien***

# Chapitre I : Généralités sur le climat du Sahara septentrional algérien

## I.1. Définition du climat

Selon Arlery et al. (1973), le climat est l'ensemble des éléments qui dans leur succession habituelle, au cours d'une période déterminée, caractérisent l'atmosphère et concourent à donner à chaque point de la terre son individualité.

Le Climat est une notion statistique. Il est défini, pour une grande région aux mêmes caractéristiques géographiques, par les valeurs moyennes des paramètres météorologiques et leur variabilité (Nicole, 2012).

## I.2. Caractéristiques générales du climat du Sahara septentrional algérien

Le Sahara avec 7 millions de km<sup>2</sup>, est le plus grand des déserts, mais également le plus expressif et typique par son extrême aridité. C'est celui dans lequel les conditions désertiques atteignent leur plus grande âpreté. Le tapis végétal est discontinu et très irrégulier, les plantes utilisent surtout les emplacements où le ravitaillement se trouve un peu moins défavorable qu'ailleurs (Toutain, 1979; Ozenda, 1991).

Le climat du Sahara septentrional algérien est un climat aride, caractérisé par des températures élevées et des précipitations faibles et irrégulières. Cette région est située au nord du Sahara, dans la partie nord de l'Algérie.

En général, les températures dans cette région sont très élevées, avec des moyennes mensuelles dépassant souvent les 30°C pendant les mois d'été (de juin à septembre). Les températures nocturnes peuvent également être très élevées, dépassant souvent les 20°C. Les hivers sont relativement doux, avec des températures moyennes mensuelles autour de 15°C.

Les précipitations sont très faibles dans cette région, avec une moyenne annuelle inférieure à 100 mm. Les précipitations sont principalement concentrées pendant les mois d'hiver, mais même pendant cette période, les précipitations sont souvent très rares et irrégulières.

Le vent est également un facteur important du climat dans cette région. Le vent chaud et sec du sud, connu sous le nom de Sirocco, peut souffler à tout moment de l'année, augmentant encore les températures déjà élevées.

En résumé, le climat du Sahara septentrional algérien est caractérisé par des températures élevées, des précipitations faibles et irrégulières, et un vent chaud et sec. Cette région est une zone aride et hostile, avec des conditions climatiques difficiles pour la vie humaine et animale.

L'infertilité du Sahara relève du climat dont le trait majeur se résume en une extraordinaire sécheresse de l'air. Toute eau qui stagne ou ruisselle s'évapore rapidement.

Le Sahara est très ensoleillée. Le soleil brille 9 à 10 heures par jour. La nébulosité est donc très faible (Leonardo et Cuttoli, 1954).



### I.3. Les précipitations sahariennes

Le Sahara septentrional algérien, avec 1 million de Km<sup>2</sup> est soumis à un extrême climat méditerranéen, où les pluies surviennent toujours en hiver. Il se présente comme une zone de transition entre les steppes méditerranéennes nord africaines et le Sahara central. La pluviosité à laquelle il est soumis est comprise entre 50 et 100 mm (**Le Houerou, 1990**), bien que d'autres auteurs citent des moyennes inférieures à 50 mm ; sur la figure I.1., on peut noter que l'isohyète 45 mm passe par la région de Ouargla.

Selon **Dubief (1953)**, les précipitations ont pratiquement toujours lieu sous forme de pluies. Ces dernières sont caractérisées par leur faible importance quantitative et les pluies torrentielles sont rares. Elles sont liées aux perturbations soudano-sahariennes ou sahariennes.

Cette insuffisance de pluies sahariennes est accompagnée d'une irrégularité très marquée du régime pluviométrique et d'une variabilité interannuelle considérable, ce qui accentue la sécheresse (**Ozenda., 1983**). Cependant, elles peuvent engendrer des inondations catastrophiques en un espace de temps court.

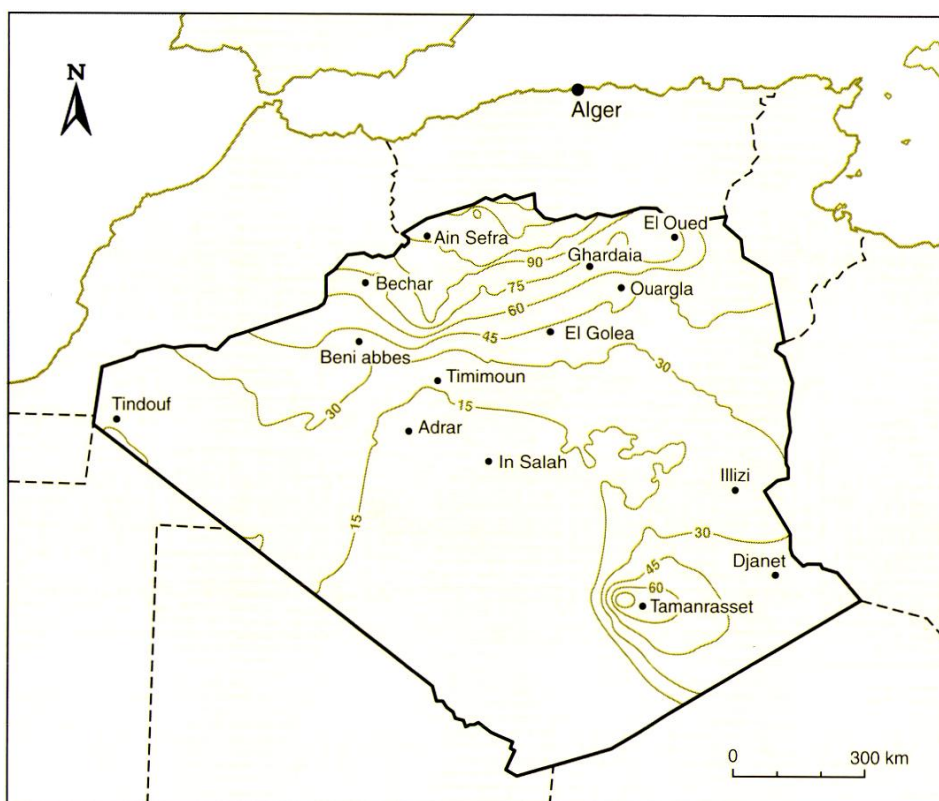


Figure (I.1): Pluies annuelles du Sahara algérien en mm (1940-1961).

(H. Meddi et M.Meddi, 1998)

### **I.3.1. Origines de la pluviosité saharienne**

Contrairement à ce qu'on pensait jadis et comme l'écrivait E.-F. GAUTIER dans son remarquable ouvrage « Le Sahara vaincu, peut-il être dompté ? », la pluviosité saharienne n'est pas due, uniquement en hiver et au Nord à des queues d'orages méditerranéens, en été et au Sud aux tornades tropicales de la mousson soudanaise, mais aussi, et peut-être surtout, aux dépressions soudano-sahariennes qui traversent du Sud au Nord le Sahara, ainsi qu'aux perturbations proprement sahariennes qui naissent en certains points du Nord du désert, notamment dans le Sud du Maroc **(Dubief,1963)**

Elles sont liées aux perturbations soudano-sahariennes ou sahariennes associées à de puissantes invasions d'air humide provenant des régions maritimes voisines. En été, elles sont en liaison avec la mousson soudanaise au sud, avec des orages localisés au nord. En hiver, les masses d'air humide arrivent des régions atlantiques ou méditerranéennes. En été, elles proviennent des régions soudanaises. Les faibles pluies qui caractérisent le Sahara sont dues à la rareté des masses d'air humide et non au manque de perturbations. La faible teneur en vapeur d'eau des basses couches de l'atmosphère saharienne est due principalement à la forte continentalité du Sahara et à sa position sous le tropique. **(Dubief,1963)**

### **I.3.2. Caractères principaux des pluies sahariennes**

Il apparaît que les précipitations sahariennes ne sont pas, au font très originales. Tout ce qu'on peut dire c'est qu'elles sont rares et généralement de faible importance quantitative **(Dubief, 1963)**.

Le territoire est immense, la pluie rare, capricieuse, souvent localisée, les reliefs provoquent de fortes particularités. Autant de circonstances qui rendent malaisée l'appréhension de la pluviométrie saharienne **(Thirriot et Matari, 1989)**.

### **I.3.3. Les saisons pluvieuses au Sahara**

Il y a des saisons au Sahara mais leur localisation calendaire change avec la situation géographique avec un hiver humide au Nord et sec au Sud. Les aléas sont plus violents qu'ailleurs parce qu'ils sont exacerbés par l'aridité **(Thirriot et Matari, 1989)**.

Si l'on adopte une conception moins exclusive que celle utilisée actuellement pour définir une saison pluvieuse, on constate qu'une bonne partie du désert à une ou plusieurs saisons de pluie. Seul, le centre du désert libyco-égyptien n'en possède pas. Le désert, au sens absolu du terme, n'occupe donc qu'une faible partie du Sahara**(Dubief, 1963)**.

## ***Chapitre II***

### ***Présentation de la région d'étude***

## Chapitre II. Présentation des régions d'étude

### II.1. Situation géographique et cadre physique

#### II.1.1. Ouargla

La wilaya d'Ouargla (**Figure II-1**) se situe dans le sud-est de l'Algérie, elle couvre une superficie de 154 300Km<sup>2</sup>(RGPH,1998),elle est limitée au nord par la wilaya de Biskra, à l'ouest par la wilaya de Ghardaïa, au nord-ouest par la wilaya de Djelfa, à l'est par la wilaya d'el-Oued et la Tunisie, au sud-est par la wilaya d'illizi et au sud par la wilaya de Tamanrasset.

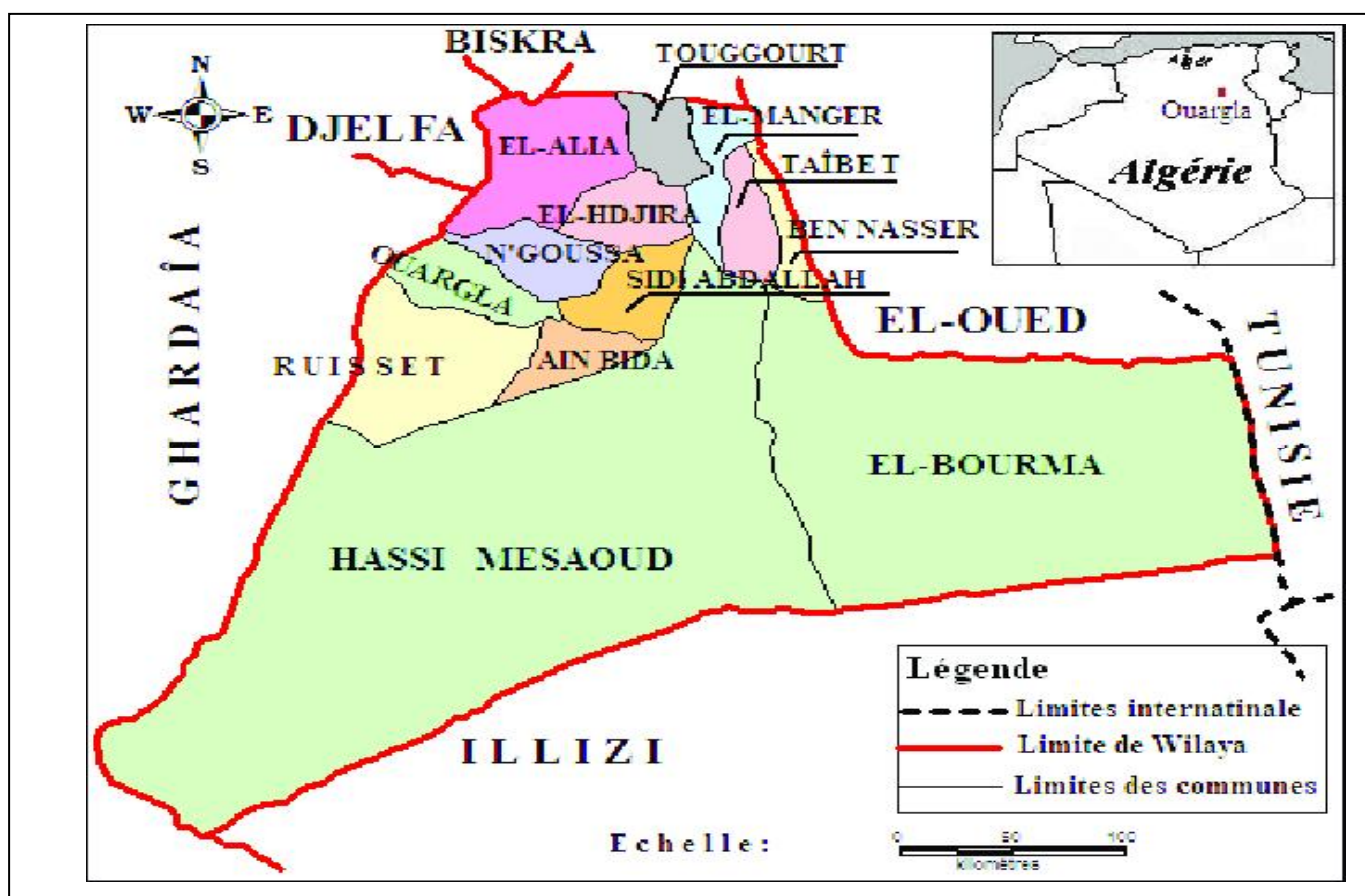


Figure (II-1) : Délimitation administrative de la wilaya d'Ouargla

(Faci et *al.*,2016)

#### II.1.2. Touggourt

Créée en 2019 et officialisée en 2021, auparavant une wilaya déléguée créée en 2015, la Wilaya de Touggourt est située au Sud-Est algérien, sa superficie est de 17 428Km<sup>2</sup>.

La wilaya de Touggourt est délimitée :

- au Nord par la wilaya d'El M'Ghair ;

- à l'Est par la wilaya d'El Oued ;
- à l'Ouest et au Sud par la wilaya d'Ouargla

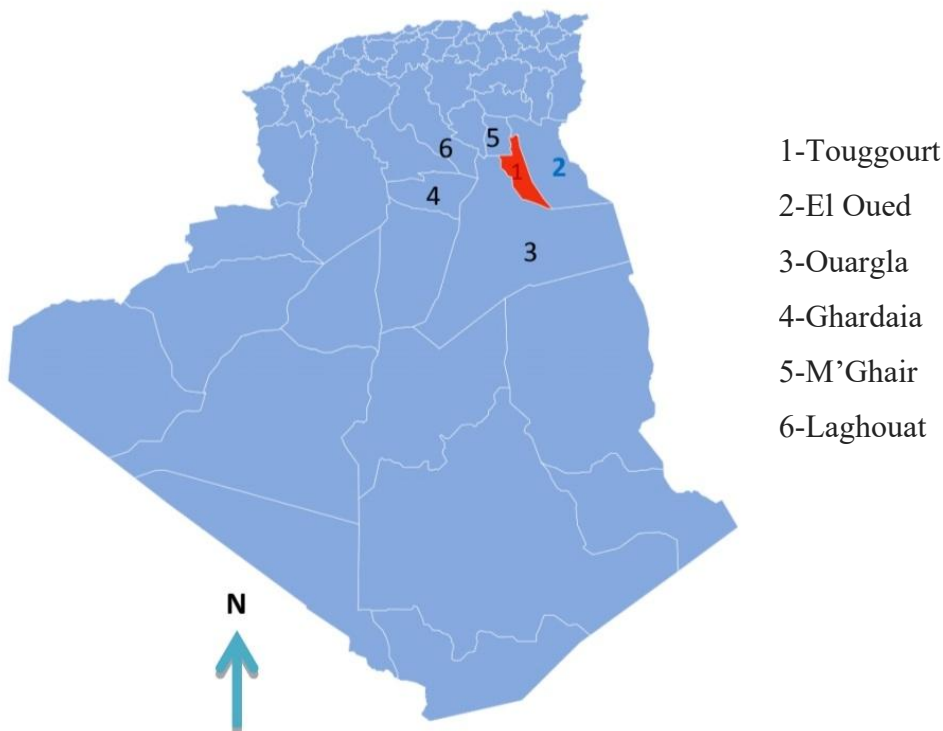


Figure (II-2) : Situation géographique de la Wilaya de Touggourt adapté(Wikipedia, 2023)

## II.2. Le milieu physique

### II.2.1. La géologie

#### A. Ouargla

La région d'étude fait partie de la plateforme saharienne qui est constituée d'un bouclier précambrien composé de morceaux de la plateforme africaine (**Rouillois-Brigol, 1975**), elle se subdivise en trois sous-domaines constitués par les bassins du Grand Erg Occidental et du Grand Erg Oriental qui est séparés par l'anticlinal du M'Zab, et par le bassin du plateau de la Hamada El Hamra (UNESCO, 1972 in Nezli, 2009).

Kouzmine (2003) rapporte que la cuvette du Bas-Sahara (Grand Erg Oriental) et le Grand Erg occidental sont séparés par une dorsale de 200 à 230 m d'altitude en moyenne d'orientation nord-sud liée à une surélévation structurale, il s'agit d'un plateau gréseux (hamada) qui s'abaisse lentement vers l'est et qui se termine par un escarpement à l'ouest, le même auteur fait remarquer que cette dorsale joue un rôle majeur dans la structuration de l'espace saharien (**Berkal., 2016**).

## B. Touggourt

D'après A.N.R.H. (2017), du point de vue géologique, la région de l'Oued Righ appartient à la plateforme saharienne, elle s'étend sur des ensembles géologiquement différents totalement aplatis au début de l'Ere secondaire; elle se comporte actuellement comme une vaste dalle rigide et stable qui est limitée :

- Au Nord, par l'accident Sud Atlasique ; et les premiers contreforts des monts des Aurès;
- Au Sud, par la falaise méridional du TINHERT;
- A l'est par les affleurements crétacés du DAHAR;
- A l'Ouest par la dorsale du Mzab.

C'est donc entre la bordure septentrionale du Hoggar et la bordure méridionale de l'Atlas saharien que se situe le grand bassin sédimentaire du Bas-Sahara. Avec plus de 600 km de diamètre, il couvre 720 000 Km<sup>2</sup> de superficie. Il s'étend des pieds de l'Aurès au nord jusqu'au Tassili au sud. Une grande partie du bassin est recouverte par le grand Erg oriental, soit 125 000 Km<sup>2</sup>. La région de Touggourt fait partie de cet ensemble.

Les formations géologiques de la région de Touggourt sont en majeure partie d'âge Quaternaire résultant de l'érosion continentale du Miopliocène (A.N.R.H, 2017).

### II.2.2. La topographie

#### A. Ouargla

Le long de la vallée, les sebkhas et les massifs dunaires alternent avec des bas-fonds dans lesquels sont installées les cultures irriguées et les terrains, la vallée est pratiquement plane. Sa pente générale est légèrement inférieure à 1‰ (52 m de dénivellé par 55 Km) mais elle n'est pas rectiligne, elle se subdivise en trois tronçons (Rouvillos-Brigol, 1975) :

Du pied du Djebel Abbad à la rive nord de la Sebkha de Ouargla, la pente est de 2 ‰ du nord de la Sebkha jusqu'à la palmeraie de N'Goussa, nous notons une pente régulière de 1,8 ‰, après le seuil de N'Goussa, la topographie devient pratiquement plane jusqu'aux rives de la sebkha Safioune où la pente est réduite à 0,6 ‰ (Berkal., 2016)

#### B. Touggourt

Touggourt se présente comme des dunes et des palmeraies qui orientent le développement linéaire des agglomérations dans le sens méridien (MAZOUZ et al., 1999) in BASSA et TAMA, 2016. Sa topographie est subdivisée en quatre sous-ensembles (A.N.R.H, 2017) :

- Zone de plateau à l'Ouest, où affleurent le Mio-Pliocène et le Pliocène continental ;
- Formations sableuses (dunes et cordons d'Erg) ;
- Zones alluvionnaires ;
- Chotts occupant les fonds des dépressions et des dayas.

## II.2.3. Pédologie de la région

### A. Ouargla

Le paysage pédologique de la cuvette de Ouargla est dominé principalement par l'halomorphie. Cela n'est en effet pas surprenant dans la mesure où celui-ci est presque toujours associé, en milieu continental, aux zones endoréiques (FLORET et PONTANIER, 1982). Le second caractère qui prédomine à Ouargla est celui de l'hydromorphie. Notons que ces deux caractères sont souvent très présents dans toutes les oasis du bas Sahara. La manifestation saline la plus visible dans la cuvette est celle de la Sebkhia, mais les sols irrigués de la palmeraie ne sont pas non plus épargnés. Ces sols sont le plus souvent très salés, ou, plutôt, ils le sont devenus à la suite de l'intervention anthropique : l'irrigation se faisait avec une eau relativement minéralisée, seule ressource disponible certes, et qu'elle est associée à un lessivage-drainage déficient.

Dans les zones périphériques de la cuvette, il existe cependant des sols relativement moins salés, appartenant à la classe des sols peu évolués, à apport éolien ou anthropique.

Ces sols présentent cependant certains caractères d'halomorphie ou d'hydromorphie, mais à des degrés beaucoup moins importants que ceux de la cuvette. A la lumière de ce bref aperçu sur les principaux types de sols rencontrés à Ouargla, nous pouvons constater que la pédogenèse est principalement influencée par l'action de deux facteurs : le sel et l'eau (**Idder, 2020**).

### B. Touggourt

Au Sahara, la couverture pédologique présente une grande hétérogénéité et se compose des classes suivantes : sol minéraux, sols peu évolués sols halomorphes et sols hydromorphes. La fraction minérale est constituée dans sa quasi-totalité de sable. La fraction organique est très faible (inférieure à 1%) et ne permet pas une bonne agrégation.

Ces sols squelettiques sont très peu fertiles car leur rétention en eau est très faible, elle représente environ 8% en volume d'eau disponible (**Ghettas, 2009**).

## II.2.4. Géomorphologie

### A. Ouargla

Au Sahara comme pour les écosystèmes steppiques, il existe un rapport étroit entre la géomorphologie et la répartition des espèces végétales. Ainsi, elle est qualifiée en tant que facteur discriminant (Benseghir, 1987). En effet, dans le contexte de la zone saharienne, généralement, les processus morphogénétiques (vents, eaux, etc.) actifs sont caractéristiques, et rien n'est impressionnant à ce que les formes qui en dérivent le soient aussi. Ces formes de reliefs comptent parmi les plus nettes et visibles du globe (Lelubre, 1952). Toutefois, au niveau du Sahara, inversement à une idée très

répandue la couverture sableuse ne représente qu'une faible proportion, soit 20 % environ. Le paysage est dominé par les hamadas et les regs.

Dans d'autres déserts comme ceux de l'Asie, les proportions sont toutes différentes ; l'essentielle est dominé par les ergs et les sols salins se répandant sur des étendues considérables (Ozenda,2004).

(Benseghier,2018)

## B. Touggourt

La vallée d'EL Oued Righ est un large fossé de direction Sud Nord, prenant son origine au Sud de la palmeraie d'El Goug débouchant sur le chott Merouane.

La pente générale est de l'ordre de 1%.La dénivellation entre le haut et le bas du paysage est de quelques mètres seulement,les pentes sont faibles et le relief est peu marqué reposant sur les formation moi-pliocènes et éocènes qui s'infiltrant progressivement vers le nord (Helal et al.,2004 in Labedd et Meftah,2007).

## II.3.Climat

Le climat des régions de Ouargla et de Touggourt est de type saharien caractérisé par des précipitations très faibles,une température élevée et une humidité relativement faible. Les données climatiques enregistrées durant 10 ans(1996-2005), sont présentés au niveau des tableaux N II-1 et N II-2.

**Tableau(II-1) : Données climatiques de la région de Ouargla (1996-2005)**

| Paramètre<br>Mois | TM<br>(°C) | Tm<br>(°C) | T moy<br>(°C) | H%    | V max<br>(km/h) | E<br>(mm) | P<br>(mm) | INS<br>(heure) |
|-------------------|------------|------------|---------------|-------|-----------------|-----------|-----------|----------------|
| <b>Jan</b>        | 18,5       | 4,9        | 11,7          | 61    | 49              | 96,0      | 6,67      | 218,4          |
| <b>Février</b>    | 20,7       | 6,2        | 13,45         | 53,5  | 60              | 132,4     | 1,71      | 242,3          |
| <b>Mars</b>       | 25,4       | 10,4       | 17,9          | 45,5  | 63              | 210,2     | 4,57      | 275,1          |
| <b>Avril</b>      | 29,8       | 14,9       | 22,35         | 39    | 75              | 278,2     | 1,64      | 287,0          |
| <b>Mai</b>        | 35,2       | 20,1       | 27,65         | 35,5  | 73              | 353,4     | 5,68      | 295,7          |
| <b>Juin</b>       | 40,1       | 25,0       | 32,55         | 29,5  | 59              | 410,2     | 0,12      | 313,6          |
| <b>Juillet</b>    | 43,7       | 27,8       | 35,75         | 26,5  | 63              | 462,0     | 0,13      | 303,5          |
| <b>Aout</b>       | 42,7       | 27,6       | 35,15         | 29,5  | 61              | 439,3     | 1,58      | 289,0          |
| <b>Septembre</b>  | 37,3       | 23,4       | 30,35         | 41    | 66              | 323,9     | 2,42      | 236,0          |
| <b>Octobre</b>    | 31,6       | 17,5       | 24,55         | 49    | 56              | 233,8     | 7,31      | 232,9          |
| <b>Novembre</b>   | 23,7       | 10,4       | 17,05         | 57,5  | 56              | 140,2     | 8,82      | 204,5          |
| <b>Décembre</b>   | 19,2       | 6,1        | 12,65         | 61    | 48              | 101,5     | 1,8       | 175,4          |
| <b>Moyenne</b>    | 30,7       | 16,2       | 23,52         | 44,04 | 61              | 3181,1*   | 42,58*    | 256,1          |



**Tableau(II-2) : Données climatiques de la région de Touggourt (1996-2005)**

| Paramètre<br>Mois | TM<br>(°C) | Tm<br>(°C) | T moy<br>(°C) | H<br>% | V<br>(m/s) | E<br>(mm) | P<br>(mm) | INS<br>(heure) |
|-------------------|------------|------------|---------------|--------|------------|-----------|-----------|----------------|
| Janvier           | 17,2       | 4,7        | 10,95         | 65     | 8,4        | 92,2      | 17,4      | 252,7          |
| Février           | 19,5       | 6          | 12,75         | 55     | 9          | 122,6     | 3,4       | 236,6          |
| Mars              | 24,3       | 10,3       | 17,3          | 50     | 9,5        | 187,2     | 5,3       | 228,8          |
| Avril             | 28,2       | 14,1       | 21,15         | 44     | 11,4       | 236,1     | 3,6       | 283,2          |
| Mai               | 33,6       | 19         | 26,3          | 42     | 11,6       | 301,5     | 2,7       | 325,1          |
| Juin              | 38,5       | 23,6       | 31,05         | 38     | 10,7       | 340,4     | 1,4       | 313            |
| Juillet           | 41,9       | 26,7       | 34,3          | 34     | 9,9        | 383,9     | 0         | 330,2          |
| Aout              | 41,1       | 26,4       | 33,75         | 37     | 9,9        | 338,8     | 2,5       | 322,5          |
| septembre         | 35,6       | 22,3       | 28,95         | 48     | 10         | 255,4     | 4,7       | 272,2          |
| Octobre           | 30,2       | 16,4       | 23,3          | 52     | 8,4        | 188       | 8,7       | 272,1          |
| novembre          | 22,6       | 9,9        | 16,25         | 59     | 8,5        | 122,5     | 9         | 235            |
| décembre          | 18         | 5,4        | 11,7          | 64     | 8,4        | 99,5      | 6         | 239,5          |
| Moyenne           | 29,225     | 15,4       | 22,31         | 49     | 9,64       | 2668,1*   | 64,7*     | 275,91         |

\* cumul ; **T M** : Moyenne mensuelle des températures maximales, exprimée en degrés Celsius ; **Tm** : Moyenne mensuelle des températures minimales, exprimée en degrés Celsius ; **T moy** : Températures moyenne annuelle, exprimée en degrés Celsius ; **H** : Moyenne mensuelle d'humidité relative exprimée en pourcentage ; **P** : Précipitation mensuelle en millimètre ; **V** : Moyenne mensuelle de la vitesse du vent en mètre par seconde ; **Ins** : la durée d'insolation moyennes mensuelles et annuelles en heure ; **E** : Evaporation mensuelle en millimètre.

### II.3.1. Températures

Les températures à **Ouargla** peuvent dépasser les 40°C, la température moyenne annuelle est de 23,52°C, le mois le plus chaud est le mois de Juillet avec un maximum de 35,75°C et le mois le plus froid est celui de Janvier avec un minimum de 11,7°C.

A **Touggourt** Les températures sont élevées engendrant des amplitudes journalières et annuelles importantes, la température moyenne annuelle à Touggourt est évaluée à 22,31° C, la température minimale du mois le plus froid est enregistrée durant le mois de Janvier avec 4,7° C, la température maximale du mois le plus chaud est enregistrée durant le mois de juillet avec 41,9° C.

### II.3.2. Humidité

L'humidité relative de l'air dans la région de Ouargla est variable en fonction des saisons, elle atteint son maximum au mois de Décembre et janvier (61 %) et une valeur minimale au mois de juillet (26,5%) avec une moyenne annuelle de 44,07%. Le niveau d'humidité est faible en été.

Le climat de Touggourt se caractérise également par une faible humidité relative de l'air, atteignant une moyenne minimale de 34 % durant le mois de Juillet, et une moyenne maximale de 65% durant le mois de Décembre.

### II.3.3. Précipitation

Les précipitations sahariennes sont caractérisées par: une faible quantité et leur rareté (**Dubief, 1953**). A **Ouargla**, les pluies sont irrégulières et faibles avec un cumul annuel de 42,58 mm (période : 1996-2005), en été elles sont rares surtout en juin (0,12 mm) et juillet (0,13 mm) et atteint le maximum au mois de novembre (8,82 mm).

La région de Touggourt est caractérisée par des précipitations très peu abondantes et irrégulières, le mois le plus pluvieux est janvier avec 17,4 mm, alors que le mois le très secs est juillet avec 0,05 mm de précipitations, puis le mois de juin avec 1,4 mm.

### II.3.4. Evaporation

La région de Ouargla est caractérisée par une évaporation très importante à cause des hautes températures, elle est de 462 mm au mois de juillet et le minimum est enregistré au mois de janvier avec 96 mm.

La wilaya de Touggourt se caractérise également par une évaporation très importante, le cumul annuel atteint les 2668,1 mm, avec un minimum de 92,2 mm enregistrée durant le mois de janvier et un maximum de 383,9 millimètres durant le mois de juillet.

### II.3.5. Vent

Durant toute l'année, les vents sont fréquents dans la région de **Ouargla**, la vitesse moyenne annuelle des vents est de 61 km/h en (1996-2005), la vitesse la plus faible est enregistrée au mois de décembre avec 48 km/h et la plus élevée est enregistrée en Avril avec 75 km/h (**O.N.M., 2019**).

Selon l'**O.N.M de Touggourt (2018)**, les vents sont relativement fréquents dans la région de **Touggourt** ; en hiver les vents d'Ouest et du Nord-Ouest prédominent, tandis qu'au printemps ce sont ceux du Nord-est, alors qu'en été c'est ceux du Sud –Ouest qui prédominent. Les vents de sable soufflent fréquemment durant les mois de Mars, Avril et Mai. Le sirocco souffle principalement durant les mois de Juillet et Août causant beaucoup de dégâts sur le plan agricole.

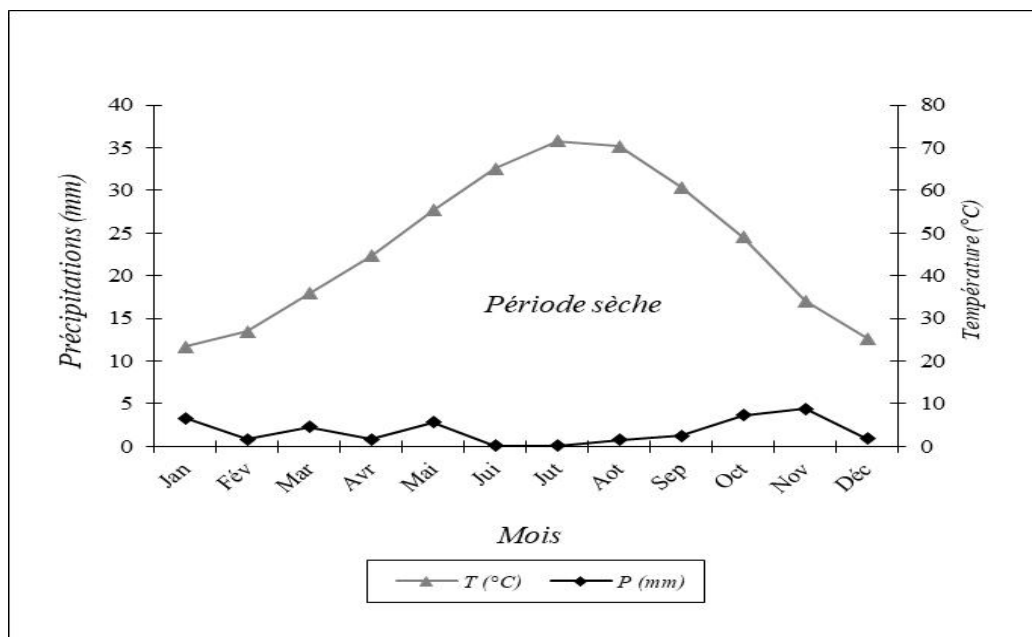
### II.3.6. Insolation

A **Ouargla**, elle est forte durant la journée où on enregistre une moyenne de 256,1 h/mois. Avec un maximum de 313,6 h au mois de juin et un minimum de 175,4 h au mois de Décembre. L'ensoleillement est considérable à **Touggourt** avec 275,9 h/an et avec un maximum de 330,2 heures en juillet, et un minimum de 228,8 heures en mars et de 236,6 heures en Février.

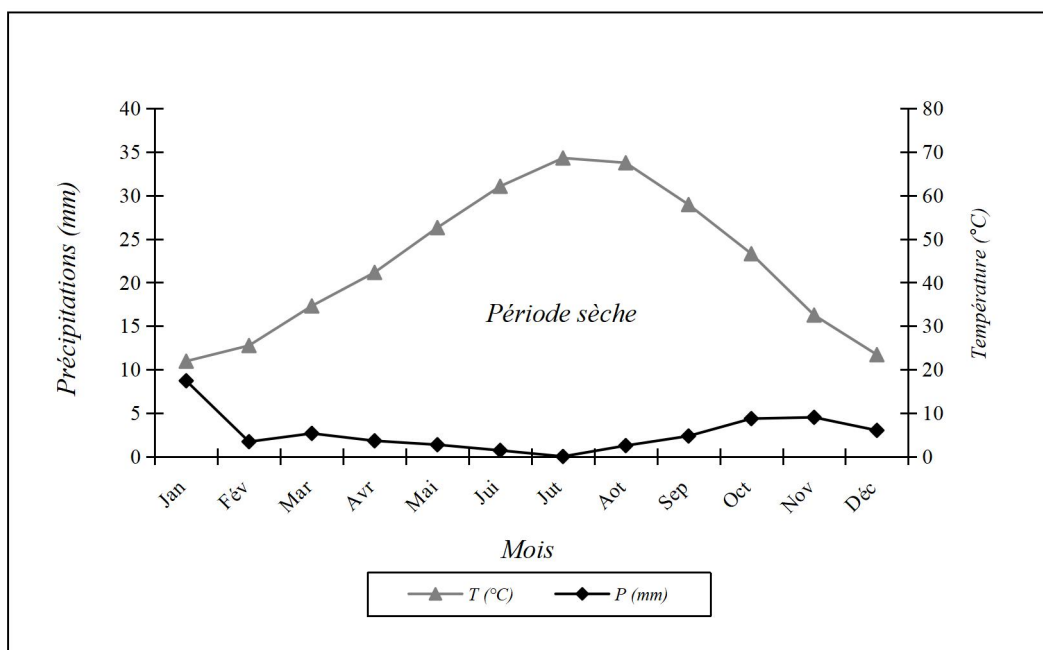
### II.3.7 Classification du climat

### II.3.7.1 Diagramme Ombrothermique

Les figures(II-3) et (II-4) montre que le climat des régions de Ouargla et de Touggourt est caractérisé par unesécheresse permanente pendant toute l'année (**climat saharien**).



**Figure (II-3) : Diagramme Ombrothermique de la station de Ouargla (Période 1996-2005)**



**Figure(II-4) : Diagramme Ombrothermique de la station de Touggourt (Période 1996-2005)**

### II.3.7.2 Climagramme d'Emberger

Pour qu'on puisse déterminer l'étage bioclimatique des régions d'étude, nous avons utilisé le climagramme d'EMBERGER. On reporte en abscisses la moyenne des minima du mois le plus froid et en ordonnées le quotient pluviométrique (Q2) **Figure (II-5)** d'EMBERGER; Nous avons utilisé la formule de STEWART (1969) adaptée pour l'Algérie et qui se présente comme suit:

$$Q_3 = 3.43 P / (M - m)$$

**Q** : quotient pluviométrique.

**P** : Pluviométrie moyenne en (mm)

**M** : Moyenne des maxima du mois le plus chaud en °C

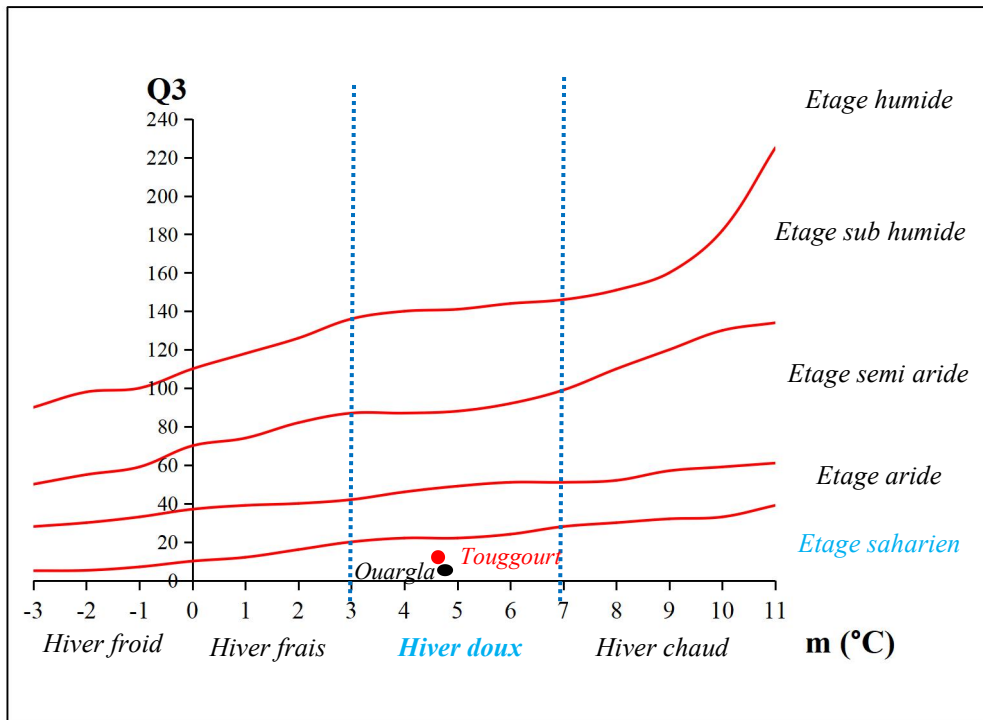
**m** : Moyenne des minima du mois le plus froid en °C

L'application de cette formule, donne les résultats indiqués dans le tableau (II-3)

**Tableau(II-3) : Les résultats du quotient pluviométrique de la région de Ouargla et de Touggourt**

| La station       | P (mm) | M(°C) | m (°C) | Q 3  |
|------------------|--------|-------|--------|------|
| <b>Ouargla</b>   | 42,58  | 43,7  | 4,9    | 3,76 |
| <b>Touggourt</b> | 64,7   | 41,9  | 4.7    | 5.96 |

Les valeurs obtenues permettent de classer les régions de **Ouargla et Touggourt** dans l'étage bioclimatique saharien à hiver doux, selon la figure ci-dessous.



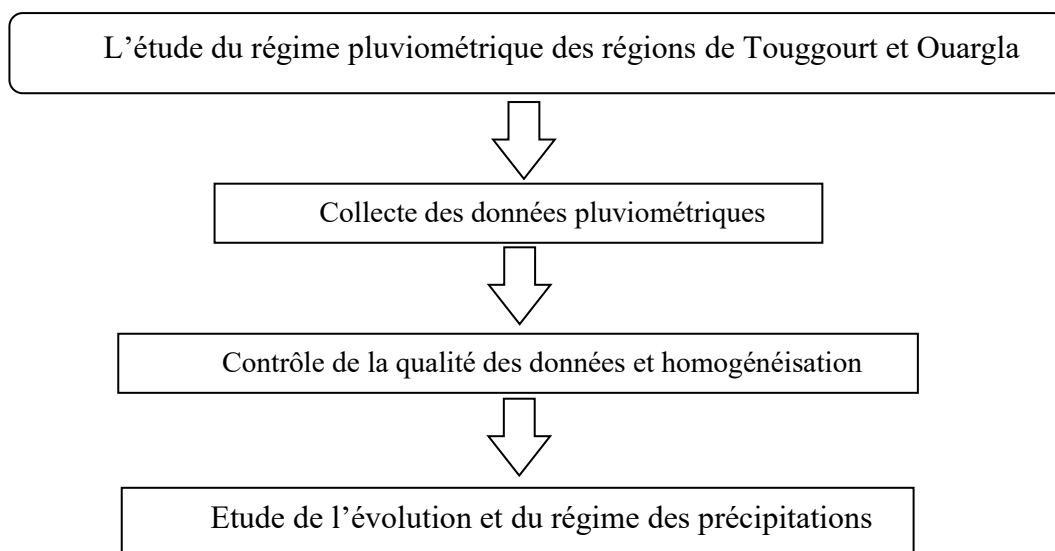
**Figure (II-5) : Climagramme d'EMBERGER pour la région de Ouargla et de Touggourt.**

## ***Chapitre III***

### ***Matériel et Méthode***

## II.1 La méthodologie de travail

La méthodologie de travail est présentée au niveau de la figure (III-1)



**Figure (III-1) : Méthodologie de travail**

## II.2 Stations et sources des données pluviométriques

Pour atteindre notre objectif, nous avons eu recours aux données météorologiques qui sont enregistrés dans les stations climatiques de Touggourt et de Ouargla. Celles-ci sont présentées dans le tableau qui présenté sur l'Annex Ces stations ont été choisies en fonction de leur localisation dans des régions arides et en fonction de la disponibilité des données climatiques.

Les données de la pluviosité des régions de Touggourt et de Ouargla, proviennent de l'Office Nationale de Météorologie (ONM). C'est la Station régionale de météorologie d'Ouargla pour ces deux régions. La période d'étude s'étend de 1990 à 2022, soit 33 ans.

Les données que nous avons obtenus auprès de l'ONM, étaient parfois incomplètes et présentaient des lacunes, ce qui nous a amené à les compléter à partir de sites internet fiables

(<https://www.tutiempo.net/amp-fr/climat/ws-604680.html>).

**Tableau(III -1) : Situation et caractéristiques des stations météorologiques**

| Stations  | Latitude nord | Longitude | Altitude |
|-----------|---------------|-----------|----------|
| Touggourt | 33° 8'        | 6°4'      | 62m      |
| Ouargla   | 31°56'        | 5° 24'    | 142m     |

## II.3 Contrôle de l'homogénéité des données pluviométriques

Un contrôle des données climatiques est nécessaire avant toute étude, car celle-ci peuvent être affectées par des erreurs de différentes origines.

Le terme "inhomogénéités" représente les variations non naturelles qui sont causées par des modifications dans les réseaux d'observations. L'homogénéisation consiste à détecter puis à corriger ces variations (**Beaulieu et al., 2007**).

Pour cela un contrôle des données climatiques utilisées dans cette étude a été effectué, suivi par des tests statistiques qui visent à vérifier l'homogénéité de ces données, comme le test de Wilcoxon.

### II.3.1 Test de Wilcoxon

C'est un test non paramétrique qui utilise la série des rangs des observations, au lieu de la série de leurs valeurs. Le test de Wilcoxon se base sur le principe suivant : Si l'échantillon X est issue d'une même population Y, l'échantillon XUY (union de X et Y) en est également issue. On procède ainsi : Soit une série d'observations de longueur « N », à partir de laquelle, on tire deux échantillons X et Y : « Nx » et « Ny » qui sont respectivement les tailles de ces échantillons, avec  $N = N_x + N_y$  et  $N_x \leq N_y$ .

On classe ensuite les valeurs de notre série par ordre croissant. Par la suite, nous ne nous intéresserons qu'au rang de chacun des éléments des deux échantillons dans cette série. Si une valeur se répète plusieurs fois, on lui associe le rang moyen correspondant.

On calcule ensuite la somme  $W_x$  des rangs des éléments du premier échantillon dans la série commune :  $W_x = \sum \text{rang } x$ .

Wilcoxon a montré que, dans le cas où les deux échantillons X et Y constituent une série homogène,  $W_x$  est comprise entre deux bornes  $W_{\max}$  et  $W_{\min}$ , données par les formules suivantes :

$$W_{\min} = \frac{(N_x + N_y + 1)N_x - 1}{2} - Z_{1-\frac{\alpha}{2}} \sqrt{\frac{N_x N_y (N_x + N_y - 1)}{12}}$$

$$W_{\max} = (N_x + N_y + 1) N_x - W_{\min}$$



$Z_{1-\frac{\alpha}{2}}$ : Représente la valeur de la variable centrée réduite de la loi normale correspondant à  $Z_{1-\frac{\alpha}{2}}$ :

(au seuil de confiance de 95%, nous avons  $Z_{1-\frac{\alpha}{2}} = 1.96$ ).

Nous allons utiliser le test de Wilcoxon pour vérifier l'homogénéité des données pluviométriques des deux stations de Ouargla et Touggourt durant la période 1990-2022 au niveau de signification de 5%.

## II.2 Analyse numérique et graphique

### II.2.1. Total pluviométrique mensuel, saisonnier et annuel

L'analyse complète des précipitations repose sur le traitement simultané, quantité, nombre de jour et saisonnalité.

Pour la présente étude, nous avons calculé les totaux, mensuel, saisonnier et annuel. En effet, la pluviosité moyenne mensuelle de la période (ou cumul mensuel) (**Pm**). Celle-ci a été regroupée suivant les saisons météorologiques pour avoir le cumul saisonnier (**Ps**):

- Hiver : décembre, janvier et février ;
- Printemps : mars, avril et mai ;
- Eté : juin, juillet et août ;
- Automne : septembre, octobre et novembre.

Musset a défini cette notion. Elle consiste à calculer la somme des précipitations par saison et à effectuer le classement des stations par ordre de pluviosité décroissante en désignant chaque saison par l'initiale P.H.E. ou A ; désignant respectivement le printemps, l'hiver, l'été et l'automne.

Enfin, nous avons calculé le total annuel (**Pan**) de la pluviosité de toute la période étudiée.

### II.2.2 Régime pluviométrique

Pour mettre en évidence les régimes pluviométriques, la méthode la plus simple est de déterminer des valeurs de certains paramètres de précipitations. Ce sont :

- P < 30** : nombre de mois où Pm est < 30 ;
- P > 100** : nombre de mois où Pm est > 100 ;
- P max** ; précipitations maximales ;

-**P min** ; précipitations minimales.

Et **P an** qui présente les précipitations annuelles ( **Hedjaidji-Benseghier, 2018**).

**la méthode de calcul de Pan :**

**la somme des moyennes mensuelles**

**Ou la moyenne des cumuls annuelles de 1990 jusqu'à 2022**

Pour le régime pluviométrique saisonnier, nous nous sommes basés sur la répartition saisonnière des pluies de la période étudiée pour chacune des deux régions (déjà présentée dans le point précédent II.2.1).

En plus, nous avons dressé des graphiques où sont reportées les hauteurs moyennes mensuelles, saisonnières et annuelles des précipitations.

## ***Chapitre IV***

### ***Résultats et Discussion***

## IV.1 Homogénéisation des données pluviométriques

### IV.1.1 Application de la méthode de Wilcoxon sur la Station de Ouargla

Les données correspondant aux séries X et Y, ainsi que leur classement par ordre croissant sont présentées au niveau du tableau(IV-1).

**Tableau (IV-1): Application de la méthode de Wilcoxon sur la Station de Ouargla**

| X     | Y     | Rang | XUY   | Origine | Rang | XUY   | Origine |
|-------|-------|------|-------|---------|------|-------|---------|
| 102,7 | 117,8 | 1    | 2,27  | Y       | 15   | 32,4  | Y       |
| 8,9   | 23,7  | 2    | 5,9   | X       | 16   | 33,78 | Y       |
| 60,9  | 20,3  | 3    | 8,9   | X       | 17   | 40,7  | X       |
| 15,6  | 13,1  | 4    | 10,6  | X       | 18   | 41,6  | Y       |
| 51,9  | 46,4  | 5    | 13,1  | Y       | 19   | 46,4  | Y       |
| 40,7  | 75,9  | 6    | 13,21 | Y       | 20   | 48,7  | X       |
| 57,6  | 23,6  | 7    | 14,9  | X       | 21   | 51,9  | X       |
| 29,5  | 17,9  | 8    | 15,6  | X       | 22   | 57,6  | X       |
| 10,6  | 32,4  | 9    | 17,1  | Y       | 23   | 60,9  | X       |
| 48,7  | 41,6  | 10   | 17,9  | Y       | 24   | 75,17 | Y       |
| 88,3  | 32,2  | 11   | 20,3  | Y       | 25   | 75,9  | Y       |
| 5,9   | 31,3  | 12   | 23,11 | Y       | 26   | 88,3  | X       |
| 14,9  | 17,1  | 13   | 23,6  | Y       | 27   | 102,7 | X       |
| 28,8  | 75,17 | 14   | 23,7  | Y       | 28   | 117,8 | Y       |
|       | 23,11 |      | 25,41 | Y       | 29   |       |         |
|       | 25,41 |      | 28,8  | X       | 30   |       |         |
|       | 13,21 |      | 29,5  | X       | 31   |       |         |
|       | 33,78 |      | 31,3  | Y       | 32   |       |         |
|       | 2,27  |      | 32,2  | Y       | 33   |       |         |

Le nombre total des années est  $N=33$ , on prend  $N_x=14$  et  $N_y=19$ .

On calcul la somme des rangs de X:

$$W_x=2+3+4+7+8+16+17+22+25+26+27+28+31+32$$

$$W_x = 248$$

$$W_{\min} = 184,91$$

$$W_{\max} = 291,08$$

On trouve donc que :

$$184,91 < 248 < 291,08$$

L'inégalité est donc vérifiée et la série de données pluviométriques est donc homogène.

#### IV.1.2 Application de la méthode de Wilcoxon sur la Station de Touggourt

Les données correspondant aux séries X et Y de la station de Touggourt, ainsi que leur classement par ordre croissant sont présentées au niveau du tableau (IV-2)

**Tableau (IV-2) : Application de la méthode de Wilcoxon sur la Station de Touggourt**

| X     | Y     | Rang | XUY   | Origine | Rang | XUY   | Origine |
|-------|-------|------|-------|---------|------|-------|---------|
| 146,6 | 147,0 | 1    | 9,15  | Y       | 15   | 46,48 | Y       |
| 40,5  | 25,7  | 2    | 18,2  | Y       | 16   | 48,7  | X       |
| 126,1 | 84,5  | 3    | 21,3  | Y       | 17   | 49,27 | Y       |
| 55,2  | 77,1  | 4    | 24,7  | Y       | 18   | 55,2  | X       |
| 48,7  | 55,8  | 5    | 25,7  | Y       | 19   | 55,7  | Y       |
| 61,4  | 155,9 | 6    | 27,8  | Y       | 20   | 55,8  | Y       |
| 90    | 27,8  | 7    | 33,02 | Y       | 21   | 61,4  | X       |
| 69,4  | 21,3  | 8    | 33,5  | Y       | 22   | 66,3  | Y       |
| 45,1  | 18,2  | 9    | 35,05 | X       | 23   | 69,2  | X       |
| 77,6  | 55,7  | 10   | 35,2  | X       | 24   | 69,4  | X       |
| 35,2  | 24,7  | 11   | 38,7  | X       | 25   | 77,1  | Y       |
| 38,7  | 66,3  | 12   | 39,87 | Y       | 26   | 77,6  | X       |
| 33,5  | 35,05 | 13   | 40,5  | X       | 27   | 84,5  | Y       |
| 69,2  | 99,06 | 14   | 45,1  | X       | 28   | 90    | X       |
|       | 33,02 |      |       |         | 29   | 99,06 | Y       |
|       | 46,48 |      |       |         | 30   | 126,1 | X       |
|       | 39,87 |      |       |         | 31   | 146,6 | X       |
|       | 49,27 |      |       |         | 32   | 147   | Y       |
|       | 9,15  |      |       |         | 33   | 155,9 | Y       |

Nous avons  $N_x=14$ ,  $N_y=19$

On calcul :

$$W_x = 9+10+11+13+14+16+18+21+23+24+26+28+30+31$$

$$W_x = 273$$

$$W_{\min} = 184,91$$

$$W_{\max} = 291,08$$

On vérifie l'inégalité :  $W_{\min} < W_x < W_{\max}$

$$184,91 < 273 < 291,08$$

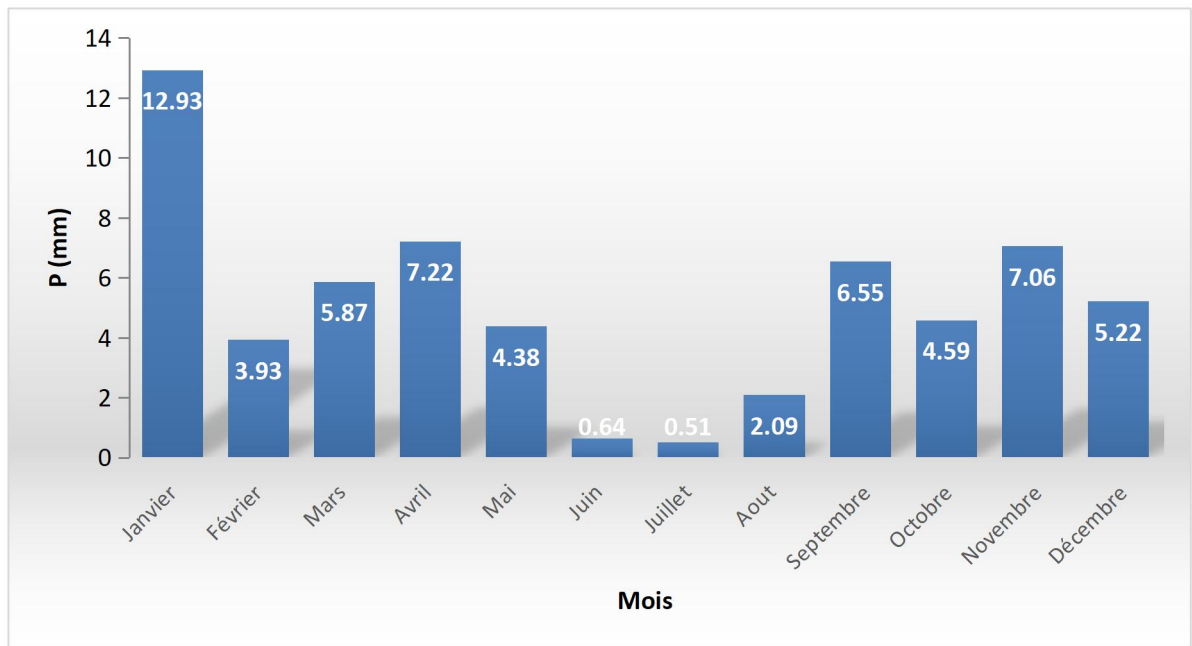
L'inégalité est donc vérifiée et la série est homogène.

## IV.2 Pluviosité moyenne mensuelle

Les précipitations moyennes mensuelles des régions de Ouargla et de Touggourt durant la période 1990-2022 sont représentées au niveau du tableau (IV-3)

**Tableau(IV-3).Précipitations moyennes mensuelles des régions de Touggourt et de Ouargla (1990-2022).**

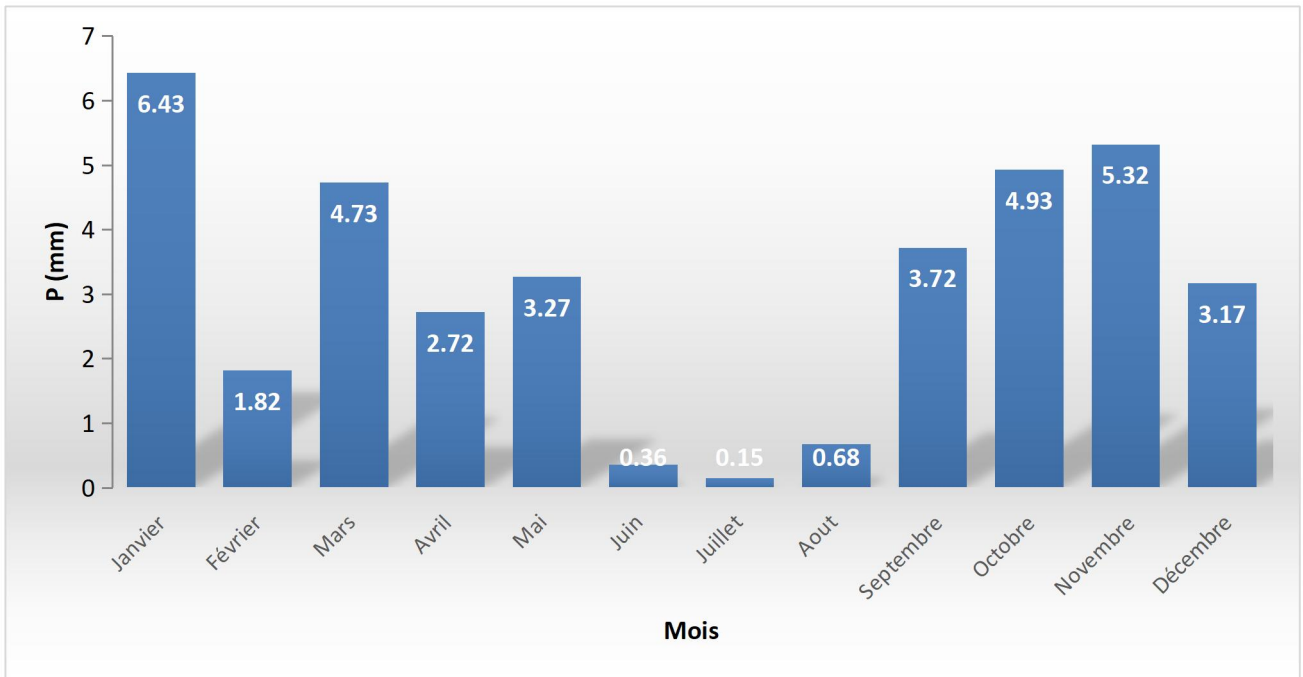
| Régions<br>Mois | Touggourt | Ouargla |
|-----------------|-----------|---------|
| Janvier         | 12,93     | 6 ,43   |
| Février         | 3,93      | 1,82    |
| Mars            | 5,87      | 4,73    |
| Avril           | 7,22      | 2,72    |
| Mai             | 4,38      | 3,27    |
| Juin            | 0,64      | 0,36    |
| Juillet         | 0,51      | 0,15    |
| Aout            | 2,09      | 0,68    |
| Septembre       | 6,55      | 3,72    |
| Octobre         | 4,59      | 4,93    |
| Novembre        | 7,06      | 5,32    |
| Décembre        | 5,22      | 3,17    |



**Figure (IV-1): Précipitations moyennes mensuelles de la région de Touggourt(1990-2022)**

A partir du tableau (IV-3), nous pouvons constater que la quantité de précipitations mensuelles dans la région de Touggourt montre une variabilité mensuelle au cours de la période étudiée.

Il ressort clairement du tableau (IV-3) et de la figure (IV-1) que la valeur la plus élevée des précipitations a été enregistrée pour le mois de janvier avec 12,93 mm. En revanche, elle diminue aux mois de février, mars, avril et mai, avec des valeurs oscillantes entre 3,93 et 7,22 mm, pour diminuer encore vers les valeurs les plus faibles aux mois de juin, juillet et août qui ne dépassent pas les 2,09 mm. Les mois de septembre, octobre, novembre et décembre montrent une augmentation légère variant entre 4,59 mm et 7,06 mm. Pour la période étudiée par **Youcef (2003)**, le maximum a été enregistré au mois de mars avec 12,97 mm durant la période 1974-1994.



**Figure (IV-2) :Précipitations moyennes mensuelles de la région de Ouargla(1990-2022).**

Du tableau (IV-3) et de la figure(IV-2), nous pouvons remarquer que la valeur la plus élevée des précipitations dans la région de Ouargla a été enregistrée pour le mois de janvier avec seulement 6,43 mm durant la période 1990-2022. La période étudiée par **Youcef (2003)** allant de 1978-2002, présente un maximum en Mars avec 5,8 mm, alors que pour **Hadjaidji-Benseghier (2018)**, le mois le plus pluvieux était décembre avec 14,38 mm. Pour le reste des mois, les histogrammes présentent la même allure que ceux de la région de Touggourt, mais avec des valeurs plus faibles, variant entre 1,82 et 4,73 mm aux mois de février, mars, avril et mai, et entre 3,17 et 5,32 mm durant les mois de septembre, octobre, novembre et décembre.

Les plus faibles valeurs de précipitations sont enregistrées durant les mois de juin, juillet et août, elles varient entre 0,15 mm et 0,68 mm. La quantité de précipitations est très faible, avec  $P_{\min} < 5\text{mm}$ .

Ces valeurs mensuelles peuvent fortement varier d'une année à l'autre (**Dubief, 1953 ; Thierriot et Matari, 1998**), et suivant la période prise en considération.

Selon **Youcef (2003)**, cette irrégularité des régimes mensuels d'une année à l'autre, à une influence sur les moyennes des périodes concernées par l'étude. Par exemple pour la station de Ouargla durant la période d'étude de **Dubief** qui s'étale de 1926 à 1950, une moyenne de 7,4 mm en décembre contre 3,19 mm pour **Youcef (2003)** alors qu'elle est de 3,17 mm pour notre étude et de 14,38 mm pour la période étudiée par **Hadjaidji-Benseghier (2018)**. **Yacono (1965) in Youcef**



(2003), explique ces différences par le fait qu'il suffit de quelques pluies exceptionnelles pour modifier l'allure de la variation.

Dans le tableau(IV-4), sont notées les valeurs maximales et minimales des moyennes de précipitations mensuelles durant la période (1990-2022) dans la région de Ouargla. Nous pouvons constater que le maximum de précipitations est obtenu pour le mois de janvier 2009 avec 54,1 mm et on note que pour certains mois comme septembre où la moyenne pour cette même période est de 3,72 mm, nous avons un maximum en septembre 1994 de 15,2 mm.

**Tableau(IV-4) : Valeurs maximales et minimales des moyennes de précipitations mensuelles dans la région de Ouargla (1990-2022).**

| Mois         | J    | F    | M    | A    | M    | J    | Jt   | A    | S    | O    | N    | D    | Cumul annuel |
|--------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------------|
| Moy          | 6,43 | 1,82 | 4,73 | 2,72 | 3,27 | 0,36 | 0,15 | 0,68 | 3,72 | 4,93 | 5,32 | 3,17 | 37,31        |
| Max          | 54,1 | 24,5 | 21,7 | 26,6 | 50,9 | 3    | 2,2  | 13,1 | 15,2 | 36,4 | 43,3 | 24,5 | 117,8        |
| Min          | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 2,27         |
| Année du max | 2009 | 2015 | 2004 | 1990 | 2000 | 2010 | 2010 | 2004 | 1994 | 2000 | 2004 | 2013 | 2004         |

Pour la région de Touggourt, les valeurs du tableau(IV-5), nous montrent que le maximum de précipitations est obtenu pour le mois de janvier 2009 avec 90,1 mm contre seulement une moyenne de 12,93 mm durant la période d'étude. Et qu'un mois comme septembre ayant une moyenne de 6,55 mm présente en 1995 une valeur de 31,3 mm.

Ces valeurs Tableau(IV-4)et(IV-5), confirment la grande variabilité temporelle des précipitations dans les deux régions étudiées, pouvant varier de 0 à 90 mm pour un mois mais en années différentes.

**Tableau (IV-5) : Valeurs maximales et minimales des moyennes de précipitations mensuelles dans la région de Touggourt (1990-2022).**

| Mois  | J     | F     | M     | A     | M     | J    | J     | A     | S     | O     | N     | D     | Cumul annuel |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------|
| Moy   | 12,93 | 3,93  | 5,87  | 7,22  | 4,38  | 0,64 | 0,51  | 2,09  | 6,55  | 4,59  | 7,06  | 5,22  | 60,88        |
| Max   | 90,10 | 42,90 | 25,20 | 41,50 | 29,40 | 7,80 | 14,40 | 21,30 | 31,30 | 29,80 | 41,14 | 26,20 | 155,90       |
| Min   | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 9,15         |
| Année | 2009  | 2015  | 2009  | 2007  | 1990  | 1998 | 1992  | 2007  | 1995  | 2008  | 2017  | 2001  | 2009         |

Donc les pluies mensuelles dans les régions de Ouargla et de Touggourt sont caractérisées par leur faiblesse et leur irrégularité. Cette faible pluviosité est expliquée par **Dubief (1953)**, par la rareté des masses d'air humides et non pas par le manque de perturbations.

En effet, Les pluies diminuent au fur et à mesure qu'on s'éloigne des fortes altitudes telles que celles du Hoggar et de l'atlas saharien. On signale également l'influence de l'atlas saharien sur l'avancée des masses d'air humides d'hiver de direction nord-sud (**M. Meddi et H. Meddi, 1998**).

### IV.3. Régime pluviométrique saisonnier et annuel

L'étude du régime pluviométrique dans la zone d'étude a été effectuée et les résultats sont présentés sur le tableau (IV-6).

**Tableau(IV-6) : Données pluviométriques des régions de Ouargla et Touggourt.**

| Stations        | Touggourt<br>(1990-2022) | Ouargla<br>(1990-2022) |
|-----------------|--------------------------|------------------------|
| Paramètres      |                          |                        |
| <b>P&lt;30</b>  | 12                       | 12                     |
| <b>P&gt;100</b> | 00                       | 00                     |
| <b>P max</b>    | 12,93                    | 6,43                   |
| <b>P min</b>    | 0,51                     | 0 ,15                  |
| <b>Pan</b>      | 61                       | 37,31                  |

**Légende : P maximal(Pmax) ; P minimal(P min) ; P annuelle (P an)**

**-P <30 : nombre de mois où Pm(précipitation mensuelle) est<30 ;**

**-P > 100 : nombre de mois où Pm est > 100 ;**

Le tableau (IV-6) présente quelques paramètres de la pluviosité au niveau des régions de Touggourt et Ouargla. Nous observons que pendant les 12 mois, la pluviosité est inférieure à 30 mm et qu'aucun mois ne présente une valeur supérieure à 100 mm au niveau des deux régions d'étude. Pour P max, P min et Pan, nous avons trouvé dans la région de Touggourt ; 12,93 mm, 0,51 mm et 61 mm respectivement. Ces valeurs sont supérieures à celle de la région d'Ouargla. Dans cette dernière, nous avons enregistré les valeurs suivantes : 6,43 mm ; 0,15 mm et 37,31 mm pour P max, P min et P an respectivement.

Le cumul des précipitations est alors de 61 mm et de 37,31 mm pour les deux régions de Touggourt et Ouargla respectivement. En comparant nos valeurs avec ceux d'autres auteurs, on trouve

que pour la région de Ouargla, le cumul que nous avons obtenu est légèrement plus faible que celui de **Dubief (1963)** qui est de 40 mm et à celui de **Hadjaidji-Benseghier (2018)** avec 40,31 mm, alors qu'il est plus important que celui obtenu par **Youcef (2003)** avec 34,03 mm. Pour la région de Touggourt, le cumul que nous avons obtenu est légèrement plus faible par rapport à celui de **Youcef (2003)** qui est de 65,67 (1974-1994). Cette différence est due à la différence dans la période d'étude prise en considération. Prenant maintenant le Tableau (IV-6), nous pouvons observer que ces cumul annuel sont très variables d'une année à l'autre et sont caractérisés par un maximum de 117,8 et 155,9 mm et un minimum de 2,27 et 9,15 mm pour Ouargla et Touggourt respectivement. Ce qui confirme le caractère d'irrégularité des précipitations sahariennes.

Concernant le régime pluviométrique saisonnier, le tableau (IV-7), montre les résultats obtenus pour ce travail durant la période (1990-2022), ainsi que ceux obtenus par d'autres auteurs qui ont étudié les mêmes régions à savoir **Dubief (1963)**, **Youcef (2003)** et **Hadjaidji-Benseghier (2018)**. Nous pouvons noter que le régime pluviométrique saisonnier est de type A,H,P,E à Ouargla, et de type H,A,P,E à Touggourt.

**Tableau (IV-7) : Régime des pluies dans les deux stations en mm.**

| Région    | Saisons   | 1990-2022 |      | Dubief (1963)<br>1926-1950 |      | Youcef (2003)<br>1978-2002 |      | Hadjaidji-Benseghier (2018)<br>1978-2017 |      |
|-----------|-----------|-----------|------|----------------------------|------|----------------------------|------|--|------|
|           |           | P (mm)    | Type | P (mm)                     | Type | P (mm)                     | Type | P (mm)                                   | Type |
| Ouargla   | Hiver     | 11,42     | AHPE | 15,6                       | HAPE | 10,09                      | AHPE | 19,28                                    | HAPE |
|           | Printemps | 10,72     |      | 11,6                       |      | 10,7                       |      | 8,52                                     |      |
|           | Été       | 1,19      |      | 0,6                        |      | 0,67                       |      | 1,5                                      |      |
|           | Automne   | 13,97     |      | 12,2                       |      | 12,75                      |      | 11,01                                    |      |
| Période   | 1990-2022 |           |      | 1926-1950                  |      | 1974-1994                  |      | /  |      |
| Touggourt | Hiver     | 22,08     | HAPE | 19,6                       | HAPE | 23,65                      | PHAE | /  | /    |
|           | Printemps | 17,47     |      | 17,3                       |      | 24,6                       |      | /  |      |
|           | Été       | 3,24      |      | 2,4                        |      | 2,77                       |      | /  |      |
|           | Automne   | 18,2      |      | 17,7                       |      | 15,35                      |      | /  |      |

**Interprétation de tableau :**

Nos résultats confirment ceux de **Youcef (2003)**, dans la région de Ouargla avec la prédominance des pluies automnales, cependant pour la période de **Hadjaidji-Benseghier (2018)** et

**Dubief (1963)**, c'est les pluies hivernales qui prédominent. Pour la région de Touggourt, nous avons trouvé un régime saisonnier prédominé par les pluies hivernales et c'est aussi le même régime observé par **Dubief (1963)**, cependant pour **Youcef (2003)**, il y a une prédominance des pluies printanières pour sa période d'étude.

Selon **Seltzer (1946)**, une des caractéristiques du climat méditerranéen est d'avoir un minimum estival, ce qui est le cas de notre étude où c'est la saison estivale qui présente toujours le minimum de précipitations.

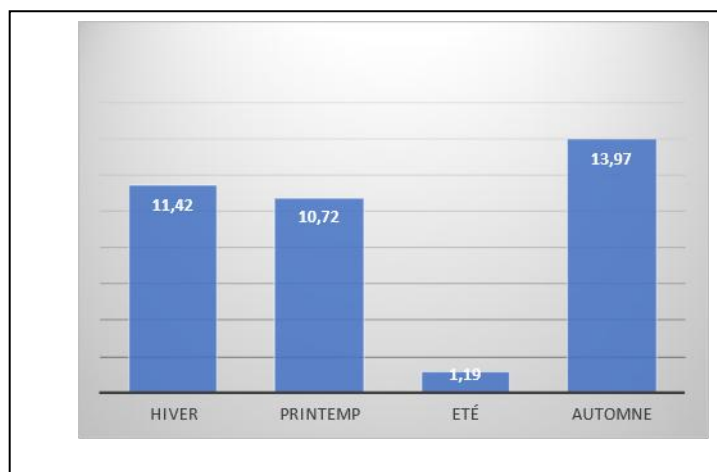
Selon **Dubief (1953)**, on peut délimiter au Sahara quatre zones de pluies, d'été, d'automne, d'hiver et de printemps, qui peuvent parfois chevaucher les unes sur les autres.

La prédominance de l'une ou l'autre de ces saisons varie selon Dubief (1953), suivant les régions et dans le temps ce qui explique cette variation entre les différentes périodes d'études prises en considération dans cette étude. Ce même auteur rapporte que dans le Sahara du nord, les pluies d'automne avaient une fréquence plus grande au début du siècle par rapport à sa période d'étude de (1926-1950), où il a trouvé une prédominance des pluies hivernales.

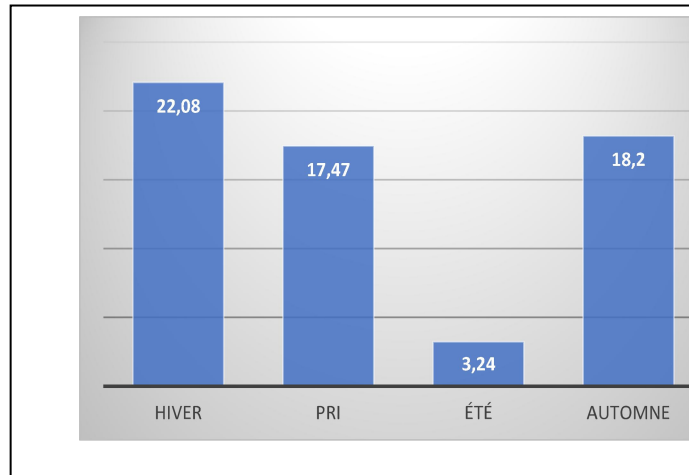
Selon **Hadjaidji-Benseghier (2018)**, le caractère anarchique attribué aux pluies sahariennes (absence de régime pluviométrique), est à écarter au vu des résultats obtenus dans son étude. Il s'agit selon elle peut être d'une fausse impression due, sans doute au manque de données sur la question.

Selon **Youcef (2003)**, cette différence qui existe entre les saisons de pluie, dans les stations étudiées peut être due à la variabilité mensuelle des pluies.

Le régime des précipitations est donc méditerranéen, avec un minimum estival.



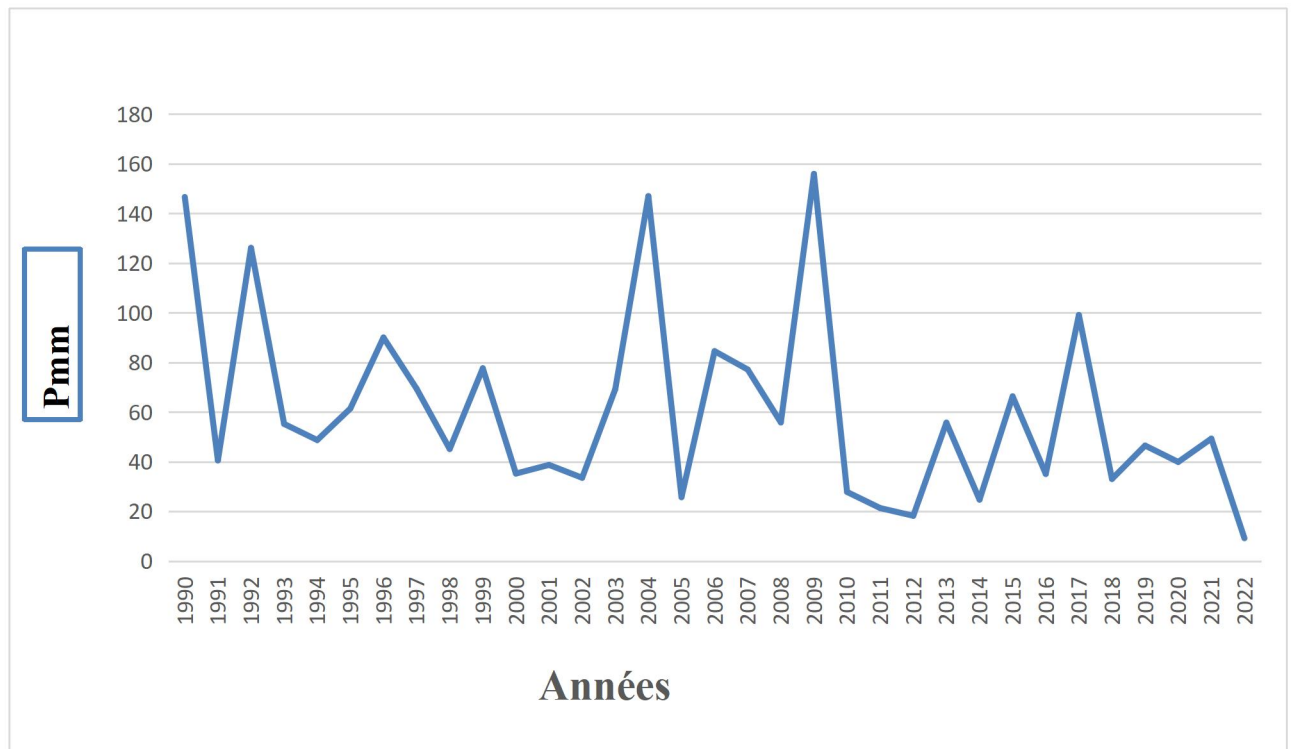
**Figure(IV-3) : régime pluviométrique saisonnier dans la région de Ouargla**



**Figure (IV-4): régime pluviométrique saisonnier dans la région de Touggourt.**

#### **IV.4 Variation interannuelle des précipitations**

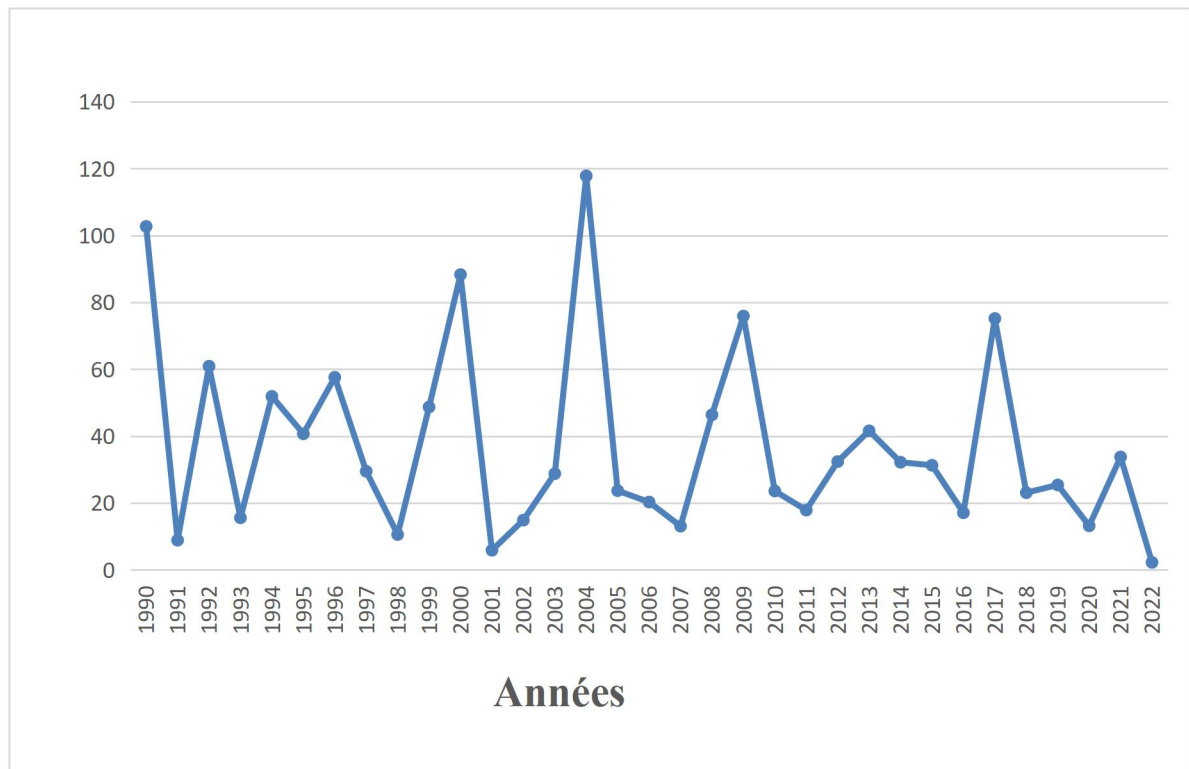
La répartition interannuelle des précipitations est illustrée par les figures (IV-5) et (IV-6)



**Figure (IV-5) : Variations interannuelles de la pluie à Touggourt depuis 1990 à 2022.**

Le graphique représente la variation interannuelle des précipitations pour la période entre 1990 et 2022 pour la région de Touggourt. Nous notons une nette augmentation de la quantité de précipitations au cours des années 1990, 1992, 2004 et 2009, où les quantités de précipitations qui ont été observées, sont 146,6/126,1/147/155,9 mm respectivement, alors qu'il y avait une diminution significative en 2022, où elle a atteint la valeur la plus faible avec seulement 9,15 mm.

En prenant en compte la moyenne des précipitations durant notre période d'étude et qui est de 61 mm, nous pouvons constater qu'une année (1991) a présenté une moyenne inférieure à 61 mm puis deux ans (1993 et 1994) puis en 1998, ensuite une période de trois années consécutives (2000, 2001 et 2002), 2005, 2008, de 2010-2014, en 2016, de 2018-2022. Le P max a été enregistré en 2009 avec 155,9 mm. Et on note une diminution significative avec le minimum de cette période en 2022 qui est de 9,15 mm.



**Figure (IV-6) : Variations interannuelles de la pluie à Ouargla depuis 1990 à 2022**

Le graphique représente la variation annuelle des précipitations pour la période entre 1990 et 2022 pour la région d’Ouargla. Nous notons une nette augmentation de la quantité de précipitations au cours des années 1990, 2000, 2004 et 2009, où les quantités de précipitations qui ont été observées, sont (102,7-88,3-117,8-75,9) respectivement, alors qu’il y avait une diminution significative en 2022, où elle a atteint à 2,27mm.

On constate une diminution significative des précipitations qui est de 8,9 mm en 1991, car celle-ci est considérée comme sèche si on tient compte de la moyenne de 37,31 mm obtenue dans ce travail.

Au cours des années (1993, 1997, 1998, 2001, 2002, 2003, 2005, 2006, 2007, 2010, 2011, 2012, 2014, 2015, 2016, 2018, 2019, 2020, 2021 et 2022), les précipitations varient entre 2,27mm et 33,78mm. Où les cinq dernières années sont la plus grande période de sécheresse dans notre étude.

La diminution significative des précipitations que nous avons maintenant enregistrée en 2022 est la plus faible quantité de précipitations de la période d’étude, qui a été estimée à 2,27mm.

A partir de l’examen de ces données, on remarque que nos stations ne présentent pas des périodes de sécheresse très importantes et que leur durée ne dépasse pas 3 à 4 ans dans la plupart des cas.

**Selon Rognon (1996) in Youcef (2003)**, il y a une bonne corrélation entre les sécheresses des stations du Nord ouest du Sahara algérien, qui sont éloignées les unes des autres mais situées dans une région homogène. Ceci a été aussi observé dans notre étude où nous avons trouvé des années de sécheresse communes dans les deux stations de Ouargla et Touggourt.

**Rognon (1996) in Youcef (2003)**, explique cette courte durée d'années sèches consécutives par le fait que la variabilité climatique au Maghreb est telle que les sécheresses pluriannuelles ne durent jamais plusieurs années. Comme dans le Sahel où elle peut atteindre 20 ans (de 1968 à 1986).



# ***CONCLUSION***

## Conclusion

Le régime pluviométrique c'est la répartition et rythme des chutes de pluie. L'objectif principal de notre travail est d'étudier la variabilité annuelle, saisonnière et interannuelle des précipitations des régions de Touggourt et Ouargla.

L'analyse quantitative des précipitations s'est étendue sur 33 ans (1990/2022), à base des données climatiques provenant de l'ONM de Ouargla.

A travers cette étude, nous pouvons conclure ce qui suit :

- L'analyse de la variabilité des pluies mensuelles des régions de Touggourt et Ouargla montrent leur faiblesse et leur irrégularité ; en fait les pluies diminuent au fur et à mesure qu'on s'éloigne des fortes altitudes telles que celle du Hoggar et de l'atlas Saharien. Ce dernier à une influence sur l'avancé des masses d'air humide ;
- Cette distribution temporelle des précipitations mensuelles peut fortement varier d'une année à l'autre, et suivant la période prise en considération ;
- Le régime des précipitations est méditerranéen avec un minimum estival ;
- Nous pouvons noter que le régime pluviométrique saisonnier est de type A.H.P.E à Ouargla, et de type H.A.P.E à Touggourt. Ce qui confirme en partie les études précédentes ;
- Le régime saisonnier des précipitations peut varier dans le temps et il est lié à la grande variabilité mensuelle des précipitations ;
- La variabilité interannuelle des précipitations est très importante, pendant la période d'étude :
  - ✓ A Ouargla où le cumul annuel (1990-2022) est de 37,31 mm, il varie cependant entre 2,27 et un maximum de 117,8 mm/an enregistrée en 2004 ;
  - ✓ A Touggourt où le cumul annuel (1990-2022) est de 61 mm, il varie entre 9,15 et un maximum de 155,9 mm/an enregistré en 2009.
- En étudiant la variabilité interannuelle des précipitations dans les stations de Ouargla et de Touggourt, nous pouvons noter qu'elles ne présentent pas de périodes de sécheresse très importantes et que leur durée ne dépasse pas 3 à 4 ans dans la plupart des cas. Nous avons trouvé des années de sécheresse communes dans les deux stations de Ouargla et de Touggourt.

En fin, ce travail est une contribution à l'étude du régime pluviométrique dans deux stations sahariennes, il mérite d'être poursuivi par d'autres travaux en élargissant l'étude sur d'autres régions sahariennes et en s'appuyant sur une durée plus longue. Ceci nous permettra de mieux comprendre ce régime et de se situer par rapport au changement climatique global qui a touché toute la planète et ne cesse de se manifester d'une année à l'autre avec un rythme plus ou moins accéléré.

## ***RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES***

## *A*

**ARLERY R. , GRISOLLET H. , et GUIMET B. , 1973 .** Climatologie , méthodes et pratiques . Ed : Gauthier – villars , paris , 2ème édition ,

## *B*

**BERKAL I .,2016** Dynamique spatiotemporelle de la salinité de sols sableux irrigués en milieu aride. Application à une palmeraie de la cuvette de Ouargla en Algérie

## *D*

**DUBIEF J ., 1959.** Le climat du Sahara . Ed : Inst . Rech . Saha . , Alger . mémoire h.s tome I

**DUBIEF J ., 1963 .** Le climat du Sahara . Ed : Inst . Rech . Saha . , Alger . mémoire h.s tome II

## *G*

**GHETTAS NOUREDDINE .,2009** Epuration des Eaux Usées : Cas de la Ville de Touggourt

## *H*

**HADJAIDJI-BENSEGHIER F., 2018.** Contribution à l'étude de la biodiversité de la flore sahariennes : protection, conservation et application dans les domaines des parcours et de l'ethnobotanique.

**HADJAIDJI-BENSEGHIER F., TALBI N. AND DERRIDJ A., 2017.** Did the global warming confirm in central northern Sahara (case of the region of Ouargla) ? *Elsevier. Energy Procedia* 119 (2017) : 852-862.

**HIRCHE A., BOUGHANIE A.&SALAMANIM.,2007.** Evolution de la pluviosité annuelle dans quelques stations arides algériennes. *Sécheresse*,18(4),pp :314-320.

## *I*

**IDDER . ,M .2019.** Approche géochimique A la prédiction de la salure des sols nus en conditions arides .17p

## *L*

**LE HOUEROU H. N . , 1990 .** Définition et limites bioclimatique du sahara sécheresse

**LE HOUEROU , H 1995 .** recherche écologique et floristiques sur la végétation de la Tunisie méridional . Ed. centre national de la recherche scientifique 80-95 .

**LEONARD et CUTTOLI . , 1954 .** Les territoires du sud d'Algérie compte rendu de l'oeuvre accomplie de 1947 à 1952

## *M*

**MEDDI H . et MEDDI M . , 1998 .** Etude des pluies annuelles et journalières dans le Sahara algérien . Sécheresse.

**MONOD T., 1992.** Du désert. Sécheresse, 3 (1), pp : 7-24.

## *N*

**NICOLE,P.,2012.SAHARA**Les grands changements climatiques naturels.172 p.

## *O*

**O.N.M., 2021.**l'Office Nationale de Météorologie (ONM).C'est la station régionale de météorologie d'Ouargla pour la région de Ouargla et de Touggourt (ONM-Ouargla) .

**OZENDA,P . ,1983.** flore de Sahara Ed : C.N.R.S ,2ème édition , Paris

**OZENDA,P .1991.** flore de Sahara (3<sup>e</sup> édition mise à jour et augmentée) Ed : du CNDRS ,Paris , 622p.

## *Q*

**QUEZEL P., 1978.** Analysis of the flora mediterranean and Saharan Africa. Ann. Missouri Bot. Garden, 65, N°2, 479-534p

## *S*

**SELTZER P., 1946** .Le climat de l'Algérie .Ed : Institut de météorologie et de physique du globe. Alger.

## *T*

**THIERRIOT C .et MATARI A ., 1998** . Peut on encore parler de sécheresse au Sahara .Ed : C.R.S.T.R.A.

## *U*

**UNESCO., 1972** . "Etude des ressources en du Sahara septentrional" Rapport sur les resultants duprojet, Projet ERESS. UNESCO., Paris, 100p

## *Y*

**YOUCEF.,F., 2003** .Mise au point d'une étude climatique du sahara septentrional algérien (cas des station de Ouargla Touggourt et Ghardaia)

## **SITES INTERNET**

<https://www.Infoclimat>

<https://www.tutiempo.net/amp-fr/climat/ws-604680.html>



# ***ANNEXES***

## Annex 1 : Précipitations annuelles et mensuelles de la station de Ouargla

|      | Janvier | Fevrier | Mars  | Avril | Mai  | Juin | Juillet | Aout | Septemb | Octobre | Novembr | Décembr | Cumul an |
|------|---------|---------|-------|-------|------|------|---------|------|---------|---------|---------|---------|----------|
| 1990 | 44,3    | 0       | 0     | 26,6  | 15,7 | 0    | 0       | 0    | 0       | 0       | 10      | 6,1     | 102,7    |
| 1991 | 0       | 0       | 1,4   | 0     | 1,9  | 0    | 0       | 0    | 0       | 1,2     | 2,5     | 1,9     | 8,9      |
| 1992 | 3,6     | 0       | 15,6  | 6,6   | 0,5  | 0    | 0,1     | 0    | 0,4     | 0       | 11,7    | 22,4    | 60,9     |
| 1993 | 0       | 5,7     | 0,8   | 0     | 0    | 0    | 0       | 0    | 0,3     | 2,1     | 3,7     | 3       | 15,6     |
| 1994 | 2,8     | 0,2     | 17,4  | 1,5   | 0    | 2,5  | 0       | 0    | 15,2    | 10,1    | 0       | 2,2     | 51,9     |
| 1995 | 0,5     | 0       | 16,4  | 0     | 1,8  | 0    | 0       | 0    | 11,3    | 4,3     | 2,1     | 4,3     | 40,7     |
| 1996 | 23,5    | 6,3     | 14,8  | 1,5   | 0,9  | 0    | 0,7     | 0    | 8,7     | 0       | 0       | 1,2     | 57,6     |
| 1997 | 2       | 4       | 0     | 4,8   | 0    | 0    | 0       | 0,3  | 8       | 7,9     | 0,9     | 1,6     | 29,5     |
| 1998 | 0       | 0       | 2,1   | 2,7   | 0    | 1    | 0       | 0    | 0       | 3,6     | 1       | 0,2     | 10,6     |
| 1999 | 19      | 0,7     | 0     | 0,6   | 0    | 0    | 0,6     | 0    | 0,8     | 0       | 22,9    | 4,1     | 48,7     |
| 2000 | 0       | 0       | 0     | 1     | 50,9 | 0    | 0       | 0    | 0       | 36,4    | 0       | 0       | 88,3     |
| 2001 | 0       | 0       | 0     | 0,4   | 0    | 0    | 0       | 0    | 1       | 0,6     | 0,3     | 03-janv | 5,9      |
| 2002 | 0       | 0       | 0     | 0     | 5    | 0    | 0       | 2,4  | 2,5     | 2,6     | 2,4     | 0       | 14,9     |
| 2003 | 15,5    | 6,4     | 6,1   | 0     | 0    | 0    | 0       | 0    | 0       | 0,4     | 0,2     | 0,2     | 28,8     |
| 2004 | 6,5     | 0       | 21,7  | 5,4   | 0    | 0,2  | 0       | 13,1 | 0       | 19,6    | 43,3    | 8       | 117,8    |
| 2005 | 0,2     | 0       | 1     | 0     | 0    | 0    | 0       | 0    | 3,2     | 2       | 17,2    | 0,1     | 23,7     |
| 2006 | 9,4     | 0       | 0     | 1,2   | 0    | 0    | 0       | 0    | 3       | 5,9     | 0       | 0,8     | 20,3     |
| 2007 | 0       | 0       | 0     | 3,5   | 0,3  | 0    | 0       | 2,9  | 0       | 0,3     | 0       | 6,1     | 13,1     |
| 2008 | 5,7     | 0       | 1,2   | 0     | 0    | 0,4  | 0       | 0    | 14,2    | 24,1    | 0,2     | 0,6     | 46,4     |
| 2009 | 54,1    | 1,5     | 10,6  | 0,8   | 0    | 2,5  | 0       | 0    | 6,3     | 0,1     | 0       | 0       | 75,9     |
| 2010 | 4,4     | 0       | 0     | 0,7   | 1,7  | 3    | 2,2     | 0    | 7,7     | 3,9     | 0       | 0       | 23,6     |
| 2011 | 0       | 0       | 11,1  | 1,7   | 0    | 0    | 0       | 0    | 0,1     | 5       | 0       | 0       | 17,9     |
| 2012 | 16,2    | 5,5     | 1     | 3,5   | 0    | 0    | 1,3     | 0,3  | 4,6     | 0       | 0       | 0       | 32,4     |
| 2013 | 3,6     | 0       | 0,2   | 6,3   | 0    | 0    | 0       | 2,4  | 0       | 0       | 4,6     | 24,5    | 41,6     |
| 2014 | 0       | 0       | 0,4   | 0     | 14,1 | 2    | 0       | 0    | 0       | 3,1     | 6,8     | 5,8     | 32,2     |
| 2015 | 0,8     | 24,5    | 4,7   | 0     | 0    | 0    | 0       | 0    | 1,3     | 0       | 0       | 0       | 31,3     |
| 2016 | 0       | 0       | 2     | 1     | 0    | 0    | 0       | 0    | 4,6     | 4,3     | 0,7     | 4,5     | 17,1     |
| 2017 | 0,25    | 0       | 21,08 | 0,76  | 0    | 0,25 | 0       | 0    | 12,95   | 23,12   | 14,48   | 2,28    | 75,17    |
| 2018 | 0       | 5,33    | 0     | 0     | 5,08 | 0    | 0       | 1,02 | 10,92   | 0       | 0,76    | 0       | 23,11    |
| 2019 | 0       | 0       | 4,07  | 13,97 | 3,81 | 0    | 0       | 0    | 1,53    | 2,03    | 0       | 0       | 25,41    |
| 2020 | 0       | 0       | 2,03  | 5,08  | 3,05 | 0    | 0       | 0    | 3,05    | 0       | 0       | 0       | 13,21    |
| 2021 | 0       | 0       | 0     | 0     | 2,79 | 0    | 0       | 0    | 1,02    | 0       | 29,97   | 0       | 33,78    |
| 2022 | 0       | 0       | 0,51  | 0,25  | 0,5  | 0    | 0       | 0    | 0       | 0       | 0       | 1,01    | 2,27     |
| Moy  | 6,43    | 1,82    | 4,73  | 2,72  | 3,27 | 0,36 | 0,15    | 0,68 | 3,72    | 4,93    | 5,32    | 3,17    | 37,31    |

## Annex 2 : Précipitation mensuel saisonnier de la station de Ouargla

| Hiver |       |
|-------|-------|
| Déc   | 3,17  |
| jan   | 6,43  |
| fév   | 1,82  |
| Moy   | 11,42 |

| Printemps |       |
|-----------|-------|
| Mars      | 4,73  |
| Avril     | 2,72  |
| Mai       | 3,27  |
| Moy       | 10,72 |

| Eté     |      |
|---------|------|
| juin    | 0,36 |
| juillet | 0,15 |
| Aout    | 0,68 |
| Moy     | 1,19 |

| Automne |       |
|---------|-------|
| sep     | 3,72  |
| oct     | 4,93  |
| nov     | 5,32  |
| Moy     | 13,97 |

### Annex 3: Précipitations annuelles et mensuelles de la stations de Touggourt

|      | Janvier | Fevrier | Mars  | Avril | Mai  | Juin | Juillet | Aout | Septemb | Octobre | Novembr | Décembr | Cumul an |
|------|---------|---------|-------|-------|------|------|---------|------|---------|---------|---------|---------|----------|
| 1990 | 44,3    | 0       | 0     | 26,6  | 15,7 | 0    | 0       | 0    | 0       | 0       | 10      | 6,1     | 102,7    |
| 1991 | 0       | 0       | 1,4   | 0     | 1,9  | 0    | 0       | 0    | 0       | 1,2     | 2,5     | 1,9     | 8,9      |
| 1992 | 3,6     | 0       | 15,6  | 6,6   | 0,5  | 0    | 0,1     | 0    | 0,4     | 0       | 11,7    | 22,4    | 60,9     |
| 1993 | 0       | 5,7     | 0,8   | 0     | 0    | 0    | 0       | 0    | 0,3     | 2,1     | 3,7     | 3       | 15,6     |
| 1994 | 2,8     | 0,2     | 17,4  | 1,5   | 0    | 2,5  | 0       | 0    | 15,2    | 10,1    | 0       | 2,2     | 51,9     |
| 1995 | 0,5     | 0       | 16,4  | 0     | 1,8  | 0    | 0       | 0    | 11,3    | 4,3     | 2,1     | 4,3     | 40,7     |
| 1996 | 23,5    | 6,3     | 14,8  | 1,5   | 0,9  | 0    | 0,7     | 0    | 8,7     | 0       | 0       | 1,2     | 57,6     |
| 1997 | 2       | 4       | 0     | 4,8   | 0    | 0    | 0       | 0,3  | 8       | 7,9     | 0,9     | 1,6     | 29,5     |
| 1998 | 0       | 0       | 2,1   | 2,7   | 0    | 1    | 0       | 0    | 0       | 3,6     | 1       | 0,2     | 10,6     |
| 1999 | 19      | 0,7     | 0     | 0,6   | 0    | 0    | 0,6     | 0    | 0,8     | 0       | 22,9    | 4,1     | 48,7     |
| 2000 | 0       | 0       | 0     | 1     | 50,9 | 0    | 0       | 0    | 0       | 36,4    | 0       | 0       | 88,3     |
| 2001 | 0       | 0       | 0     | 0,4   | 0    | 0    | 0       | 0    | 1       | 0,6     | 0,3     | 03-janv | 5,9      |
| 2002 | 0       | 0       | 0     | 0     | 5    | 0    | 0       | 2,4  | 2,5     | 2,6     | 2,4     | 0       | 14,9     |
| 2003 | 15,5    | 6,4     | 6,1   | 0     | 0    | 0    | 0       | 0    | 0       | 0,4     | 0,2     | 0,2     | 28,8     |
| 2004 | 6,5     | 0       | 21,7  | 5,4   | 0    | 0,2  | 0       | 13,1 | 0       | 19,6    | 43,3    | 8       | 117,8    |
| 2005 | 0,2     | 0       | 1     | 0     | 0    | 0    | 0       | 0    | 3,2     | 2       | 17,2    | 0,1     | 23,7     |
| 2006 | 9,4     | 0       | 0     | 1,2   | 0    | 0    | 0       | 0    | 3       | 5,9     | 0       | 0,8     | 20,3     |
| 2007 | 0       | 0       | 0     | 3,5   | 0,3  | 0    | 0       | 2,9  | 0       | 0,3     | 0       | 6,1     | 13,1     |
| 2008 | 5,7     | 0       | 1,2   | 0     | 0    | 0,4  | 0       | 0    | 14,2    | 24,1    | 0,2     | 0,6     | 46,4     |
| 2009 | 54,1    | 1,5     | 10,6  | 0,8   | 0    | 2,5  | 0       | 0    | 6,3     | 0,1     | 0       | 0       | 75,9     |
| 2010 | 4,4     | 0       | 0     | 0,7   | 1,7  | 3    | 2,2     | 0    | 7,7     | 3,9     | 0       | 0       | 23,6     |
| 2011 | 0       | 0       | 11,1  | 1,7   | 0    | 0    | 0       | 0    | 0,1     | 5       | 0       | 0       | 17,9     |
| 2012 | 16,2    | 5,5     | 1     | 3,5   | 0    | 0    | 1,3     | 0,3  | 4,6     | 0       | 0       | 0       | 32,4     |
| 2013 | 3,6     | 0       | 0,2   | 6,3   | 0    | 0    | 0       | 2,4  | 0       | 0       | 4,6     | 24,5    | 41,6     |
| 2014 | 0       | 0       | 0,4   | 0     | 14,1 | 2    | 0       | 0    | 0       | 3,1     | 6,8     | 5,8     | 32,2     |
| 2015 | 0,8     | 24,5    | 4,7   | 0     | 0    | 0    | 0       | 0    | 1,3     | 0       | 0       | 0       | 31,3     |
| 2016 | 0       | 0       | 2     | 1     | 0    | 0    | 0       | 0    | 4,6     | 4,3     | 0,7     | 4,5     | 17,1     |
| 2017 | 0,25    | 0       | 21,08 | 0,76  | 0    | 0,25 | 0       | 0    | 12,95   | 23,12   | 14,48   | 2,28    | 75,17    |
| 2018 | 0       | 5,33    | 0     | 0     | 5,08 | 0    | 0       | 1,02 | 10,92   | 0       | 0,76    | 0       | 23,11    |
| 2019 | 0       | 0       | 4,07  | 13,97 | 3,81 | 0    | 0       | 0    | 1,53    | 2,03    | 0       | 0       | 25,41    |
| 2020 | 0       | 0       | 2,03  | 5,08  | 3,05 | 0    | 0       | 0    | 3,05    | 0       | 0       | 0       | 13,21    |
| 2021 | 0       | 0       | 0     | 0     | 2,79 | 0    | 0       | 0    | 1,02    | 0       | 29,97   | 0       | 33,78    |
| 2022 | 0       | 0       | 0,51  | 0,25  | 0,5  | 0    | 0       | 0    | 0       | 0       | 0       | 1,01    | 2,27     |
| Moy  | 6,43    | 1,82    | 4,73  | 2,72  | 3,27 | 0,36 | 0,15    | 0,68 | 3,72    | 4,93    | 5,32    | 3,17    | 37,31    |

#### Annexe 4 :Précipitation mensuel saisonnier de la station de Touggourt

| Hiver |       |
|-------|-------|
| Déc   | 5,22  |
| jan   | 12,93 |
| fév   | 3,93  |
| moy   | 22,08 |

| printemps |       |
|-----------|-------|
| mars      | 5,87  |
| avril     | 7,22  |
| mai       | 4,38  |
| moy       | 17,47 |

| Eté     |      |
|---------|------|
| juin    | 0,64 |
| juillet | 0,51 |
| aout    | 2,09 |
| moy     | 3,24 |

| Automne |      |
|---------|------|
| sep     | 6,55 |
| oct     | 4,59 |
| nov     | 7,06 |
| Moy     | 18,2 |

## Résumé

Ce travail s'intéresse à étudier le régime pluviométrique au Sahara septentrional (Cas des régions de Touggourt et de Ouargla). Les données climatiques sont issues de l'office national de météorologie. Ces dernières ont subies un contrôle et une vérification de leur homogénéité en appliquant le test de Wilcoxon. La période 1990-2022 a été prise en considération pour étudier les variations annuelles, saisonnières et interannuelles des précipitations. Les résultats obtenus montrent la faiblesse des précipitations et leur grande irrégularité mensuelle et interannuelle. Le régime des précipitations est méditerranéen avec un minimum estival. Il est de type A.H.P.E à Ouargla, et de type H.A.P.E à Touggourt. Les périodes sèches ne dépassent pas 3 à 4 ans dans la plupart des cas. Les deux stations étudiées présentent des années de sécheresse communes.

**Mots clés :** Données climatiques, Précipitations, Station météorologique, Ouargla, Touggourt, Sahara

## Abstract

This work focuses on studying the rainfall regime in the northern Sahara (case of the regions of Touggourt and Ouargla). Climate data comes from the National Office of Meteorology. They underwent a control and verification of their homogeneity by applying the Wilcoxon test. The period 1990-2022 was taken to study the annual, seasonal and interannual variations in precipitation. The results obtained show the low and the great monthly and interannual irregularity of rainfall. The rainfall pattern is Mediterranean with a summer minimum. It is of the A.H.P.E type in Ouargla, and H.A.P.E type in Touggourt. Drought periods do not exceed 3 to 4 years in most cases. The two stations studied have common drought years.

**Keywords:** Climate data, Precipitation, Meteorological station, Ouargla, Touggourt, Sahara

## ملخص

يركز هذا العمل على دراسة نظام هطول الأمطار في شمال الصحراء (حالة منطقتي تقرت وورقلة). مصدرالبيانات المناخية هو المكتب الوطني للأرصاد الجوية. خضعت هذه الأخيرة للتحكم والتحقق من تجانسها من خلال تطبيق اختبار Wilcoxon. وقد تم أخذ الفترة 1990-2022 في الاعتبار لدراسة التغيرات السنوية والموسمية ومن سنة الى اخرلهطول الأمطار. أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها قلة هطول الأمطار وعدم انتظامها الشهري وما بين السنوات. نمط هطول الأمطار متوسطي مع حد أدنى في الصيف. وهو من نوع A.H.P.E في ورقلة، ومن نوع H.A.P.E في تقرت. فترات الجفاف لا تتجاوز 3 إلى 4 سنوات في معظم الحالات. المحطتان اللتان تم دراستهما لهما سنوات جفاف مشتركة.

**الكلمات الدالة:** بيانات المناخ، هطول الأمطار، محطة الأرصاد الجوية، ورقلة، تقرت، الصحراء.