

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Université Abdelhamid Ibn Badis-  
Mostaganem  
Faculté des Sciences de la  
Nature et de la Vie



جامعة عبد الحميد بن باديس  
مستغانم  
كلية علوم الطبيعة والحياة



DEPARTEMENT D'AGRONOMIE

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

Présentée par :

**BENSTAALI SIHAM**

Pour l'obtention du diplôme de Master en Sciences Agronomiques

*Spécialité : Aménagement Hydro-agricole*

**THEME**

**Etude et analyse statistiques des précipitations annuelles et mensuelles dans le transect steppique de l'Algérie**

Devant le jury :

Président : Mr. Larid Mohamed

Encadreur : Mr .Boualem Abdelkader

Examinatrice : Mme Benouadah Salima

Invité : Mr Latroch Abdelkader

Pr Université de Mostaganem

Mc<sub>A</sub> Université de Mostaganem

Mc<sub>B</sub> Université de Mostaganem

Chef service DRH (W. Mostaganem)

Année Universitaire : 2022 / 2023

En cadreur



## Remerciements

*Tout d'abord, je remercie Dieu tout puissant ALLAH qui ma réunie dans le chemin de la science et qui m'a porté la foi, la force et le courage pour accomplir ce travail.*

*Au terme de cette étude, qu'il me soit permis d'exprimer ma profonde gratitude à Monsieur Boualem Abdelkader, qui a bien voulu suivre et diriger ce travail avec haute compétence ; ses conseils précieux et ses justes critiques ont été pour moi un encouragement permanent.*

*Je tiens aussi à exprimer mes sincères remerciements à Monsieur Larid Mohamed qui m'a fait l'honneur de présider le jury.*

*Mes remerciement vont également à Madame Benouadahi Salima 'avoir accepté de juger mon travail.*

*En outre, je tiens à remercier Monsieur Latroch Abdelkader le chef service auprès des la direction des ressources en eau (W. Mostaganem) qui m'a donné beaucoup de soutien et de l'aide*

*Je ne saurais oublier de remercier tout le corp enseignant de l'Université de Mostaganem qui a contribué à ma formation durant toute la période de mes études.*

*Que tous les Amis soit assurés de ma gratitude pour l'aide et leurs encouragements durant la réalisation de ce travail.  
leurs encouragements durant la réalisation de ce travail.*

## *Dédicaces*

*Je rends grâce à Dieu, tout puissant qui m'a accordé la patience nécessaire à la réalisation de ce modeste travail que je dédie chaleureusement :*

*Aux personnes qui ont consentis aux efforts et aux sacrifices pour permettre mon instruction et mon éducation : mes chers parents, je leurs exprime mes remerciements pour leurs conseils et la confiance qu'il mon accordée.*

*A mon père : Mohamed Raouf*

*A ma mère : Salima*

*A mon frère : Mohamed*

*A mes sœurs : Djamila, Hafsa*

*A mon beau-frère : Mhamed Kahlouch*

*Étudiants de ma promotion.*

## **SOMMAIRE**

<b><u>INTRODUCTION GENERALE</u></b>	1
Chapitre I : Généralité de précipitation	
I.1 Introduction	2
I.2 Définition de la précipitation	2
I.3 Différente forme de la pluie	2
I.3.1 Formation de la Précipitation	3
I.3.2 Classification des précipitations	3
I.4 Les type des pluviomètres	4
I.4.1 Les pluviomètres non enregistreurs	4
I.4.2 Pluviomètre enregistreur	5
I.4.3 Les types des pluviomètres enregistreurs	5
I.5 Moyen de mesure de la précipitation	5
I.6 Les causes de ce manque de données	9
I.7 Caractéristiques climatiques	9
I.7.1 Les radiations solaires	10
I.7.2 La température de l'air	10
I.7.3 L'humidité de l'air	10
I.7.4 Les vent	10
I.7.5 L'humidité relative de l'air	10
I.8 Conclusion	11
<b>Chapitre II : Aperçu générale sur la région d'étude</b>	
II.1. La situation géographique (wilaya d'ELBAYADH)	12
II.1.1. Situation démographique	13
II.1.2. Relief	13
II.1.3. Le climat	13
II.1.4. Forêt	13
II.2. La situation géographique (wilaya de DJELFA)	16
II.2.1 Situation démographique	17
II.2.2 Relief	17
II.2.3 Le climat	18
II.2.4 Forêt	18

II.3. La situation géographique (wilaya de NAAMA)	20
II.3.1 Situation démographique	21
II.3.2 Relief	21
II.3.3 Le climat	21
II.3.4 Forêt	22
<b>Chapitre III : Analyse des données pluviométriques</b>	
III.1.Introduction	23
III.2. Etude des précipitations	23
III.2.1.Collecte des données	23
III.2.2. Choix de la période d'étude	23
III.3. Contrôle de l'homogénéité des données	25
III.3.1. Test de Wilcoxon	25
III.3.1.1. Application de la méthode de Wilcoxon sur la Station de ELBAYADH	27
III.3.1.2. Application de la méthode de Wilcoxon sur la Station de DJELFA	28
III.3.1.3 Application de la méthode de Wilcoxon sur la Station d'AIN SEFRA	29
III.3.1.4. Application de la méthode de Wilcoxon sur la Station de NAAMA	30
III.3.2. Ajustement par la loi Normale	31
III.3.2.1.Théorie de l'ajustement à la loi Normale	31
a) Station de El-Bayadh	32
b) Station de DJELFA	34
c) Station de AIN SEFRA	36
d) Station de NAAMA	38
III.3.2.2.Analyse des tracés de la loi Normale	40
III.3.3.Test du khi deux	40
a).Calcul du coefficient de variation(Cv)	41
b) Théorie du test de Khi deux	42
c). Résultat du test du Khi deux	46
III.3.4Conclusion	47
<b>Chapitre IV : Variabilité des précipitations annuelles et mensuelles</b>	
IV.1. Introduction	48
IV.2.Calcul des récurrences	48
IV.2.1. Calcul du module sec	48
a) Calcul du module décennal sec	48

b) Calcul du module de cinquante(50) ans sec	48
c) Calcul du module centenaire sec	49
IV.2.3. Récurrence du module théorique le plus fort	49
IV.2.4. Récurrence du module théorique le plus faible	49
IV.2.5. Analyse du calcul des récurrences	51
IV.3. Les histogrammes des fréquences absolues des hauteurs annuelles des pluies	52
a).La station de ELBAYADH	52
b). La station de DJELFA	53
c). La station d'AIN SEFRA	54
d). La station de NAAMA	55
IV.4. Evolution des moyennes, des minimal et des maximal des stations	56
IV.5. Analyse de la tendance générale par le tracé curviligne	57
IV.6. Analyses par le tracé des écarts par rapport à la moyenne annuelle	60
a). Station d'ELBAYADH	60
b). Station de DJELFA	62
c). Station d'AIN SEFRA	63
d). Station de NAAMA	65
IV.7. Délimitation des mois secs et humides	67
IV.7.1.Précipitations saisonnières	71
IV.7.2. La détermination des quatre saisons	72
IV.8. Conclusion	74
<b>Chapitre V : Caractérisation de la sécheresse météorologique</b>	
V.1. Indices de sécheresses	75
V.1.1. Indice de l'écart à la moyenne (Em)	75
V.1.2. Indice de pluviosité (Ip)	75
V.1.3. Distribution selon les fréquences	76
V.2. Indices de sévérité	76
V.2.1. Indice du nombre d'écart type	76
V.2.2. Indice standardisé de précipitation	77
V.3. Analyse du calcul des indices	78
<b>CONCLUSION GENERALE</b>	83

## **Résumé**

Cette étude comprend une enquête sur les précipitations à quatre stations (Elbayadh, Jelfa, Naama et Ain Sefra) pour la période (2000-2021). Pour clarifier cette question, il est important d'analyser d'abord le terme précipitations. Nous répondrons à quelques questions de base qui vous hantent, telles que :

Quelle est la quantité de précipitations dans notre région vue de l'espace ? A-t-elle diminué au cours de la dernière décennie ? Dans cette perspective, nous contribuons à l'étude des précipitations par le traitement statistique et l'analyse de l'indice de sécheresse. Je suis là. En regardant les moyennes mensuelles, nous pouvons voir qu'il y a un décalage saisonnier d'un mois à l'autre. La saison peut être qualifiée de précoce car elle ne correspond plus aux critères climatiques méditerranéens fixés. Il mélange différentes saisons (hiver, printemps, automne, été). Le calcul de différents indices nous permet de dire que nous avons affaire à un climat irrégulier avec deux saisons principales. La plage de fluctuation des précipitations est très large. Les extrêmes peuvent être atteints à tout moment de l'année.

Les conditions humides et sèches peuvent atteindre des niveaux de gravité très élevés.

**Mots Clés :** Climat, sécheresse, pluviométrie, El-Bayad, Djelfa, Naama, Ain sefra

## **Abstract :**

This study includes a rainfall survey at four stations (Elbayadh, Jelfa, Naama and Ain Sefra) for the period (2000-2021). To clarify this question, it is important to first analyze the term precipitation. We will answer some basic questions that haunt you, such as: What is the amount of precipitation in our region as seen from space? Has it decreased over the past decade? In this perspective, we contribute to the study of precipitation by statistical processing and analysis of the drought index. I am the. Looking at the monthly averages, we can see that there is a seasonal lag from month to month. The season can be described as early because it no longer corresponds to the fixed Mediterranean climatic criteria. It mixes different seasons (winter, spring, autumn, summer). The calculation of different indices allows us to say that we are dealing with an irregular climate with two main seasons. The fluctuation range of precipitation is very wide. Extremes can be reached at any time of the year. Both wet and dry conditions can reach very high severity levels.

**Keywords:** Climate, drought, rainfall, El-Bayad, Djelfa, Naama, Ain sefra

### INTRODUCTION GENERALE

Au cours de la dernière décennie, le changement climatique a été reconnu comme l'un des enjeux majeurs du développement au niveau local, régional et même international, aux côtés du développement durable, de la conservation et de la protection de l'environnement. En effet, on a maintenant tendance à considérer les réponses au changement climatique comme faisant partie intégrante de la prise de décision en matière de gestion durable des ressources.

L'Algérie reconnaît la nécessité de mesures pour accroître sa résilience à la variabilité des précipitations et aux événements extrêmes (sécheresses et inondations). La sécheresse peut être vue à différents niveaux.

Mensuel, saisonnier, annuel. Il devient dangereux après 2-3 ans. Par conséquent, nous avons décidé d'étudier la durée des sécheresses aux niveaux annuel et saisonnier également.

Dans le cadre de notre étude pour étudier les précipitations dans les sections steppiques algériennes, nous avons enregistré quatre stations (El Bayadh, Djelfa, Naama et Ain Sefra) durant cette période (2000-2021). .

Pour clarifier cette question, il est important d'analyser d'abord le terme précipitations. Nous répondrons à quelques questions de base qui vous hantent, telles que :

Comment les précipitations dans notre région évaluent-elles l'espace ? Les précipitations ont-elles diminué au cours des 10 dernières années ?

De ce point de vue, nous contribuons à la recherche sur les précipitations en utilisant le traitement statistique et l'analyse de l'indice de sécheresse. Dans notre étude, nous avons choisi une méthodologie avec les caractéristiques suivantes :

-Collectez des données sur les précipitations et créez une base de données sur votre ordinateur.

-Prétraitement des données :

-Test du coefficient de variation, test ajusté de régularité, test du chi -deux, test de Wilcoxon, traitement statistique des données et calcul de l'indice de sécheresse :

Caractériser la sécheresse à l'aide des variations moyennes mensuelles, annuelles et saisonnières et des indices.



**Chapitre I :**  
**Généralité de**  
**précipitation**

## I. 1 Introduction

Ce chapitre est organisé comme un suivi : une section pour déterminer la pluviosité avec différents types et méthodes de formation et divers moyens de mesure manuelle et automatisées des stations pour la mesure de la pluviosité.

## I.2 Définition de la précipitation

On englobe sous le terme de précipitation, toutes les eaux météoriques qui tombent à la surface de la terre, tant sous forme liquide (pluie, bruine) que solide (neige, grêle, grésil).

D'un point de vue physique, la pluie peut être définie comme des gouttes d'eau d'un diamètre variant entre 0,5 et 5 mm, tombant ou non sur le sol (reprise par l'évaporation ou par les mouvements de l'atmosphère) ( **Bennani, M. 2016** ).

La précipitation est caractérisée par leur quantité et leur régime pendant les temps et dans l'espace, la quantité de pluie disponible est un facteur important, il est donc nécessaire de connaître ses variations spatiotemporelles dans les stations pluviométrique. ( **Ahmed, S. 2002** ).

## I.3 Différente forme de la pluie

Tout produit de condensation de vapeur d'eau atmosphérique formé à l'air libre ou à la surface de la terre est un hydrométéore. L'hydrologue est principalement intéressé par les précipitations.

- Bruine est constitué de minuscules gouttelettes d'eau liquide, dont le diamètre est généralement compris entre 0,1 et 0,5 mm, avec de telles vitesses de décantation lente que parfois ils semblent flotter. Elles tombent habitement de stratus bas et dépassent rarement 1 mm / h.
- Pluie est constituée d'eau liquide dont le diamètre dépasse essentiellement 0,5 mm. Ces précipitations se réfèrent généralement à des quantités de précipitations liquides
- Vernis est la couche de glace, généralement claire et lisse, formé sur les surfaces exposées par le gel de l'eau en surfusion déposée par la pluie ou de la bruine. Sa densité peut être aussi élevée que 0,8 à 0,9.
- Givre est un dépôt blanc opaque de granules de glace plus ou moins séparées par l'air emprisonné et formées par la congélation rapide de l'eau en surfusion des gouttes tombant sur les objets exposés. Sa densité peut être aussi faible que 0,2 à 0,3.
- La neige est composée de cristaux de glace, principalement dans le complexe, ramifié forme hexagonale, et souvent agglomérés en flocons de neige, qui peuvent atteindre plusieurs centimètres de diamètre. La hauteur de la neige fraîchement tombée est très variable, 125 à 500 mm de neige est équivalent environ 25 mm d'eau liquide. La

densité moyenne (poids spécifique) est souvent supposée être de 0,1.

- La grêle est une précipitation sous forme de billes de glace, produites dans les nuages convectifs, la plupart du temps cumulonimbus. Les grêlons peuvent être sphéroïdale, conique, ou de forme irrégulière, et la gamme allant d'environ 5 à plus de 125 mm de diamètre. Elles sont généralement constituées d'une alternance de couches de vernis et de Givre, et leur masse volumique est d'environ 0,8.
- Grésil se compose de transparents, globulaires, des grains solides de glace formée par la congélation de gouttes de pluie ou de regel de cristaux de glace presque entièrement fondus tombant à travers une couche de congélation secondaire d'air près de la surface de la terre .

### **I.3.1 Formation de la Précipitation :**

Durant son ascension dans l'atmosphère, la vapeur d'eau se refroidit et finit par se condenser, généralement autour de minuscules particules de poussière dans l'atmosphère. En se condensant, elle redevient liquide ou passe directement à l'état solide (glace, grêle ou neige). Ces particules d'eau s'assemblent pour former des nuages. Les précipitations sous forme de pluie, de neige et de grêle proviennent des nuages. Ces derniers tournent autour de la Terre grâce à l'action des courants atmosphériques. Par exemple, lorsqu'ils s'élèvent au-dessus de chaînes de montagnes, les nuages se refroidissent et deviennent tellement saturés de gouttelettes d'eau que ces dernières commencent à tomber en pluie, en grêle ou en neige, selon la température de l'air ambiant. Une partie de l'eau précipitée retourne vers l'atmosphère par le phénomène d'évaporation.

### **I.3.2 Classification des précipitations :**

Sur la base des phénomènes météorologiques qui leur donnent naissance, ou qui les accompagnent, on peut diviser les précipitations en trois classes :

1. Précipitations orographiques
2. Précipitations de convection
3. Précipitations cycloniques ou fractales (front chauds ou froids, lignes d'occlusion etc.).

#### **I.3.2.1 Les précipitations convectives**

Lorsque par temps calme, l'air saturé ou non, au voisinage du sol est chauffé par les radiations solaires (directement mais surtout indirectement par réflexion sur le sol), il se s'élève alors, car il subit des dilatations. Au cours de son ascension, il se refroidit et atteint un niveau de condensation où se forment les nuages <sup>1</sup>.

Si le mouvement de convection vertical initial est intense et se poursuit suffisamment

longtemps, le système nuageux ainsi formé peut atteindre une zone de température assez basse pour déclencher la pluie. (Ahmed, S. 2002)

Des précipitations de convection surviennent également en zone tempérée et dans Les régions chaudes, à peu près uniquement sous forme d'orage d'été locaux et Violents, mais tous les orages ne proviennent pas de mécanismes convectifs. (Bennani. M.2016).

### **I.3.2.2 Les précipitations orographiques**

Lorsque les vents chargés d'humidité, soufflant généralement des océans vers les terres, abordent une barrière montagneuse, ou passent de la zone d'influence d'une mer relativement chaude à celle de vastes étendues de sol plus froid, les masses d'air humide ont tendance à s'élever et la détente qui en résulte produit un refroidissement qui peut entretenir la formation d'une couverture nuageuse et déclencher des précipitations. (Ahmed, S. 2002)

Ces précipitations, dites orographiques se présentent sous forme de pluie ou de neige Sur Les versants au vent de la barrière montagneuse.

Par ailleurs, l'obstruction produite sur le trajet des masses d'air humide par un massif Montagneux engendre, sur le versant sous le vent, une zone de pluviosité relativement faible.

L'air descendant sur ce versant s'échauffe par compression et son humidité relative diminue (effet de Föhn), il peut même en résulter un régime de vents secs et chauds donnant naissance à des zones semi-arides). (Ahmed, S, 2002)

### **I.3.2.3 Les précipitations frontales (ou de type cyclonique)**

Lorsque plusieurs masses d'air de propriétés différentes (température et humidité) se rencontrent, les plus chaudes et les plus humides sont poussés vers les hautes altitudes où elles se refroidissent et se condensent. Ce sont ces précipitations qui sont les plus importantes, les plus longues, les plus étendues et les plus fréquentes dans nos climats tempérés. (Ahmed, S. 2002)

## **I.4 Les type des pluviomètres**

### **I.4.1 Les pluviomètres non enregistreurs :**

N'importe quel récipient ouvert pourrait, en principe servir de pluviomètre, mais pour permettre des observations précises et surtout comparable entre elles, il est indispensable d'utiliser des pluviomètres normalisés.

Toutefois, pour tirer le meilleur parti de pluviomètre de fortune que l'on est parfois conduit à utiliser pour suppléer la rareté des stations officielles au cours d'analyse détaillée des grandes averses, on tiendra compte des principes généraux suivants :

1)- l'ouverture de l'orifice du pluviomètre doit être bien horizontale

- 2) - pour une bonne fiabilité de pluviomètre la hauteur est 1.5m  
 3)- l'action de l'air variable avec sa vitesse et la situation plus ou moins exposée du pluviomètre qui la principe cause d'erreur dans la mesure des précipitations.

Exemple de ces pluviomètres :

--pluviomètre de « Werther bureau »

--pluviomètre « association » (Merz, R., Bölsche, G., 2005.)

#### I.4.2 Pluviomètre enregistreur :

Dans de nombreuses études hydrologiques (prévision d'un débit de crue par exemple), il est indispensable de connaître non seulement la hauteur totale de précipitation afférente à une période.

Calendaire assez longue (ajourner par exemple), mais aussi l'intensité (ou le débit) de ces précipitations exprimées en mm par heure ou par minute, à chaque instant au cours d'une averse. On utilise à cet effet des pluviomètres enregistreurs, dont le style trace sur un diagramme la courbe des hauteurs de précipitations cumulées en fonction du temps (ou un graphique permettant de calculer celle-ci facilement).

#### I.4.3 Les types des pluviomètres enregistreurs :

- 1)- pluviographe à augets basculeurs. 2)- pluviographe à siphon.  
 3)- pluviomètre R208 à augets basculeurs. 4)- pluviomètre totalisateur.

#### I.5 Moyen de mesure de la précipitation :

Le pluviomètre est un instrument de mesure qui sert à trouver la quantité de pluie tombée sur une région. Tout récipient à parois verticales peut servir comme appareil de mesures des précipitations. . (Ahmed, S. 2002)

La hauteur des précipitations qui atteint le sol pendant une période donnée est définie comme l'épaisseur (lame d'eau) que celles-ci couvriraient sur un plan (surface) horizontal, s'il n'y avait pas de perte par écoulement, infiltration et évaporation, et si les précipitations solides fondaient sur place, c'est-à-dire que toutes les précipitations reçues par celle-ci s'y trouvaient immobilisées. (Bennani, M .2016).

Si durant un certain intervalle de temps  $t$ , l'on récupéré un volume  $V$  à travers la surface réceptrice  $S$ , la hauteur de la pluie  $H$  tombée est donnée par la formule suivante<sup>2</sup> :

$$H(\text{mm})=V/S$$

Dans le Système International d'Unités, la hauteur des précipitations est exprimée en Millimètres (mm). Quand 1 millimètre est dans le pluviomètre cela équivaut à un litre d'eau au mètre carré. (Bennani, M .2016).

Il existe plusieurs sortes de pluviomètres, qui sont :

-Les pluviomètres manuels (Figure 1) qui permettent de mesurer la hauteur de précipitation

Il existe plusieurs sortes de pluviomètres, qui sont :

Les pluviomètres manuels (Figure 1) qui permettent de mesurer la hauteur de précipitation globale pendant un temps plus ou moins long. Ils sont relevés en général une à deux fois par jour. Si l'appareil est relevé moins fréquemment, par exemple tous les 15 jours, tous les mois, voire une à deux fois an, on dit alors que l'on observe un pluviomètre totalisateur (sont



généralement fabriqué par les services techniques des services hydrologiques nationaux).

(Bennani, Mohammed. 2016.)

**Figure 1 : Pluviomètres manuel**

Les pluviomètres optiques (Figure 2) Ils utilisent un faisceau laser transmis à un capteur. Lorsque les gouttes traversent le faisceau, elles projettent une ombre sur le capteur, qui mesure le taux de précipitation. « C'est une sorte de compteur de gouttes » (Ahmed, S .2002.)



**Figure 2 : Les pluviomètres optiques**

Les pluviographes enregistreurs (Figure.3) qui permettent d'étudier l'intensité des pluies sur différents intervalles de temps, en général de la minute à plusieurs heures, mais aussi de déterminer les pluies journalières ou les cumuls sur des pas de temps supérieurs. (Bennani, M. 2016.)



**Figure 3 : Pluviographe enregistreurs**

- Les pluviomètres à auget basculeur (Figure 4) Le collecteur dirige la pluie vers une sorte de Petite balançoire tape-cul formée de deux réceptacles métalliques, ou augets, de petite taille de part et d'autre d'un axe horizontal. L'eau s'accumule dans celui à l'horizontale qui bascule quand il a atteint poids nécessaire, et se décharge de son eau par gravité. La quantité de précipitations est mesurée par le nombre de basculements effectués par les augets, détecté par un système mécanique ou optique. (Ahmed, S .2002)



**Figure 4 : Les pluviomètres à auget basculeur**

- Un radar météorologique (Figure.5) est un type de radar utilisé en météorologie pour repérer les précipitations, calculer leur déplacement et déterminer leur type (pluie, neige, grêle, etc.). La structure tridimensionnelle des données obtenues permet également d'inférer les mouvements des précipitations dans les nuages et ainsi de repérer ceux qui pourraient causer des dommages. Enfin, en se servant des précipitations comme traceurs, on peut en déduire la direction radiale et la vitesse des vents dans la basse atmosphère.





**Figure 5 : radar météorologique**

### **I.6 Les causes de ce manque de données**

Il y'a beaucoup de facteurs qui conduisent à des trous dans les données : Les erreurs accidentelles et aléatoires dues à :

La collecte au cours de l'observation : Pertes d'eau.

Absence de l'observateur non signalée. D'égusement de la données ou d'décalage de jour.

L'inscription sur les originaux et copie :

Oublies de virgules, mauvaises interprétations des chiffres.

La transmission et saisie de données.

Le calcul des cumuls, moyennes,

.. Les erreurs systématiques :

D'déplacement du site d'observation au cours du temps.

Modification de l'environnement immédiat du poste de mesure : Déboisement,boisement, urbanisation, construction d'un barrage, ...

La non-conformité du matériel de mesure (d'défaut d'appareillage non Remarqué)

### **1.7 Caractéristiques climatiques**

L'atmosphère terrestre est en évolution perpétuelle, mais les grandes lignes des mouvements de l'air, de l'état de la température et d'autres phénomènes météorologiques peuvent être représentées par des structures permanentes dont la connaissance est essentielle à la

compréhension des principes hydrométéorologiques.

### **I.7.1 Les radiations solaires**

Les radiations solaires ont une influence dominante sur toute la phase du cycle hydrologique. Elles sont la roue motrice des processus d'évaporation, de transpiration, de précipitation, etc. Et de toute vie végétale et animale. Cependant, seulement une partie des radiations solaires dirigées vers l'atmosphère atteint la surface terrestre.

### **I.7.2 La température de l'air**

Le réchauffement de la terre tout au long de la journée et son refroidissement pendant la nuit perturbent le gradient d'équilibre observé à midi. Le gradient thermique affecte directement la stabilité atmosphérique.

### **I.7.3 L'humidité de l'air**

L'humidité est un terme générique qui décrit la teneur en eau d'une substance.

En hydrologie, plusieurs quantités peuvent être utilisées pour quantifier la teneur en eau de l'air.

### **I.7.4 Les vents**

Les vents sont créés en générale par des gradients de pression ou des gradients thermique. En météorologie le vent est le mouvement horizontal de l'air, les déplacements verticaux s'appellent des courants. Les vents qui préoccupent l'hydrologue sont ceux de la troposphère, à des altitudes de moins de 3000m.

### **I.7.5 L'humidité relative de l'air**

L'humidité relative est élevée durant toute l'année et varie peu. Cette humidité est due d'une part, aux fortes évaporations des eaux des zones humides de la région.

**I.8- CONCLUSION**

Dans ce chapitre, une brève définition et une étude des méthodes de mesures des précipitations, de pluviomètre direct au produit des précipitations à partir des stations des mesures. Nous avons aussi donné un aperçu sur le rôle de mesure des précipitations à partir des stations des mesures ainsi que ses instruments de mesures.

Dans le chapitre suivant, on donne une présentation sur la zone d'étude, les différentes stations pluviométriques dont les données ont été recueillies à partir de l'organisme ANRH.

## **Chapitre II :**

Aperçu générale sur la  
région d'étude

## II. 1 Situation géographique de la wilaya d'El-Bayadh

Géographiquement, la Wilaya est comprise entre les parallèles 30° 42'et 34° 28'de l'altitude Nord et entre les méridiens de longitude 0° 24' à l'Ouest fuseau 30 et 2°16' à l'Est fuseau 31.

Elle est issue de la récente réorganisation territoriale de la région Hauts Plateaux Ouest du pays entrepris en 1984.

Conformément à la loi n° 09/1984 du 04 Février 1984 relative l'organisation territoriale des wilayas, elle est limitée :

Au Nord	Saida et Tiaret
A l'Est et Sud Est	Laghouat - Ghardaïa et Adrar
A l'Ouest et Sud-Ouest	Sidi Bel abbés - Naama et Bechar

✓ **Superficie :**

La wilaya s'étend sur une superficie de 463,50 km<sup>2</sup>



**Figure 6 : Situation géographique de la wilaya d'El-Bayadh**

## II 1. 2. Situation démographique

La population totale de la wilaya est de 91 632 habitants (2008), soit une densité de 198 habitants par Km<sup>2</sup>.

## II 1. 3. Le relief

### Le relief de la Wilaya est constitué en grande partie :

- Montagnes **6.111 km<sup>2</sup>**
- Collines et piémonts **10.422 km<sup>2</sup>**
- Plaines **47.254**
- Autres **7.910 km<sup>2</sup>**



**Figure 7 : Wilaya d'El-Bayadh**

### II.1.4 Climat

Sur le plan climatologique, la Wilaya est caractérisée par deux périodes Principales qui expriment le contraste important durant l'année à savoir :

- Un Hiver rigoureux avec de fréquentes chutes de neige.
- Un Eté chaud et très sec.

Ce qui favorise l'apparition des plantes résistantes à la sécheresse.

La situation dont découle des écarts thermiques brusques et importants :

Pluviométrie : est très irrégulière et varie de **200 à 300 mm** durant l'année on peut assister à plusieurs mois de sècheresse ou d'années de suite.

Température : laisse apparaître des changements temporels (un hiver froid de température moyenne de **6° C** et un été chaud de **36° C**).



**Figure 8: L'Hiver à El-Bayad**

### II.1.5 Forêt

Fortement liée au sol et climat, la végétation dans la Wilaya présente des caractéristiques similaires à celles du milieu physique. La végétation prédominante est celle de la steppe, les forêts composées essentiellement de maquis et garrigues n'est présente que sur les sommets des montagnes de l'Atlas Saharien.

La végétation steppique, qui est l'élément fondamental de la pratique que par l'élevage et du pastoralisme, apparaît d'inégale valeur tant par sa composition que par sa densité :

- Dans les zones des Hautes Plaines : Les parcours sont de qualités inégales, très souvent dégradés. Cette zone reçoit les **200 mm** à **300 mm** de précipitations par an.
- Dans l'Atlas Saharien : Les parcours sont variés et sont compris entre les isohyètes de 300 m et 400 m, il s'agit des zones steppiques les plus favorisées.
- Dans les zones du piémont Sud Atlasique et Prés Saharienne : Les pâturages sont très pauvres et de densité végétale faible, ici aucune culture rentable n'est possiblement dehors des Oasis.



**Figure 9 :** la végétation dans la Wilaya – El-Bayadh



**Figure 10 :** Château d'eau Oulad Yahia – El-Bayadh



## II.2 Situation géographique de la wilaya de Djelfa

La wilaya de Djelfa occupe une place stratégique dans la relation entre le Nord et le Sud. Située à 300 Km au Sud de la capitale, elle couvre une superficie de 32.256,35 Km<sup>2</sup>, issue du découpage administratif de 1974.

Elle est située dans la partie centrale de l'Algérie du Nord au-delà des piémonts Sud de l'Atlas Tellien en venant du Nord, dont le chef-lieu de la wilaya est à 300 Km de la capitale (Alger), elle est comprise entre 2° et 5° de longitude Est et entre 33° et 35° de latitude Nord, elle est limitée par les wilayas de :

- Au Nord : Media et Tissemsilt
- Au Sud : Ouargla et Ghardaïa
- A l'Est : M'Sila et Biskra
- A l'Ouest : Laghouat et Tiaret

✓ **Superficie :**

La wilaya s'étend sur une superficie de 542,2 km<sup>2</sup>



**Figure 11 : Situation géographique de la wilaya de Djelfa**

### II.2.1 Situation démographique

La population totale de la wilaya est de 1 491 370 habitants (2011), soit une densité de 46 habitants par Km<sup>2</sup>.

### II.2.2 Le relief

Assurant la transition entre le Nord et le Sud de l'Algérie, la Wilaya de Djelfa se caractérise par 4 zones inhomogènes qui succèdent au piémont de l'Atlas tellien. La plaine de Ain Oussera, zone plane de 500 000 ha, dont l'altitude va de 650 à 850 m précède la dépression des chotts, Zaher Gharbi et Zaher Chergui. Puis la chaîne montagneuse des Oulad

Naïl orientée Sud-Ouest - Nord-Est dont les principaux monts sont les djebel Senalba, djebel Zerga et djebel Azreg, avec des plaines dont les plus importantes sont celles de Maâlba et Ain Mouilah. Enfin au Sud le plateau désertique appelé aussi "plateau saharien" qui plonge dans la dépression formée par l'oued Djeddi considéré comme la limite naturelle du Sahara.

Le point culminant du département est situé à l'Est de Benyagoub dans la daïra

De Charef avec une altitude de 1 613 m et le plus bas 150 m à l'extrême Sud de la wilaya.



**Figure 12 : Wilaya de Djelfa**

**II.2.3 Climat**

Le climat joue un rôle déterminant dans la répartition des formations végétales. Dans le cadre de notre étude, nous accordons plus d'importance à l'étude des paramètres climatiques : pluviosité et température ; qui sont à la fois les données les plus disponibles et les facteurs les plus influents sur la végétation.

Le climat de la wilaya de Djelfa est de type méditerranéen contrasté, avec une longue saison estivale sèche et chaude et une saison hivernale pluvieuse et froide.

Les précipitations sont faibles et variables d'une année à l'autre du point de vue quantité et répartition.



**Figure 13 : climats de wilaya Djelfa**

**II.2.4 Forêt**

La wilaya de Djelfa est située au sein de la zone steppique dont les parcours s'étendent sur une superficie de 2.111.979 Ha soit 65,43% du territoire de la wilaya, et les principaux groupements forestiers couvrent 208940 Ha.

Etant donné l'importance de la diversité physionomique, nous détaillons ci-après les différents types des végétaux et groupements végétaux qui s'y trouvent, en relation avec les différentes zones physiques.

**Les groupements végétaux de la wilaya :****II.2.4.1 Les formations forestières**

Les formations forestières de la wilaya de Djelfa sont situées sur l'ensemble des monts des Ouleds Naïl. Les principaux groupements couvrent 208,940 Ha à des altitudes qui varient entre 1000 m et 1400 m et sont ceux des Djebels Senalba, Djebel Gharbi et Chergui, Sahari, Guebli, Sfoi, Guedid, Boukhil, Zergua. Sur le plan physionomique, on distingue trois types de groupements qui se rattachent aux forêts, aux matorrals et aux steppes arborées.

- **Les forêts :** L'Atlas saharien de la wilaya de Djelfa comporte des peuplements à Pin d'Alep (*Pinus halepensis*), de chêne vert (*Quercus ilex*) et de genévrier (*Juniperus oxycedrus* et *Juniperus phoenicea*).
- **Les matorrals et steppes arborées :** Les matorrals sont des faciès de dégradation de la forêt à pin d'Alep et chêne vert, ils se situent sur le bas des versants et les hauts des glacis où la hauteur des arbres ne dépasse pas les 7 m.

Les matorrals les mieux représentatifs sont ceux à *Pinus halepensis*, *Quercus ilex*, *Juniperus oxycedrus*, *Juniperus phoenicea*, *Phillyrea angustifolia* et *Stipa tenacissima* en sous-bois.

Les matorrals hauts, de 4 à 7 m, occupent 29.000 Ha et sont éparpillés sur les Djebels cités précédemment.

Les matorrals bas, de 2 à 4 m, résultent d'une déforestation plus accentuée, se localisent dans des conditions de milieux plus difficiles (hauts de versants et sommets), ces matorrals présentent deux faciès, l'un à *Pistacia terebinthus* au Nord de Senalba Gharbi et l'autre à *Juniperus oxycedrus* aux sommets des djebels. Les matorrals bas occupent une surface plus importante que les premiers, d'environ 39.000 Ha.



**Figure 14 : Forêt de Sen alba**

### II.3 Situation géographique de la wilaya de Naama

La wilaya de Naama est issue de découpage administratif institué par la loi 84-09 du Avril 1984. Elle se situe entre l'Atlas tellien et l'Atlas saharien, la wilaya fait partie de la région des hauts plateaux Ouest, telle que définie par le Schéma National d'Aménagement du Territoire (SNAT). Elle se trouve intégralement incluse dans le périmètre du programme impliqué par l'option "HAUTS PLATEAUX". (ANDI, 2017) Agence Nationale De Développement de l'Investissement.

- Elle est limitée par les wilayas de : Naama wilaya frontalière avec le royaume du Maroc :
  - Au Nord par les wilayas de Tlemcen et Sidi-Bel-Abbès,
  - A l'Est par la wilaya d'El-Bayad,
  - A l'Ouest par la frontière Algéro-marocaine
  - Au Sud par la wilaya de Béchar,

✓ **Superficie :**

La wilaya s'étend sur une superficie de 29.514,14 km<sup>2</sup>. (ANDI, 2017) Agence Nationale De Développement de l'Investissement.



**Figure 15 : Situation géographique de la wilaya de Naama**

### II. 3.1 Situation démographique

La population totale de la wilaya est de 281 168 habitants (2018), soit une densité de 9,43 habitants par Km<sup>2</sup>.

### II. 3.2 Le relief

Le territoire de la wilaya de Naama se caractérise par trois (3) grands espaces géographiques :

Une zone Nord steppique plane représentant 74% de la superficie totale de la wilaya, soit 21840 Km<sup>2</sup>.

Le territoire de la wilaya de Naama se caractérise par trois (3) grands espaces géographiques :

Une zone Nord steppique plane représentant 74% de la superficie totale de la wilaya, soit 21840 Km<sup>2</sup>.

Une zone montagneuse occupant 12% du territoire de la wilaya, soit 3542 Km<sup>2</sup>, et faisant partie de l'Atlas saharien ;

Une zone Sud présaharienne qui s'étend sur les 14% restants de la wilaya, soit 4132 Km<sup>2</sup>



**Figure 16: Trois (3) grands espaces géographiques**

### II.3.3 Climat

C'est l'ensemble des paramètres météorologiques (température, humidité, vent, ensoleillement, précipitations) qui caractérisent l'état moyen de l'atmosphère en un lieu donné. Au sens étroit d'usage, le climat désigne généralement le "temps moyen" ; il s'agit plus précisément d'une description statistique en fonction de la moyenne et de la variabilité de grandeurs pertinentes sur des périodes allant de quelques mois à des milliers, voire à des millions d'années (la période classique, définie par l'Organisation météorologique mondiale, est de 30 ans).

Ces grandeurs sont le plus souvent des variables de surface telles que la température, les précipitations et le vent. Dans un sens plus large, le climat est la description statistique. (LUBES-NIEL H et al, 1998).

D'une manière générale, l'année climatique de la wilaya est divisée en deux grandes saisons ; une saison froide et relativement humide et une saison chaude et sèche.

### **II.3.4 Forêt :**

Les écosystèmes steppiques ont une vocation essentiellement pastorale. Ils connaissent aujourd'hui une forte tendance à la dégradation qui se traduit par la réduction du potentiel Biologique et la rupture des équilibres écologiques et socioéconomiques. Pour contribuer à la Compréhension du fonctionnement de ces écosystèmes, des travaux ont été entrepris au niveau De l'interface steppe – Sahara dans la région sud-ouest algérienne (MCKEE TB, et al 1993).



**Figure 17: forêt de wilaya Naama**

# **Chapitre III :**

## **Analyse des données pluviométriques**



### III-1. Introduction

L'analyse des données climatiques consiste à réaliser une analyse statistique des données, de façon à faire apparaître de quantifier la variabilité spatiotemporelle du climat.

Cette variabilité peut être étudiée sur la base de l'analyse de longues séries chronologiques, continues et homogènes, de variables climatiques ou agro climatiques sur une période de 22ans, la référence actuelle étant la période 2000-2021 selon les quatre stations climatologiques de notre région.

### III.2. Etude des précipitations

#### III.2.1. Collecte des données

La collecte des valeurs mensuelles des précipitations à été effectuée auprès de ONM (office nationale météorologique). Ces valeurs représentent des totaux mensuels relevées à partir des documents originaux des stations de notre d'étude.

#### III.2.2. Choix de la période d'étude

Pour notre travail, nous avons choisi la période disponible selon les stations météorologiques.

**Tableau 01** : Présentation des stations pluviométriques

Station	Coordonnées géographiques	Année d'étude
El Bayad	33.67° N 1,00° E	2000 – 2021
Djelfa	34.68°N 3.25°E	2000 – 2021
Ain Sefra	32.77°N 0.60°E	2000 -2021
Naama	33.27°N 0.30°E	2000 – 2021

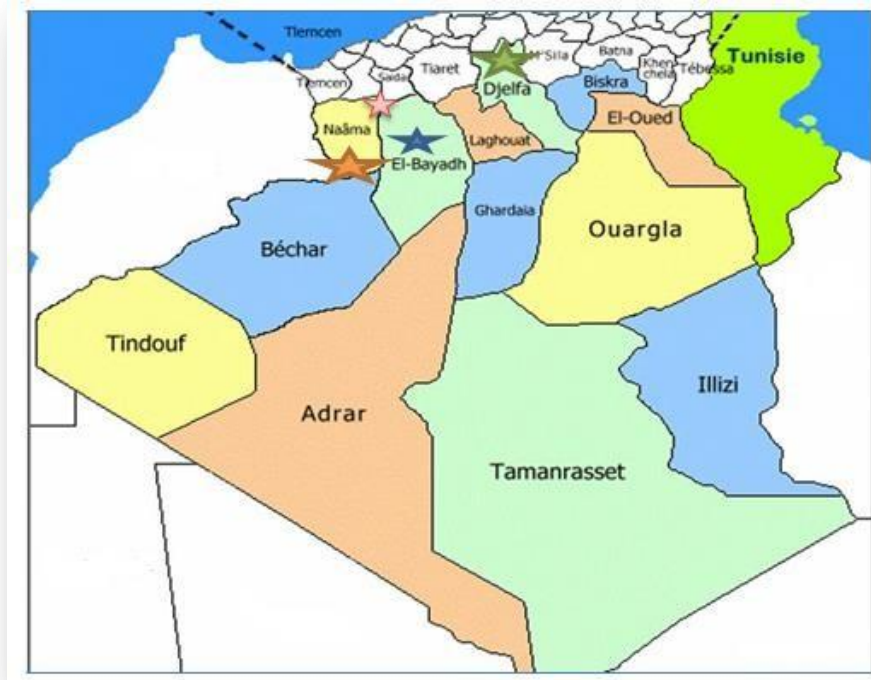


Figure 18 : Localisation des zones d'étude

### III.3. Contrôle de l'homogénéité des données

Toute étude climatique ou hydrologique est basée sur l'exploitation de séries de données recueillies pendant des périodes plus ou moins longues, continues ou discontinues.

Les méthodes statistiques d'analyse de ces séries, exigent une homogénéité de leurs composantes, il est donc nécessaire, avant toute utilisation des variables pluviométriques, de contrôler leurs qualités par l'emploi d'outils statistiques et graphiques, afin de réduire les erreurs systématiques qui pourraient les affecter. (Habbouchi. R ; 2018).

#### III.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 :

$N_1$  et  $N_2$  sont respectivement les tailles de ces échantillons, avec  $N = N_1 + N_2$  et  $N_1 \leq N_2$

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, la quantité  $W_x$  est comprise entre deux bornes  $W_{\max}$  et  $W_{\min}$  données par les formules suivantes :

$$W_{\min} = \frac{(N_1 + N_2 + 1)N_1 - 1}{2} - Z_{1-\alpha/2} \sqrt{\frac{1}{12} N_1 N_2 (N_1 + N_2 + 1)}$$

$$W_{\max} = (N_1 + N_2 + 1)N_1 - W_{\min}$$

$Z_{1-\alpha/2}$  : Représente la valeur de la variable centrée réduite de la loi normale correspondant à  $Z_{1-\alpha/2}$  (Au seuil de confiance de 95%, nous avons  $Z_{1-\alpha/2} = 1.96$ )

Nous allons utiliser le test de Wilcoxon pour vérifier l'homogénéité des données pluviométriques des quatre stations au niveau de signification de 5%.

**III.3.1.1. Application de la méthode de Wilcoxon sur la Station de El-Bayadh**

**Tableau .02**

X	Y	Rang	(X)U(Y)	Origine	Rang	(X)U(Y)	Origine
217,9	299	1	135,9	Y	13	259	X
147,8	493	2	147,8	X	14	282	X
223,12	255,77	3	167,12	X	15	299	Y
259	251,37	4	172,16	Y	16	302	Y
247	302	5	187,2	Y	17	314	X
282	246,67	6	214,4	Y	18	329,1	Y
355,99	329,1	7	217,9	X	19	355,99	X
167,12	172,16	8	223,12	X	20	441,93	X
441,93	518,6	9	246,67	Y	21	493	Y
314	214,4	10	247	X	22	518,6	Y
	187,2	11	251,37	Y			
	135,9	12	255,77	Y			

**On a :**  $N_1=10$

$N_2=12$   $W_{min} = 84,77$

$W_{max}=191,22$

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

$W_x=113$

**C'est-à-dire  $84,77 < 113 < 191,22$**

✓ L'inégalité est donc vérifiée, la série est homogène.

**III.3.1.2. Application de la méthode de Wilcoxon sur la Station de Djelfa**

**Tableau 0 3 :**

X	Y	Rang	(X)U(Y)	Origine	Rang	(X)U(Y)	Origine
192,6	302	1	188,9	Y	13	316	Y
452,7	316	2	190,5	Y	14	316,7	Y
205	316,7	3	192,6	X	15	319,94	Y
321,88	263,41	4	196	Y	16	321,88	X
478,88	319,94	5	205	X	17	321,94	Y
256,98	321,94	6	254,4	Y	18	335,88	X
335,88	190,5	7	256,98	X	19	404,98	X
296	293,69	8	263,41	Y	20	47,3	Y
300,11	447,3	9	293,69	Y	21	452,7	X
404,98	196	10	296	X	22	478,88	X
	188,9	11	300,11	X			
	254,4	12	302	Y			

**On a :**  $N_1=10$

$N_2=12$   $W_{min} = 84,77$

$W_{max}=145,22$

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

$W_x=132$

**C'est-à-dire  $84,77 < 132 < 145,22$**

✓ L'inégalité est donc vérifiée, la série est homogène.

## III.3.1.3 Application de la méthode de Wilcoxon sur la Station d'Ain sefra

Tableau 04 :

X	Y	Rang	(x)U(y)	origine	rang	(x)U(y)	origine
175,95	285	1	126,26	X	13	216,18	y
126,26	309	2	138	Y	14	221,42	y
154,86	216,18	3	143	y	15	229,09	X
167	157,32	4	154,86	x	16	240,61	x
185,21	215	5	157,32	y	17	241,4	y
229,09	165,52	6	165,52	y	18	285	y
288,97	221,42	7	167	X	19	288,97	X
175,29	143	8	175,29	X	20	309	Y
403,26	380,05	9	175,95	x	21	380,05	Y
240,61	241,4	10	180,8	Y	22	403,26	x
	180,8	11	185,21	x			
	138	12	215	Y			

On a :  $N_1 = 10$  $N_2 = 12$   $W_{\min} = 84,77$  $W_{\max} = 145,22$ on vérifie l'inégalité :  $W_{\min} < W_x < W_{\max}$  $W_x = 113$ C'est-à-dire  $84,77 < 113 < 145,22$ 

✓ L'inégalité est donc vérifiée, la série est homogène.

**III.3.1.4. Application de la méthode de Wilcoxon sur la Station de Naama**

**Tableau .05 :**

X	Y	Rang	(x)U(y)	Origine	rang	(x)U(y)	origine
175,95	285	1	126,26	X	13	216,18	y
126,26	309	2	138	Y	14	221,42	y
154,86	216,18	3	143	Y	15	229,09	X
167	157,32	4	154,86	X	16	240,61	x
185,21	215	5	157,32	Y	17	241,4	y
229,09	165,52	6	165,52	Y	18	285	y
288,97	221,42	7	167	X	19	288,97	X
175,29	143	8	175,29	X	20	309	Y
403,26	380,05	9	175,95	X	21	380,05	Y
240,61	241,4	10	180,8	Y	22	403,26	x
	180,8	11	185,21	X			
	138	12	215	Y			

**On a :**  $N_1=10$

$N_2=12$   $W_{min} = 84,77$

$W_{max}=145,22$

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

$W_x=113$

**C'est-à-dire  $84,77 < 113 < 145,22$**

✓ L'inégalité est donc vérifiée, la série est homogène.



III.3.2. Ajustement par la loi Normale

Les données recueillies peuvent subir plusieurs traitements statistiques afin de contrôler la fiabilité et la précision de cette dernière. Parmi ses traitements on peut citer l'étude de l'homogénéité des données grâce à la méthode de double masse et la régression linéaire entre autres.

Cette approche nécessite des stations de référence limitrophes à nos stations d'étude. Le manque de ces dernières nous amène à écarter cet aspect et essayer de traiter des séries de données en employant une méthode d'ajustement, celle de la loi Normale qui a elle seule peut résumer la fiabilité de chaque série.

III.3.2.1. Théorie de l'ajustement à la loi Normale

La loi Normale (la courbe **en cloche** symétrique autour de la moyenne) est une fonction théorique couramment utilisée en statistique comme une approximation des distributions d'échantillonnage, en général, la loi Normale offre un bon modèle pour une variable aléatoire **(Dagnelie. P ; (1970).**

1. Il existe une tendance forte pour la variable à prendre une valeur centrale.
  2. La fréquence des écarts diminue rapidement avec l'accroissement des écarts.
  3. Les écarts positifs et négatifs par rapport à cette valeur centrale sont de probabilité égale.
- ❖ La fonction de la loi Normale est déterminée par la formule suivante :

$$F(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-a}^x t^{-1/2}$$

- ❖ Ou U est la variable réduite de GAUSS

$$U = \frac{x - \bar{x}}{\delta x}$$

$$\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n X_i$$

$$\delta x = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{x})^2}{N}}$$

Avec :

x : variable aléatoire

$\bar{x}$  : la moyenne de la variable aléatoire

$\delta x$  : Ecart type de la variable aléatoire

## a) Station de El-Bayadh

Tableau 06 :

Valeur observée	Effectif n	Effectif cumulé	Fréquence
			$F_i = n / N+1(\%)$
135,9	1	1	4,35
147,8	1	2	8,70
167,12	1	3	13,04
172,16	1	4	17,39
187,2	1	5	21,74
214,4	1	6	26,09
217,9	1	7	30,43
223,12	1	8	34,78
246,67	1	9	39,13
247	1	10	43,48
251,37	1	11	47,83
255,77	1	12	52,17
259	1	13	56,52
282	1	14	60,87
299	1	15	65,22
302	1	16	69,57
314	1	17	73,91
329,1	1	18	78,26
355,99	1	19	82,61
441,93	1	20	86,96
493	1	21	91,30
518,6	1	22	95,65
		23	100,00

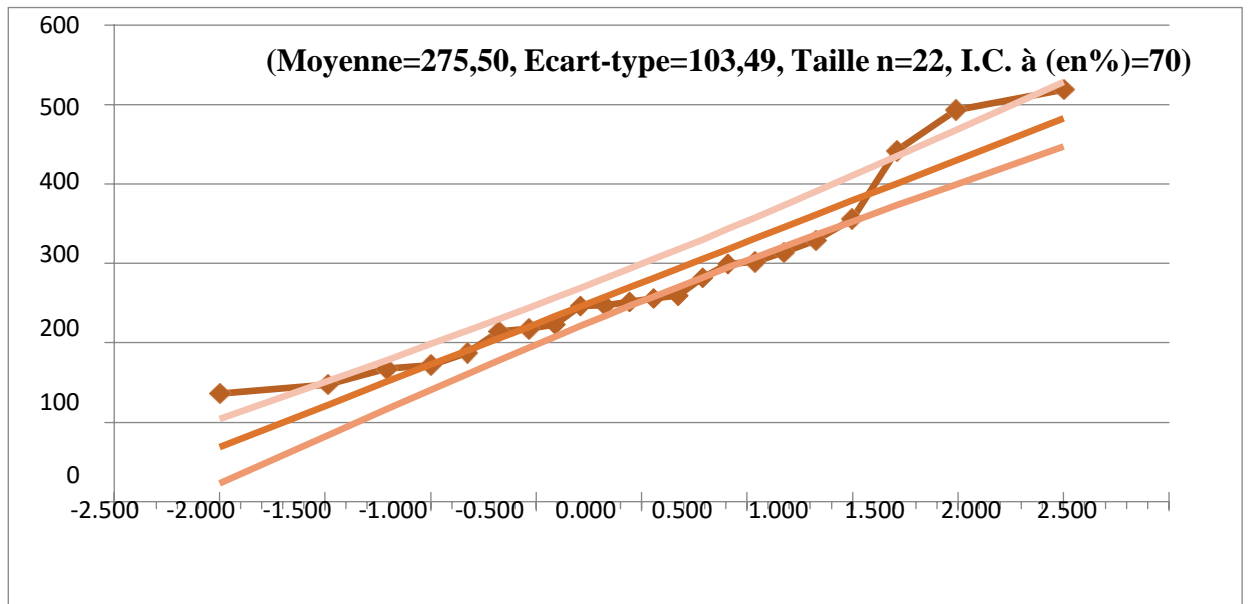


Figure 19 : Tracé de la loi Normal de la Station d’El-Bayadh

## B) Station de Djelfa

Tableau 07 :

Valeur observée	effectif n	effectif cumulé	Fréquence
			$F_i = n / N+1(\%)$
188,9	1	1	4,35
190,5	1	2	8,70
192,6	1	3	13,04
196	1	4	17,39
205	1	5	21,74
254,4	1	6	26,09
256,98	1	7	30,43
263,41	1	8	34,78
293,69	1	9	39,13
296	1	10	43,48
300,11	1	11	47,83
302	1	12	52,17
316	1	13	56,52
316,7	1	14	60,87
319,94	1	15	65,22
321,88	1	16	69,57
321,94	1	17	73,91
335,88	1	18	78,26
404,98	1	19	82,61
447,3	1	20	86,96
452,7	1	21	91,30
478,88	1	22	95,65
		23	100,00

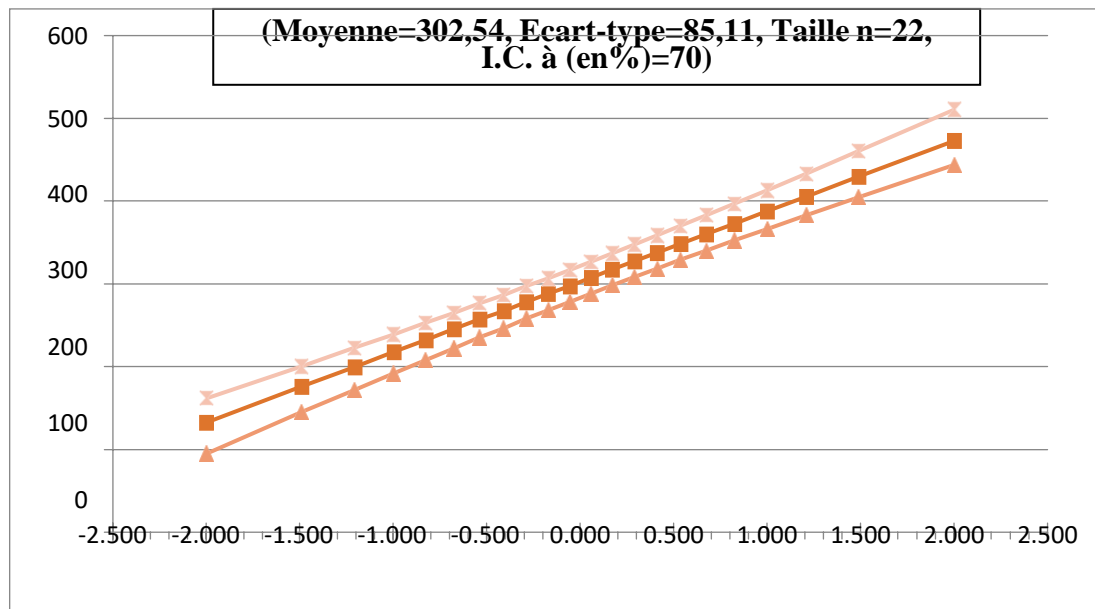


Figure 20: Tracé de la loi Normale de la Station de Djelfa

c) Station d'Ain sefra :

Tableau 08 :

Valeur observée	Effectif n	Effectif cumulé	Fréquence
			$F_i = n / N+1(\%)$
85,7	1	1	4,35
93,3	1	2	8,70
101,35	1	3	13,04
105,9	1	4	17,39
134,24	1	5	21,74
139,86	1	6	26,09
144,37	1	7	30,43
172,09	1	8	34,78
172,71	1	9	39,13
177,64	1	10	43,48
195,18	1	11	47,83
203,75	1	12	52,17
213	1	13	56,52
223,43	1	14	60,87
231	1	15	65,22
231,64	1	16	69,57
239,1	1	17	73,91
240,96	1	18	78,26
244,45	1	19	82,61
298,64	1	20	86,96
312,89	1	21	91,30
436	1	22	95,65
		23	100,00

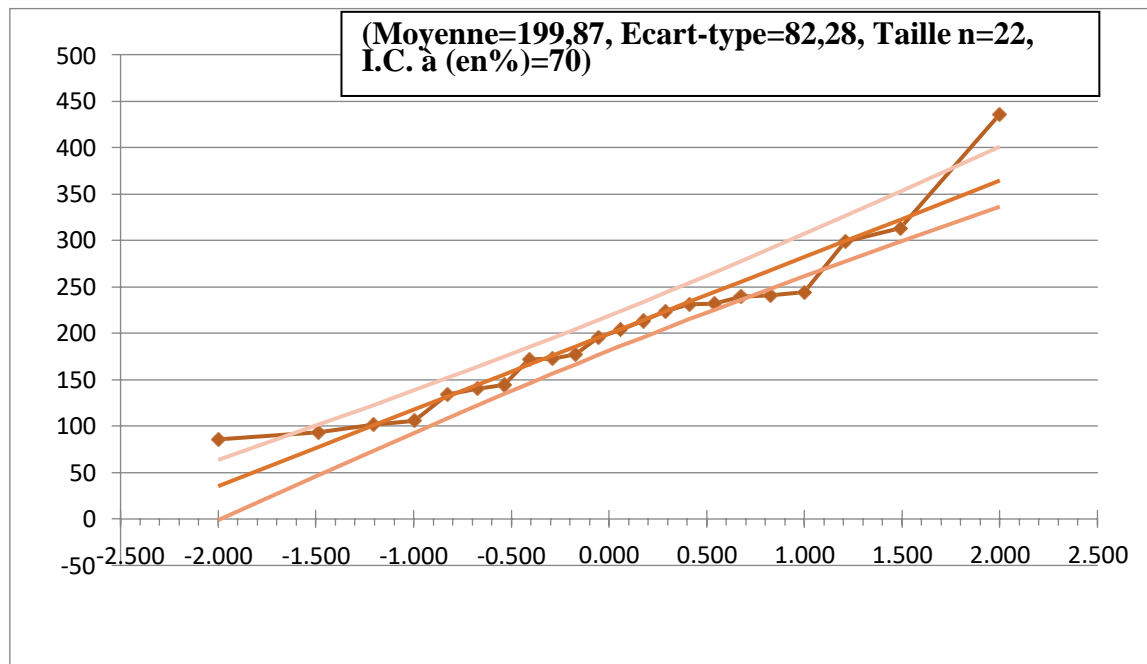


Figure 21: Tracé de la loi Normale de la Station d'Ain sefra

## d) Station de Naama

Tableau 09 :

Valeur observée	Effectif n	Effectif cumulé	Fréquence
			$F_i = n / N+1(\%)$
126,26	1	1	4,35
138	1	2	8,70
143	1	3	13,04
154,86	1	4	17,39
157,32	1	5	21,74
165,52	1	6	26,09
167	1	7	30,43
175,29	1	8	34,78
175,95	1	9	39,13
180,8	1	10	43,48
185,21	1	11	47,83
215	1	12	52,17
216,18	1	13	56,52
221,42	1	14	60,87
229,09	1	15	65,22
240,61	1	16	69,57
241,4	1	17	73,91
285	1	18	78,26
288,97	1	19	82,61
309	1	20	86,96
380,05	1	21	91,30
403,26	1	22	95,65
		23	100,00



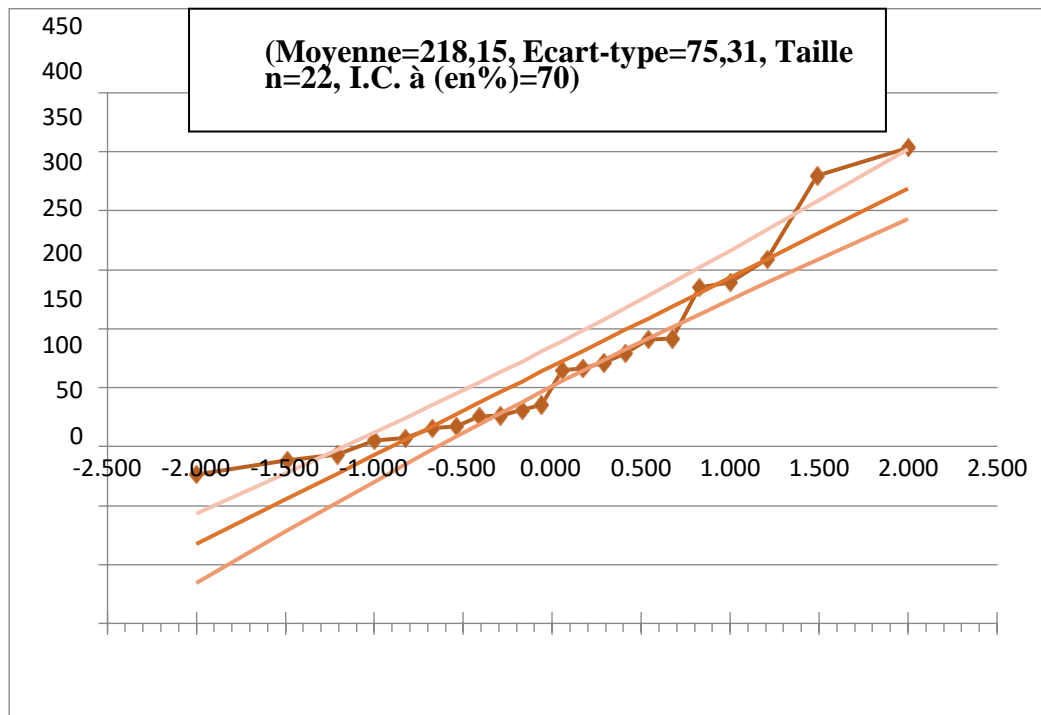


Figure 22 : Tracé de la loi Normale de la Station de Naama

**III.3.2.2. Analyse des tracés de la loi Normale**

L'analyse des figures N°19, 20, 21 et 22 nous montre que les distributions observées dans chacune des stations forment une structure claire autour de différentes droites.

On remarque que certaines distributions s'alignent sur les droites tandis que d'autres s'écartent plus ou moins.

Afin de confirmer s'il y a lieu de normalité des différentes distributions nous les soumettrons, au test de khi deux.

**III.3.3. Test du khi deux**

Avant d'effectuer le test de Khi deux nous essayerons de déterminer tout d'abord le coefficient de variation ( $C_v$ ) qui nous indiquera si toutes les conditions sont remplies pour effectuer le test de khi deux c'est-à-dire le coefficient de variation doit être inférieur à 0,5 pour chaque station

**a). Calcul du coefficient de variation (Cv)**

C'est le rapport de l'écart type à la moyenne. Le coefficient de variation caractérise numériquement l'importance du degré de variation de la moyenne des précipitations au sein de la série et l'étalement numérique des valeurs autour de la moyenne. Plus ce nombre est élevé, plus la variance est grande et mieux nous pouvons comprendre la variabilité des précipitations et les irrégularités des pluies.

Le coefficient de variation pour les quatre stations est inférieur à 0,5, nous pouvons donc Procéder au calcul du chi -deux.

**Tableau 10** : Calcul du coefficient de variation

Station	Moyenne p	Ecart type $\delta$	Cv= $\delta / P$
El-Bayadh	275,50	103,49	0,38
Djelfa	302,53	85,11	0,28
Ain sefra	199,87	82,28	0,41
Naama	218,15	75,31	0,35

**b) Théorie du test de khi deux**

Si  $n_i$  représente le nombre d'échantillon observés et  $np_i$  le nombre d'échantillon théorique, calculé en fonction d'une certaine hypothèse de distribution, les tables de la loi des distributions du Khi deux permettant pour divers seuils d'adéquation d'obtenir la valeur du test de Khi deux à ne pas dépasser en fonction du nombre de degré de liberté l'échantillon.

$$\text{ddl} = K-1$$

Avec **ddl** : nombre de degré de liberté                      **K** : nombre de classe

C'est un test qui permet de contrôler si les écarts entre la distribution de la série de l'échantillon et la distribution de la loi théorique sont dus au simple hasard ou si l'échantillon suit une autre loi que celle retenue.

L'application du test consiste à comparer l'effectif observé ( $n_i$ ) à l'effectif théorique ( $np_i$ )

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(n_i - np_i)^2}{np_i}$$

obtenu pour chaque classe, par l'application de la loi on a alors :

Soit l'effectif théorique de classe

$$np_i = n/k$$

$$\text{ddl} = 5-1 = 4$$

Avec  $k$  : le nombre de classe

$n$  : effectif observé de class     $k=5$

Tableau 11 : Test de khi deux pour la station de El-Bayadh

Classes K	Limites des classes		Effectifs observés (ni)	Effectifs théoriques (npi)	$\frac{(ni - npi)^2}{npi}$
1	135,9	172,16	4	4,4	0,036
2	187,2	223,12	4	4,4	0,036
3	246,67	255,77	4	4,4	0,036
4	259	302	4	4,4	0,036
5	314	518,6	6	4,4	0,581
Totaux			22	22	0,725
			N	Npi	$\chi^2$

Tableau 12 : Test de khi deux pour la station de Djelfa

Classes K	Limites des classes		Effectifs observés	Effectifs théoriques	$\frac{(ni - npi)^2}{npi}$
			(ni)	(npi)	
1	188,9	196	4	4,4	0,036
2	205	263,41	4	4,4	0,036
3	293,69	302	4	4,4	0,036
4	316	321,88	4	4,4	0,036
5	321,94	478,88	6	4,4	0,581
Totaux			<b>22</b>	<b>22</b>	<b>0,725</b>
			<b>N</b>	<b>Npi</b>	<b><math>\chi^2</math></b>

**Tableau 13 :** Test de khi deux pour la station de Ain sefra

<b>Classes K</b>	<b>Limites des classes</b>		<b>Effectifs observés (ni)</b>	<b>Effectifs théoriques (npi)</b>	$\frac{(ni - npi)^2}{npi}$
1	85,7	105,9	4	4,4	0,036
2	134,24	172,09	4	4,4	0,036
3	172,71	203,75	4	4,4	0,036
4	213	231,64	4	4,4	0,036
5	239,1	436	6	4,4	0,581
<b>Totaux</b>			<b>22</b>	<b>22</b>	<b>0,725</b>
			<b>N</b>	<b>Npi</b>	$\chi^2$

Tableau 14 : Test de khi deux pour la station de Naama

Classes K	Limites des classes		Effectifs observés (ni)	Effectifs théoriques (npi)	$\frac{(ni - npi)^2}{npi}$
1	126,26	154,86	4	4,4	0,036
2	157,32	175,29	4	4,4	0,036
3	175,95	215	4	4,4	0,036
4	216,18	240,61	4	4,4	0,036
5	241,4	403,26	6	4,4	0,581
Totaux			22	22	0,725
			N	Npi	$\chi^2$

Tableau 15 : Résultat du test de x2 des précipitations annuelles des quatre stations.

	EL BAYADH	DJELFA	AIN SEFRA	NAAMA
$\chi^2$ calculé	0.725	0.725	0.725	0.725
Ddl	4	4	4	4
$\chi^2$ tabulé	9,49			
Observation	Bon ajustement			

c). Résultat du test du Khi deux

$\alpha = 5 \%$

$\chi^2$  tabulé = 9,49 >  $\chi^2$  calculé = 0,725; donc l'adéquation à la loi normale est acceptable.



**III.3.4. Conclusion**

En analysant diverses parcelles de parcelles régulières, j'ai trouvé que la série peut être normalement distribuée. Pour confirmer cette probabilité de distribution normale, nous avons effectué un test du chi-deux. Cela montre que la rationalité est possible avec des lois normales.

Par conséquent, dans le chapitre suivant, nous calculerons plus précisément les coefficients sec-humide pour des périodes de 10, 50 et 100 ans, puis examinerons les quantités de précipitations annuelles et mensuelles pour déterminer la profondeur des précipitations pour des périodes récurrentes spécifiques. Nous essaierons de déterminer le montant plus précisément. Variation des précipitations profondes pour différentes stations dans la zone d'étude.

# **Chapitre IV : VARIABILITE**

## **DES PRECIPITATIONS**

### **ANNUELLES ET**

### **MENSUELLES**

**IV.1. Introduction**

D'une manière générale, les précipitations déterminent la variabilité ou, mieux, l'irrégularité inter-saisonnière et interannuelle de l'écoulement de surface. Elles représentent la part essentielle de l'alimentation fluviale. Par ailleurs, le climat et les variations hydro climatiques (températures, précipitations et drainage) représentent l'un des principaux facteurs de contrôle des processus de la géodynamique externe des bassins versants. **(El Mahi. A. (2002).**

Dans ce chapitre nous allons essayer d'étudier les différentes variations pouvant exister au sein des séries pluviométriques et leur évolution dans le temps.

**IV.2. Calcul des récurrences**

Les paramètres pris en compte pour une étude de la période de récurrence par la loi Normale sont : la moyenne de précipitations, l'écart type réduit et la variable réduite de GAUSS. Le calcul de la récurrence pour les périodes de dix (10) ans, cinquante (50) ans et cent (100) ans revient à déterminer le volume des précipitations susceptible d'être atteint dans les périodes considérées.

L'équation de la période de récurrence donnée est :

$$P = \bar{X} \pm \sigma \cdot U$$

**IV .2.1 Calcul du module sec**

$$P = \bar{X} - \sigma \cdot U$$

**a) Calcul du module décennal sec**

C'est la fréquence d'espacement de **0,9** à laquelle correspond **U=1,28** pour la variable réduite de GAUSS.

**b) Calcul du module de cinquante (50) ans sec**

Il correspond à une fréquence d'espacement de **0,98** à laquelle correspond **U= 2,05** pour la variable réduite de GAUSS.

## c) Calcul du module centenaire sec

C'est la fréquence d'espacement de 0,99 à la quelle correspond  $U=2,33$  pour la variable réduite de GAUSS.

## IV.2.2 Calcul du module humide

$$P = X + \sigma \cdot U$$

## a. Calcul du module décennal humide

C'est la fréquence d'espacement de **0,9** à la quelle correspond  $U= 1,28$  pour la variable réduite de GAUSS.

## b. Calcul du module cinquante (50ans) humide

C'est la fréquence d'espacement de **0,98** à la quelle correspond  $U= 2,05$  pour la variable réduite de GAUSS.

## c. Calcul de module centenaire humide

C'est la fréquence d'espacement de 0,99 à la quelle correspond  $U= 2,33$  pour la variable réduite de GAUSS.

## IV.2.3. Récurrence du module théorique le plus fort

On a :

$$T' = \frac{1}{1-F}$$

**Avec** T : période de retour de la pluie plus fort F : fréquence

## IV.2.4. Récurrence du module théorique le plus faible

On a :

$$T = \frac{1}{F}$$

Avec T : période de retour de pluie faible

## CHAPITRE IV : Variabilité des précipitations annuelles et mensuelles

**Tableau 16 :** Détermination de l'équation de base de la période de récurrence des quatre stations

Station	Moyenne p	Ecart type $\delta$	$Cv = \delta / P$	Equation
EL BAYADH	275,50	103,49	0,38	$P = 275,50 + 103,49U$
DJELFA	302,53	85,11	0,28	$P = 302,53 + 85,11U$
AIN SEFRA	199,87	82,28	0,41	$P = 199,87 + 82,28U$
NAAMA	218,15	75,31	0,35	$P = 218,15 + 75,31U$

**Tableau 17 :** Calcul des modules Humide.

Station	Equation	Module décennal	Module 50ans	Module centenaire
EL BAYADH	$P = 275,50 + 103,49U$	407,9672	487,6545	516,6317
DJELFA	$P = 302,53 + 85,11U$	411,4708	477,0055	500,8363
AIN SEFRA	$P = 199,87 + 82,28U$	305,1884	368,544	391,5824
NAAMA	$P = 218,15 + 75,31U$	314,5468	372,5355	393,6223

**Tableau 18 :** Calcul des modules Secs.

Station	Equation	Module décennal	Module 50ans	Module centenaire
EL BAYADH	$P = 275,50 - 103,49U$	143,0328	63,3455	34,3683
DJELFA	$P = 302,53 - 85,11U$	193,5892	128,0545	104,2237
AIN SEFRA	$P = 199,87 - 82,28U$	94,5516	31,196	8,1576
NAAMA	$P = 218,15 + 75,31U$	121,7532	63,7645	42,6777

## CHAPITRE IV : Variabilité des précipitations annuelles et mensuelles

---

### IV.2.5. Analyse du calcul des récurrences

Du point de vue théorique, le calcul des modules secs et humides nous a permis de constater que la station de Djelfa a les modules secs les plus élevés par rapport aux autres stations.

De la région à l'autre, on constate une augmentation progressive des modules humides de 10 à 100 ans, qui s'interrompt au niveau de la station de El-Bayadh où les pluviométries sont les plus élevées.

La hauteur des pluies concernant les modules humides est proportionnelle à la période de retour tandis que celles des modules secs inversement proportionnelle. L'analyse du nous montre que dans chaque station, la pluie la plus forte et la pluie la plus faible ont la même période de retour. Ces différentes périodes de retour se trouvent dans l'intervalle de 100 ans, ce qui vérifie la condition posée par les modules secs et humides.

**Tableau 19** : Récurrence pour les pluies les plus fortes et les plus faibles.

Station	Fréquence la plus faible	Fréquence la plus forte	Récurrence pour la plus faible (T)	Récurrence la plus forte (T')
Régions : (El-Bayadh-DJELFA- AIN SEFRA- NAAMA)	0,05	0,95	20 ans	20ans

**NB** : On a les mêmes valeurs des fréquences et des récurrences dans toutes les stations

## CHAPITRE IV : Variabilité des précipitations annuelles et mensuelles

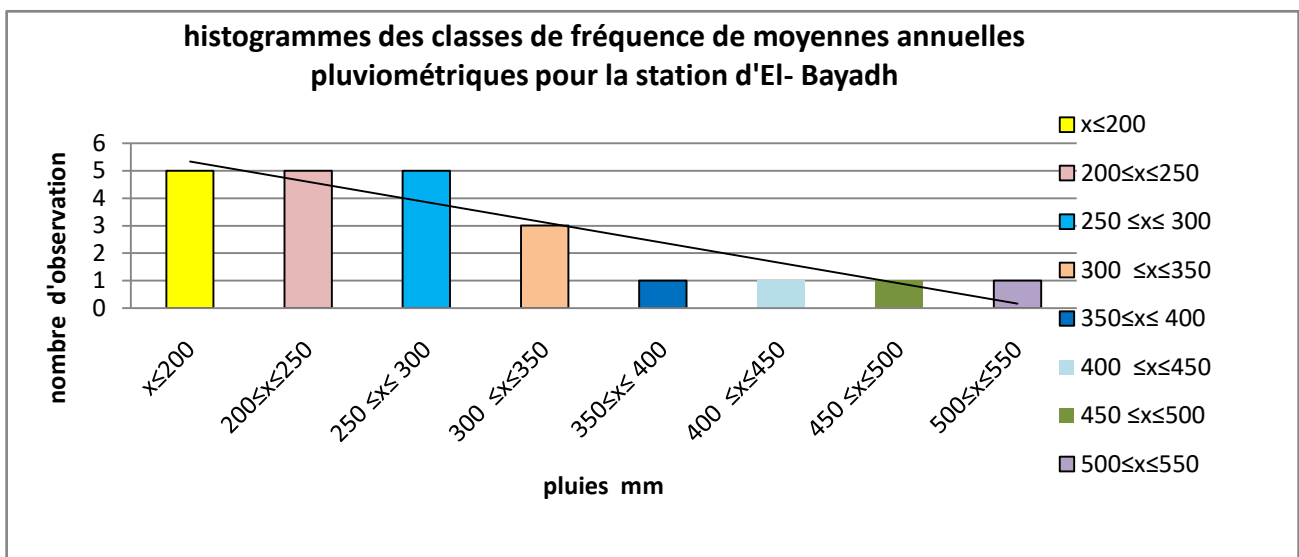
### IV.3. Les histogrammes des fréquences absolues des hauteurs annuelles des pluies.

#### a. la station El-Bayadh: (tableau N°20 et la figure N°23)

On constate que 50% des données pluviométriques de la période d'étude se situe dans l'intervalle 200-350 mm et la seconde moitié dans l'intervalle 350-500 mm et plus.

**Tableau 20 :** Tableau des classes des fréquences des moyennes annuelles pluviométriques El-Bayadh.

Catégorie	Effectif	effectif cumulé	pourcentage %	pourcentage cumulé%
$x \leq 200$	5	1	27,77	5,55
$200 \leq x \leq 250$	5	6	27,77	33,33
$250 \leq x \leq 300$	5	11	27,77	61,11
$300 \leq x \leq 350$	3	14	16,66	77,78
$350 \leq x \leq 400$	1	15	5,55	83,33
$400 \leq x \leq 450$	1	16	5,55	88,89
$450 \leq x \leq 500$	1	17	5,55	94,44
$500 \leq x \leq 550$	1	18	5,55	100



**Figure 23:** Histogramme des classes de fréquence des moyennes annuelles pluviométriques pour la station d'El-Bayadh

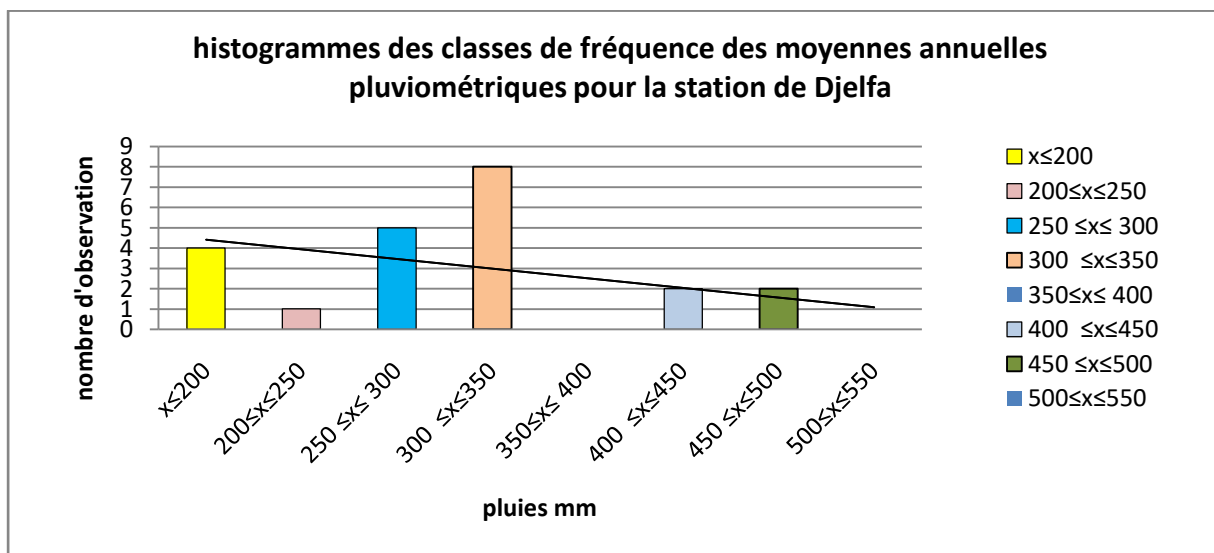
## CHAPITRE IV : Variabilité des précipitations annuelles et mensuelles

### b. La station de DJELFA

Suivant le tableau N°21 et la figure N°24, on constate que 50% des données pluviométriques de la période d'étude se situe dans l'intervalle 200-350mm, et la seconde moitié dans l'intervalle 400-550 mm et plus.

**Tableau 21** : Tableau des classes des fréquences des moyennes annuelles pluviométriques de Djelfa

Catégorie	effectif	effectif cumulé	pourcentage %	pourcentage cumulé%
$x \leq 200$	4	1	21,05	5,26
$200 \leq x < 250$	1	2	5,26	10,53
$250 \leq x \leq 300$	5	7	26,31	36,84
$300 \leq x \leq 350$	8	15	42,1	78,95
$350 \leq x \leq 400$	0	15	0	78,95
$400 \leq x \leq 450$	2	17	10,52	89,47
$450 \leq x \leq 500$	2	19	10,52	100
$500 \leq x \leq 550$	0	19	0	100



**Figure 24** : Histogramme des classes de fréquence des moyennes annuelles pluviométriques pour la station de Djelfa



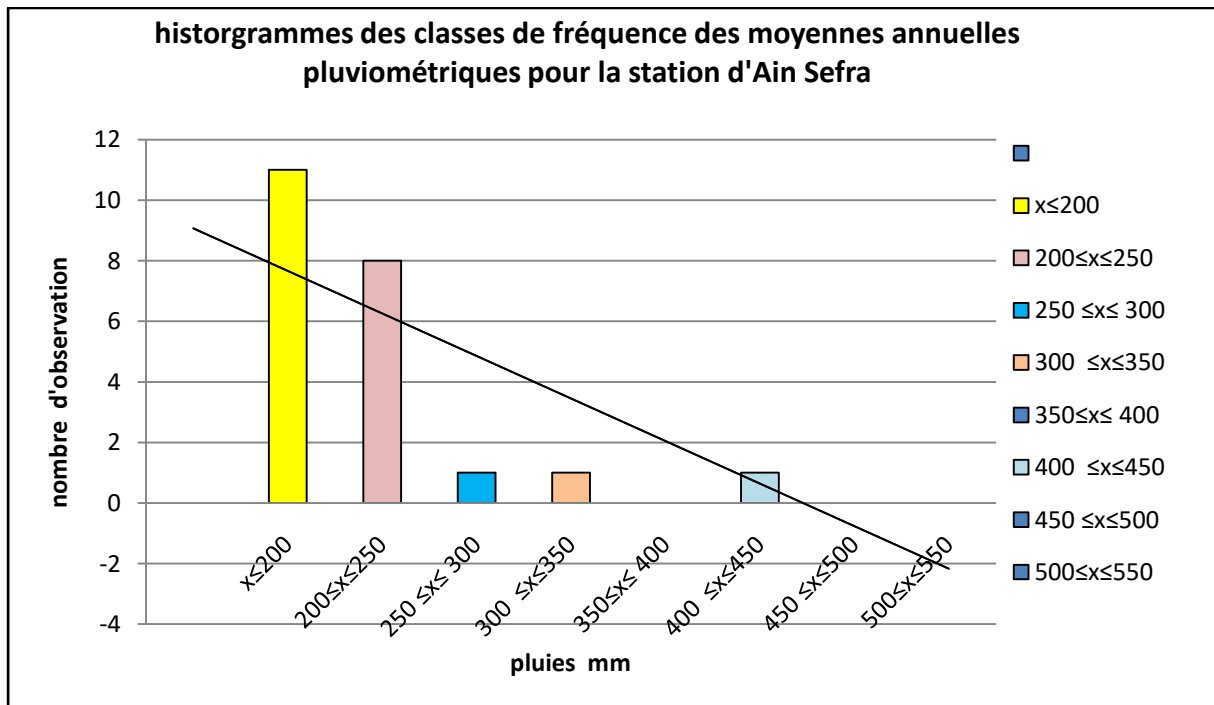
## CHAPITRE IV : Variabilité des précipitations annuelles et mensuelles

### c. La station Ain Sefra: (tableau N°22 et la figure N°25)

On constate que 50% des données pluviométriques de la période d'étude se situe dans l'intervalle 200-300 mm et la seconde moitié dans l'intervalle 350-500 mm et plus.

**Tableau 22 :** Tableau des classes des fréquences des moyennes annuelles pluviométriques Ain Sefra

Catégorie	effectif	effectif cumulé	pourcentage %	pourcentage cumulé%
$x \leq 200$	11	1	91,66	8,33
$200 \leq x \leq 250$	8	9	66,66	75
$250 \leq x \leq 300$	1	10	8,33	83,33
$300 \leq x \leq 350$	1	11	8,33	91,66
$350 \leq x \leq 400$	0	11	0	91,66
$400 \leq x \leq 450$	1	12	8,33	100
$450 \leq x \leq 500$	0	12	0	100
$500 \leq x \leq 550$	0	12	0	100



**Figure 25:** Histogramme des classes de fréquence des moyennes annuelles pluviométriques pour la station Ain Sefra

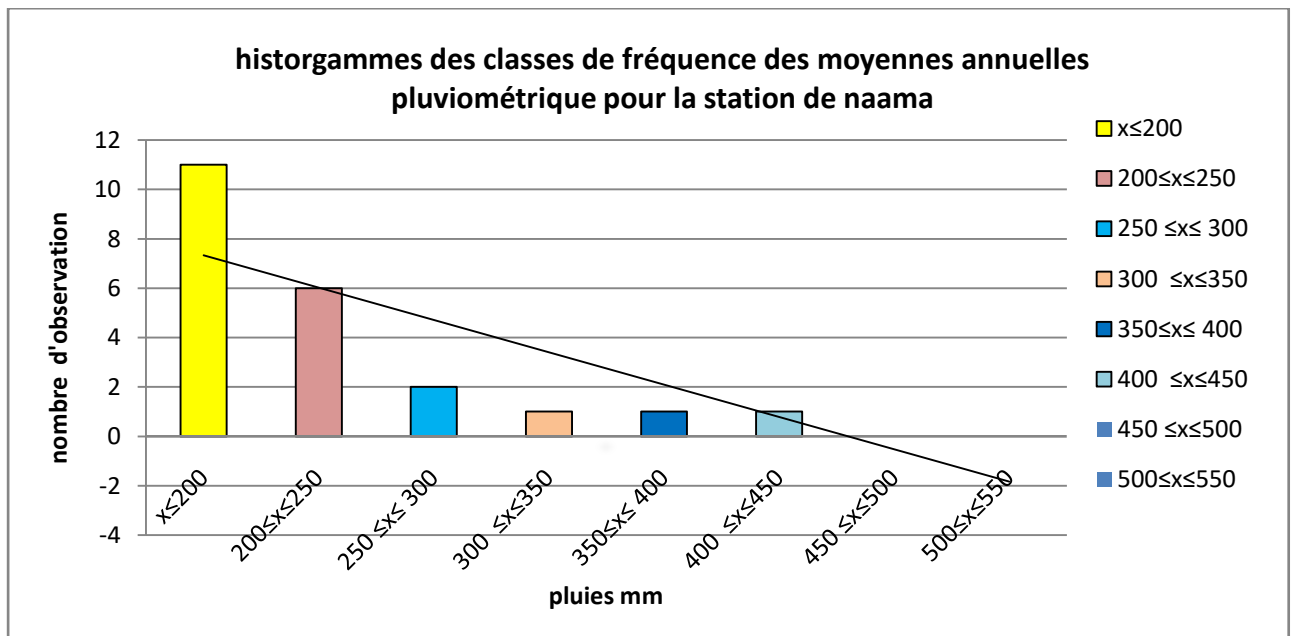
## CHAPITRE IV : Variabilité des précipitations annuelles et mensuelles

### d. La station Naama: (tableau N°23 et la figure N°26)

On constate que 50% des données pluviométriques de la période d'étude se situe dans l'intervalle 200-300 mm et la seconde moitié dans l'intervalle 350-500 mm et plus.

**Tableau 23 :** Tableau des classes des fréquences des moyennes annuelles pluviométriques Naama

Catégorie	effectif	effectif cumulé	pourcentage %	pourcentage cumulé%
$x \leq 200$	11	1	91,67	8,33
$200 \leq x \leq 250$	6	7	50	58,33
$250 \leq x \leq 300$	2	9	16,67	75
$300 \leq x \leq 350$	1	10	8,33	83,33
$350 \leq x \leq 400$	1	11	8,33	90
$400 \leq x \leq 450$	1	12	8,33	100
$450 \leq x \leq 500$	0	12	0	100
$500 \leq x \leq 550$	0	12	0	100



**Figure 26:** Histogramme des classes de fréquence des moyennes annuelles pluviométriques pour la station de Naama.

## CHAPITRE IV : Variabilité des précipitations annuelles et mensuelles

### IV.4. Evolution des moyennes, des minimal, et des maximal des stations

L'analyse de la figure N° 27 nous a permis de retirer des remarques très importantes suivantes :

La station d'Ain Sefra a le minimum, la moyenne et le maximum les plus faibles par rapport aux autres stations.

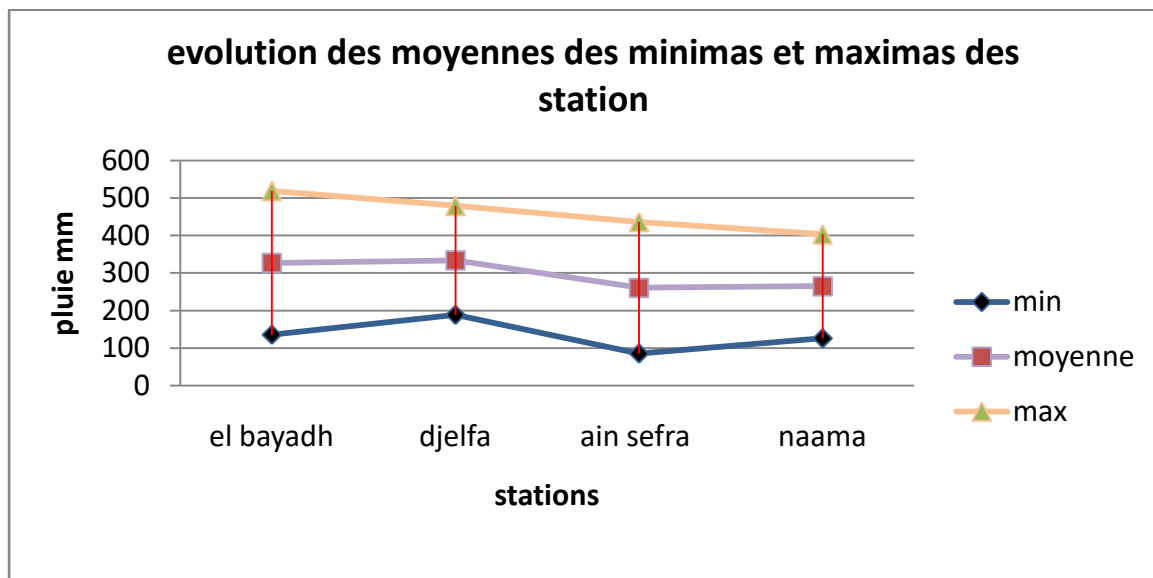
Le minimum, la moyenne et le maximum d'Ain Sefra et de Naama sont très proches.

Le maximum le plus élevé se trouve au niveau de la station de Djelfa.

Du point de vue évolution de la pluviométrie des stations, on remarque que la moyenne diminue du l'Ouest vers l'Nord au niveau de ces stations.

**Tableau .24 :** Evolution des moyennes médianes, minima et maxima annuelles pluviométriques (mm).

station	MIN	MOYENNE	MAX
El-Bayadh	135,9	327,25	518,6
Djelfa	188,9	333,89	478,88
Ain sefra	85,7	260,85	436
Naama	126,26	264,76	403,26



**Figure 27 :** Evolution des moyennes, des minimas et maximas des stations.

### IV. 5. Analyse de la tendance générale par le tracé curviligne

Les tracés curvilignes simples sont utilisés pour visualiser et représenter des séquences de valeurs (souvent lorsque l'ordre des valeurs est significatif). Une application type des tracés séquentiels curviligne est de tracer des fonctions continues comme des fonctions d'ajustement ou des distributions théoriques (Diarra, D, 2006).

La tendance générale qui émerge de la lecture des différentes courbes (voir figure N° 29, 30, 31 et 32) de l'évolution des moyennes annuelles des précipitations, est caractérisée par un décroissement des valeurs pour toutes les stations.

L'augmentation ou la diminution effective de la pluviométrie n'empêche pas d'avoir un écart pluviométrique considérable entre les années qui se succèdent.

Après l'analyse de ces 4 tracés (figure N°28 à 31), les années de forte pluviométrie pour les stations sont :

Année 2018 pour la station d'El-Bayadh.

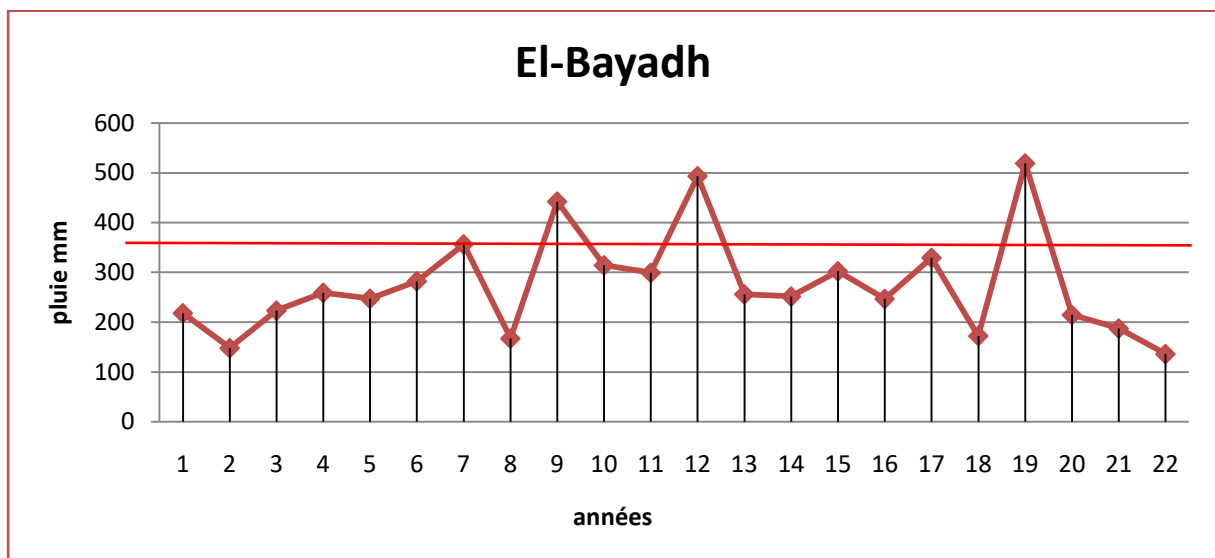
Année 2004 pour la station de Djelfa.

Année 2008 pour la station d'Ain Sefra.

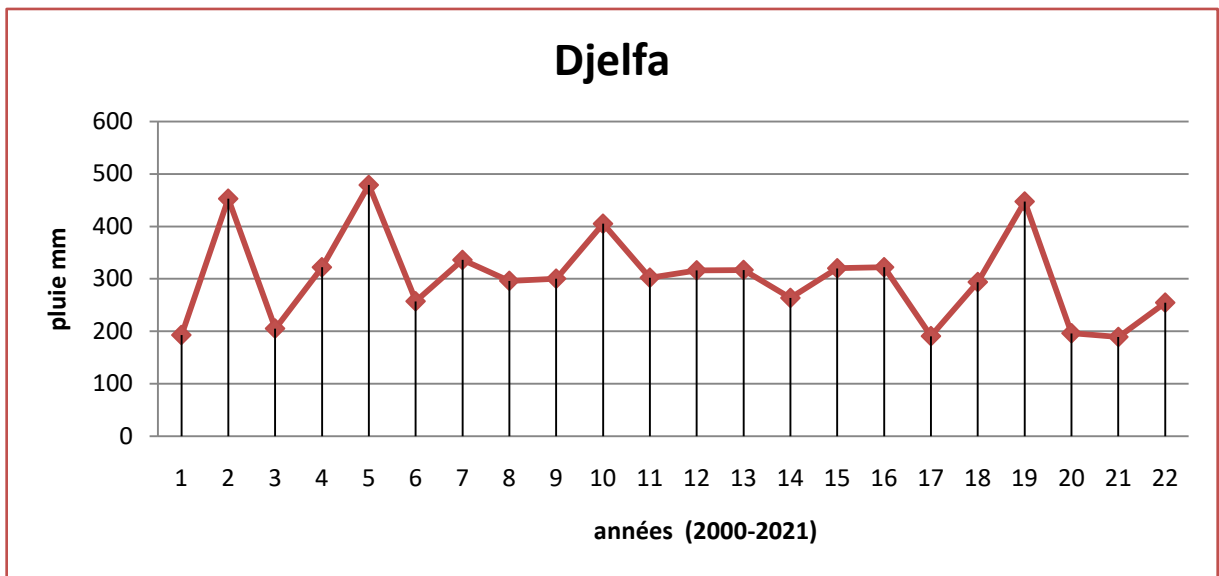
Année 2008 pour la station de Naama.

D'autre part, Pour les années de faible pluviométrie, on a noté pour les stations de EL-Bayadh pour l'année 2021 et la station de Naama et de Ain Sefra concernant l'année 2021.

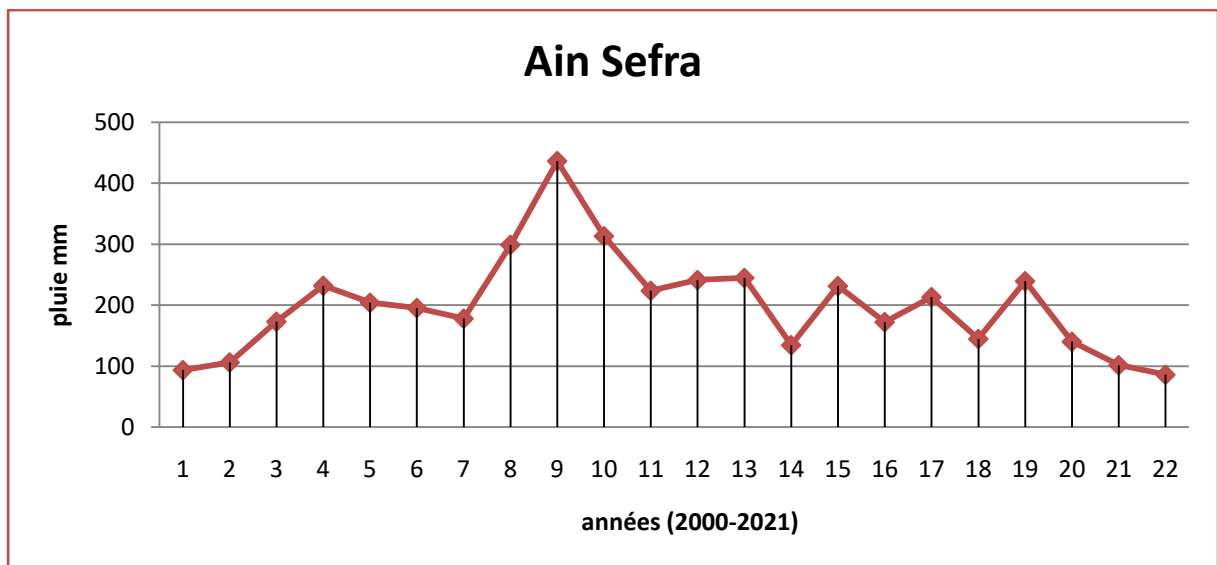
A l'aide du tracé des écarts à la moyenne annuelle nous allons essayer d'identifier les années sèches et humides dans les quatre stations



**Figure 28 :** Tracé curviligne des moyennes annuelles pluviométriques pour la station de **El-Bayadh** .



**Figure 29 :** Tracé curviligne des moyennes annuelles pluviométriques pour la station de Djelfa.



**Figure 30:** Tracé curviligne des moyennes annuelles pluviométriques pour la station d'Ain Sefra.

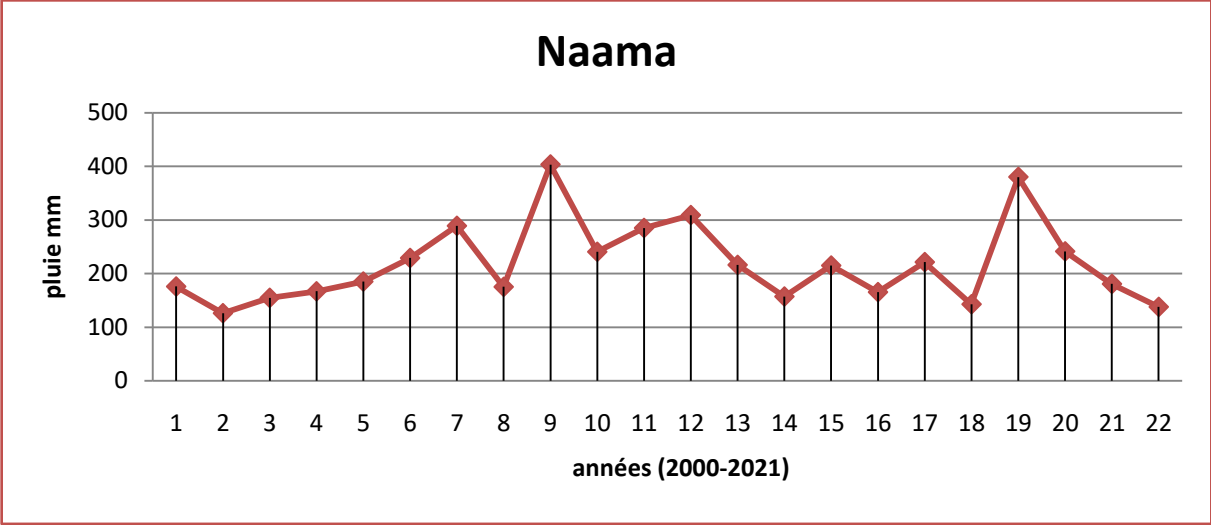


Figure 31: Tracé curviligne des moyennes annuelles pluviométriques pour la station Naama.

### IV.6. Analyses par le tracé des écarts par rapport à la moyenne annuelle

Les tracés des écarts par rapport à la moyenne annuelle permettent de situer les périodes sèches d'une série d'observation. La moyenne permettant de partager ses années d'une série est obtenue en faisant la moyenne des pluviométries moyennes annuelles de la série d'observation.

Le calcul des écarts par rapport à la moyenne annuelle est la méthode la plus utilisée pour déterminer la période sèche et humide d'une série d'observation. Une période sèche est l'intervalle d'années dont la pluviométrie moyenne annuelle est inférieure à la moyenne de la série. Quand à la période humide, elle a une pluviométrie moyenne annuelle supérieure à la moyenne de la série. (Khaldi.A.2005).

#### a). Station d'El-Bayadh :

La station d'El-Bayadh se distingue par une série des données allant de 2000 à 2021 soit une série de 22 ans dont la moyenne annuelle de la série est de 327,25mm.

La station est composée de 4 périodes : l'une, période humide de 7ans successifs (2006-2007) (2008-2010), (2011-2013), (2018-2020) et l'autre période sèche de 13ans aussi successifs

(2001-2006), (2007-2008), (2010-2011), (2013-2018), (2020-2021)

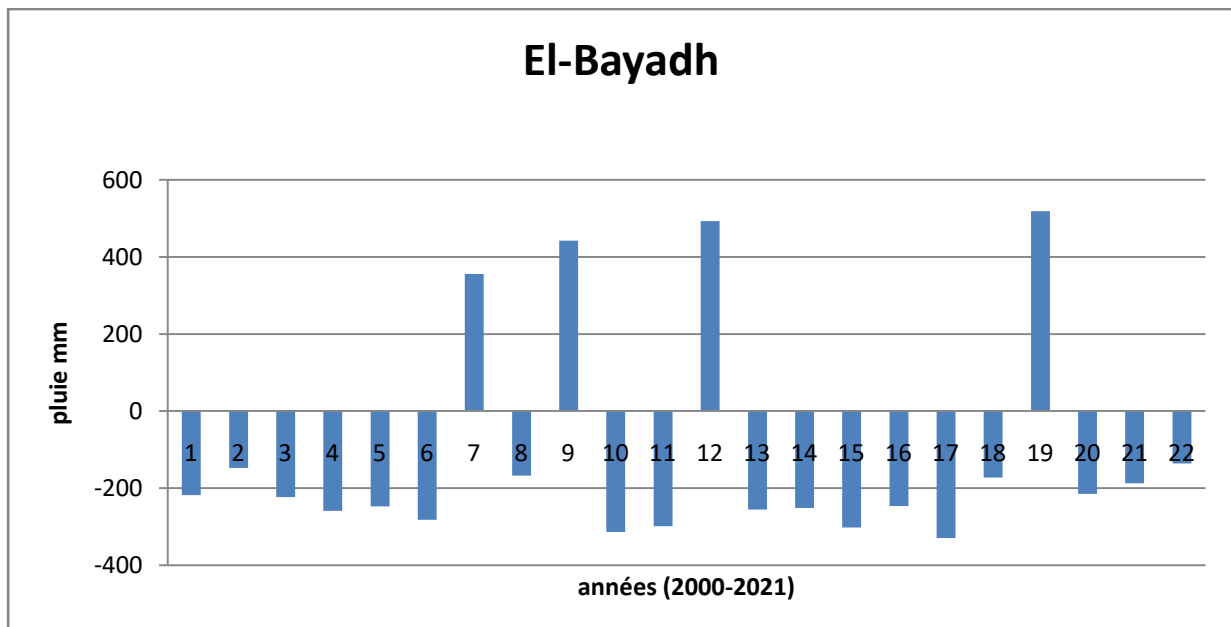
Ces périodes se regroupent en 2 classes :

- Une classe excédentaire qui correspond à une période humide dont la moyenne la plus élevée a été enregistrée avec 518,6 mm en 2018.
- Une classe déficitaire qui correspond à l'ensemble des périodes sèches dont la moyenne la plus faible a été enregistrée en 2021 avec 135,9 mm

## CHAPITRE IV : Variabilité des précipitations annuelles et mensuelles

**Tableau 25** : Analyse des tracés des écarts à la moyenne de station El-bayadh.

Période (ans)	Nbres	Moyenne (mm)	Minimum (mm)	Maximum (mm)	Ecart type	Cv
	Années					
Période humide						
2006/2007	1	261,56	167,12	355,99	133,55	0,51
2008/2010	2	370,47	299	441,93	101,07	0,27
2011/2013	2	372,19	251,37	493	170,86	0,46
2018/2020	2	352,90	187,2	518,6	234,34	0,66
Période sèche						
2001/2006	5	251,90	147,8	355,99	147,21	0,58
2007/2008	1	304,53	167,12	441,93	194,32	0,64
2010/2011	1	396,00	299	493	137,18	0,35
2013/2018	5	345,38	172,16	518,6	244,97	0,71
2020/2021	1	161,55	135,9	187,2	36,27	0,22



**Figure 32** : Tracé des écarts des pluviométries moyennes annuelles pour la station **El-Bayadh**



## CHAPITRE IV : Variabilité des précipitations annuelles et mensuelles

### b). Station de Djelfa :

La station de Djelfa se distingue par une série des données allant de 2000 à 2021 soit une série de 22 ans dont la moyenne annuelle de la série est de 333,89mm.

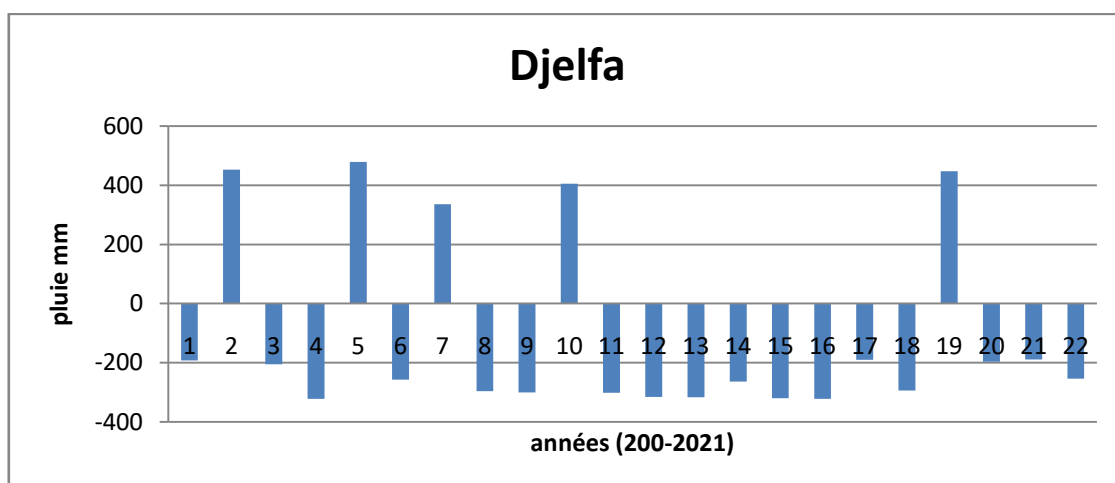
La station est composée de deux périodes : l'une, période humide de 16ans successifs (2001-2017) et l'autre période sèche de 4ans aussi successifs (2017-2021).

Ces périodes se regroupent en 2 classes :

- Une classe excédentaire qui correspond à une période humide dont la moyenne la plus élevée a été enregistrée avec 478,88 mm en 2019.
- Une classe déficitaire qui correspond à l'ensemble de la période sèche dont la moyenne la plus faible a été enregistrée en 2016 avec 188,9 mm

**Tableau 26** : Analyse des tracés des écarts à la moyenne de la station de Djelfa.

Période (ans)	Nbres	Moyenne (mm)	Minimum (mm)	Maximum (mm)	Ecart type	Cv
	Années					
Période humide						
2001-2017	16	94,45	188,9	0	133,57	1,41
Période sèche						
2017-2021	4	407,38	335,88	478,88	101,12	0,25



**Figure 33**: Tracé des écarts des pluviométries moyennes annuelles pour la station de **Djelfa**

## CHAPITRE IV : Variabilité des précipitations annuelles et mensuelles

---

### c). Station d'Ain Sefra

La station d'Ain Sefra se distingue par une série des données allant de 2000 à 2021 soit une série de 22 ans dont la moyenne annuelle de la série est de 260,85mm.

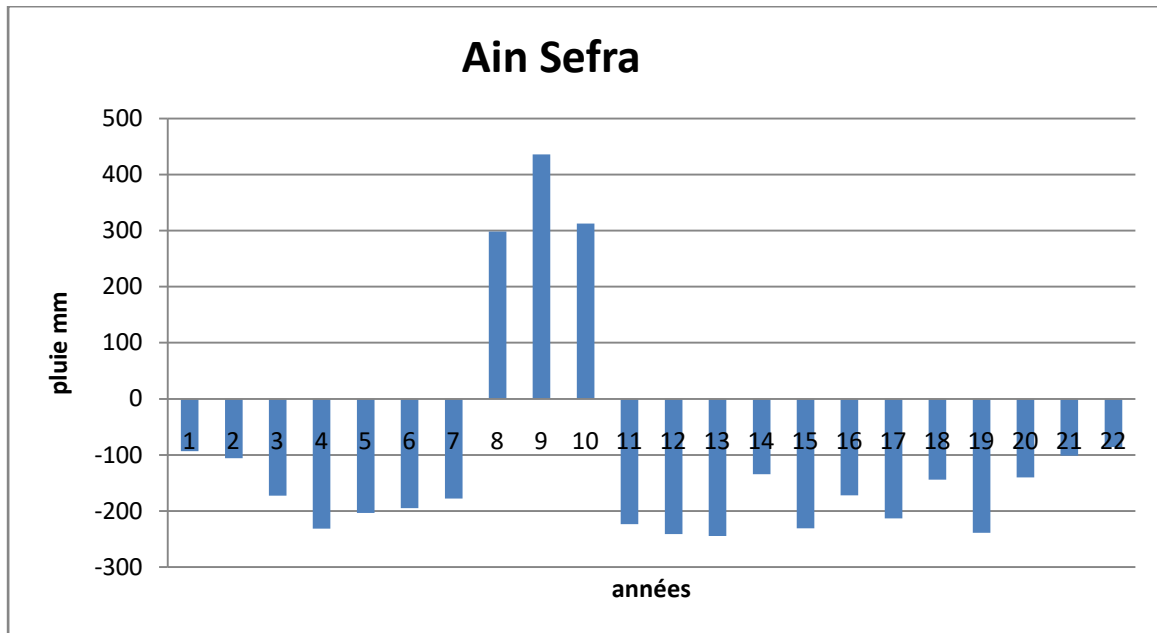
La station est composée de 1 période : l'une, période humide de 3ans successifs (2007-2010) et l'autre période sèche de 17ans aussi successifs (2001-2007), (2010-2021)

Ces périodes se regroupent en 2 classes :

- Une classe excédentaire qui correspond à une période humide dont la moyenne la plus élevée a été enregistrée avec 436 mm en 2008
- Une classe déficitaire qui correspond à l'ensemble de la période sèche dont la moyenne la plus faible a été enregistrée en 2021 avec 85,7 mm

**Tableau 27** : Analyse des tracés des écarts à la moyenne de la station d'Ain Sefra.

Période (ans)	Nbres	Moyenne (mm)	Minimum (mm)	Maximum (mm)	Ecart type	Cv
	Années					
Période humide						
2007-2010	3	306,82	177,64	436	182,69	0,60
Période sèche						
2001-2007	6	162,47	93,3	231,64	97,82	0,60
2010-2021	11	199,30	85,7	312,89	160,65	0,81



**Figure 34:** Tracé des écarts des pluviométries moyennes annuelles pour la station d'Ain Sefra

## CHAPITRE IV : Variabilité des précipitations annuelles et mensuelles

### d).Station de Naama :

La station de Naama se distingue par une série des données allant de 2000 à 2021 soit une série de 22 ans dont la moyenne annuelle de la série est de 264,76mm.

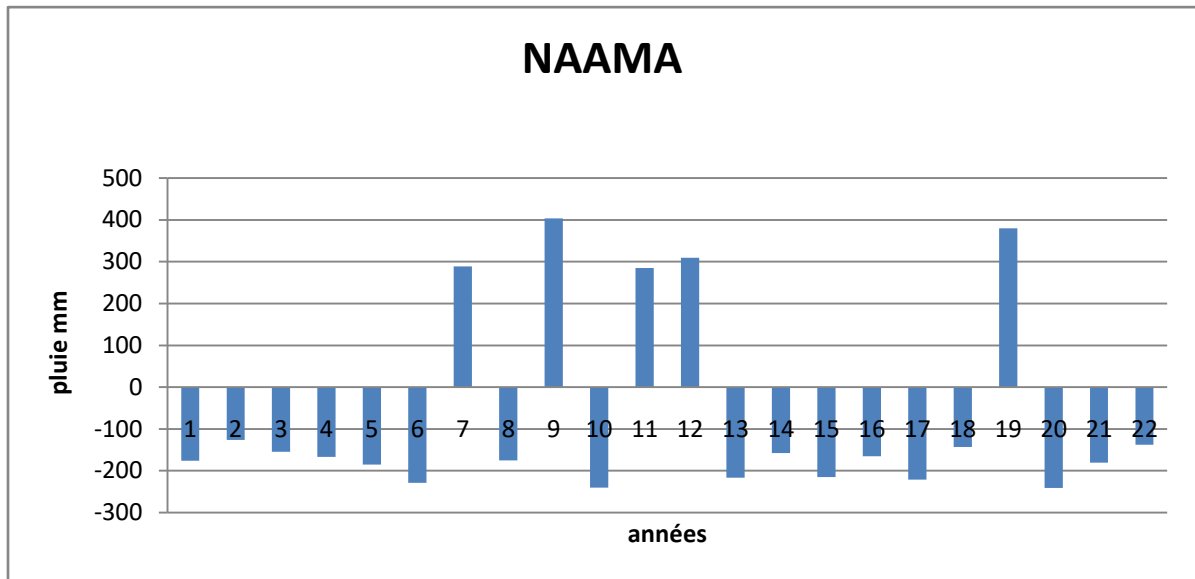
La station est composée de 3 périodes : l'une, période humide de 11ans successifs (2007-2018), (2009-2011), (2012,2020) et l'autre période sèche de 9ans aussi successifs (2001-2007), (2008-2009), (2011-2012), (2020-2021).

Ces périodes se regroupent en 2 classes :

- Une classe excédentaire qui correspond à une période humide dont la moyenne la plus élevée a été enregistrée avec 403,26mm en 2009
- Une classe déficitaire qui correspond à l'ensemble de la période sèche dont la moyenne la plus faible a été enregistrée en 2001avec 126,26 mm

**Tableau 28 :** Analyse des tracés des écarts à la moyenne de la station de **NAAMA.**

Période (ans)	Nbres	Moyenne (mm)	Minimum (mm)	Maximum (mm)	Ecart type	Cv
	Années					
Période humide						
2007-2008	1	289,28	175,29	403,26	161,20	0,56
2009-2011	2	274,81	240,61	309	48,36	0,18
2012-2020	8	261,53	143	380,05	167,62	0,64
Période sèche						
2001-2007	6	207,62	126,26	288,97	115,05	0,55
2008-2009	1	321,94	240,61	403,26	115,01	0,36
2011-2012	1	262,58	216,16	309	65,65	0,25
2020-2021	1	159,40	138	180,8	30,26	0,19



**Figure 35 :** Tracé des écarts des pluviométries moyennes annuelles pour la station de **Naama**

## CHAPITRE IV : Variabilité des précipitations annuelles et mensuelles

---

### IV.7. Délimitation des mois secs et humides

Pour la délimitation des mois secs, humides nous avons adopté le seuil de 30mm. Un mois sec est un mois dont la pluviométrie moyenne mensuelle inférieure à 30mm contrairement au mois humide qui est supérieure à 30mm

#### 1) La station de El-Bayadh :

Le mois d'Avril est le plus pluvieux ou humide par rapport aux autres mois avec une moyenne pluviométrique de 31.93mm tant que le mois le plus sec c'est le mois de juillet avec 7.30 mm.

#### 2) La station de DJELFA :

Pour cette station le mois le plus pluvieux c'est le mois de Mai avec une moyenne pluviométrique de 36.93 mm, et le mois de Juillet qui est un mois sec avec une moyenne pluviométrique de 21.59 mm.

#### 3) La station de Ain Sefra :

Pour cette station les mois sont totalement secs avec un mois très qui représente avec une pluviosité de 4.70 mm.

#### 4) La station de Naama :

Pour cette station le mois le plus pluvieux c'est le mois de Juin avec une moyenne pluviométrique de 34.84mm, et le mois de Mars qui est un mois sec avec une moyenne pluviométrique de 6.09mm.

A partir de cette analyse on peut dire que la saison se divise en deux parties : saison sèche et humide qui est typique d'un climat tropical, au lieu de 4 saisons : Hiver, automne, printemps et été.

## CHAPITRE IV : Variabilité des précipitations annuelles et mensuelles

---

**Tableau 29 :**

### El-bayadh

Mois	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout
Pluie mm	27,05	39,99	30,71	24,67	21,11	16,36	22,16	31,93	23,81	15,12	7,30	15,28
Etat	Sec	Humide	Humide	Sec	Sec	Sec	Sec	Humide	Sec	Sec	Sec	Sec

### Djelfa

Mois	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout
Pluies mm	24,30	22,06	27,21	35,72	25,12	16,52	15,38	21,36	36,93	35,64	21,59	24,14
Etat	Sec	Sec	Sec	Humide	Sec	Sec	Sec	Sec	Humide	Humide	Sec	Sec

### Ain Sefra

Mois	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout
Pluies mm	14,27	12,04	13,50	17,23	16,54	8,21	4,70	19,1	25,42	42,7	23,41	13,27
Etat	Sec	Sec	Sec	Sec	Sec	Sec	Sec	Sec	Sec	Sec	Sec	Sec

### Naama

Mois	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout
PLUIE mm	12,38	13,52	18,87	18,08	18,80	15,57	6,09	20,35	25,86	34,84	22,8	16,2
Etat	Sec	Sec	Sec	Sec	Sec	Sec	Sec	Sec	Sec	Humide	Sec	Sec

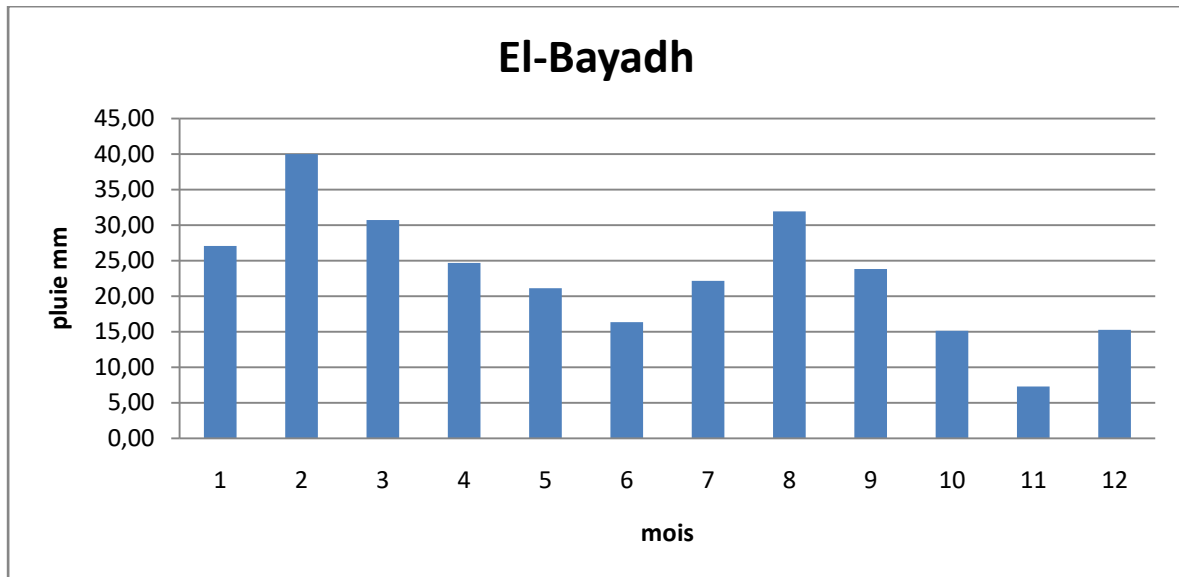


Figure 36: Graphique du tableau de délimitation des mois humides et secs de El-Bayadh .

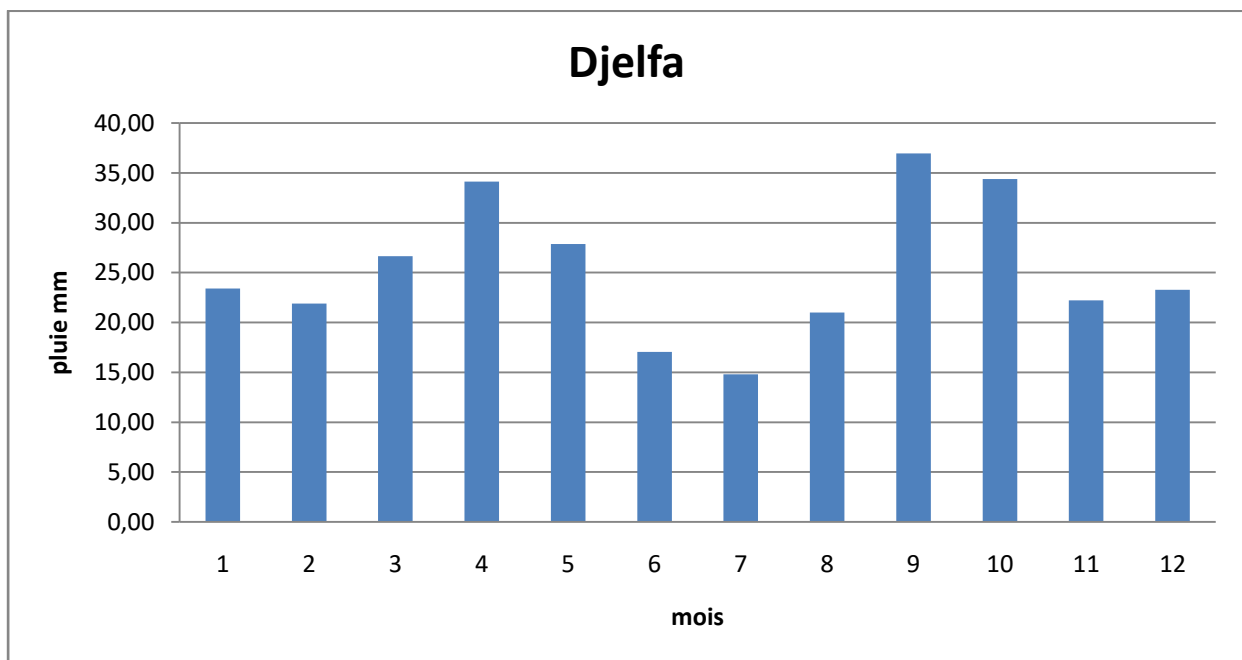
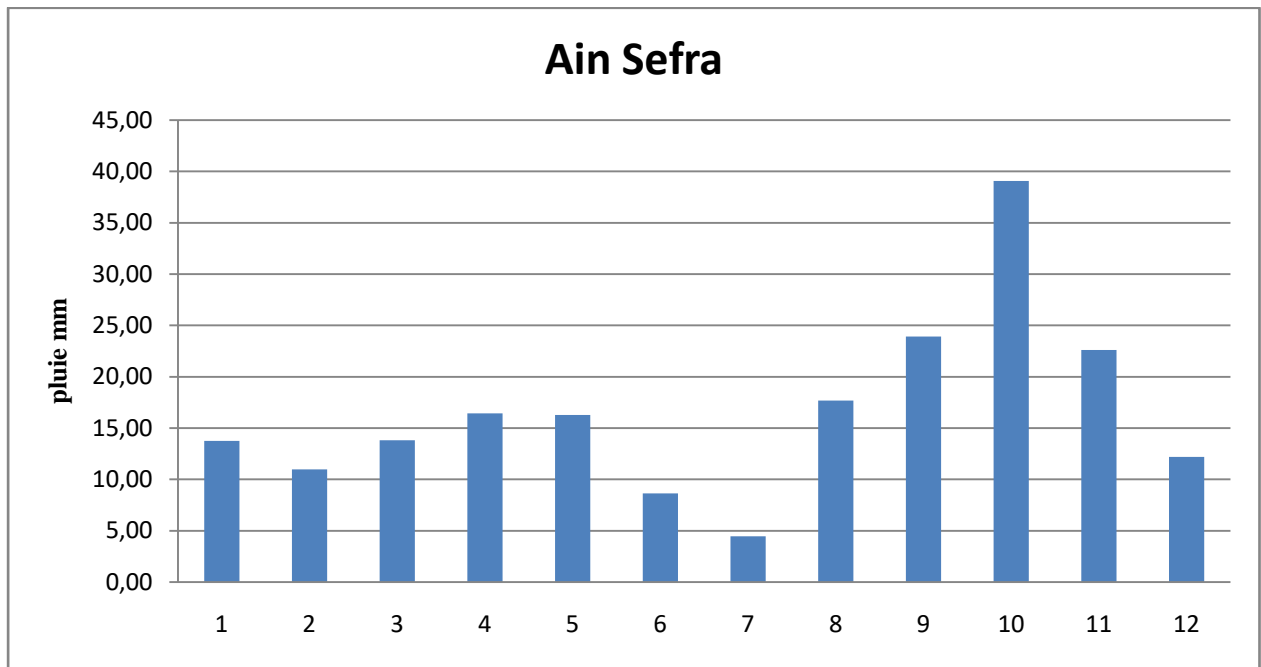
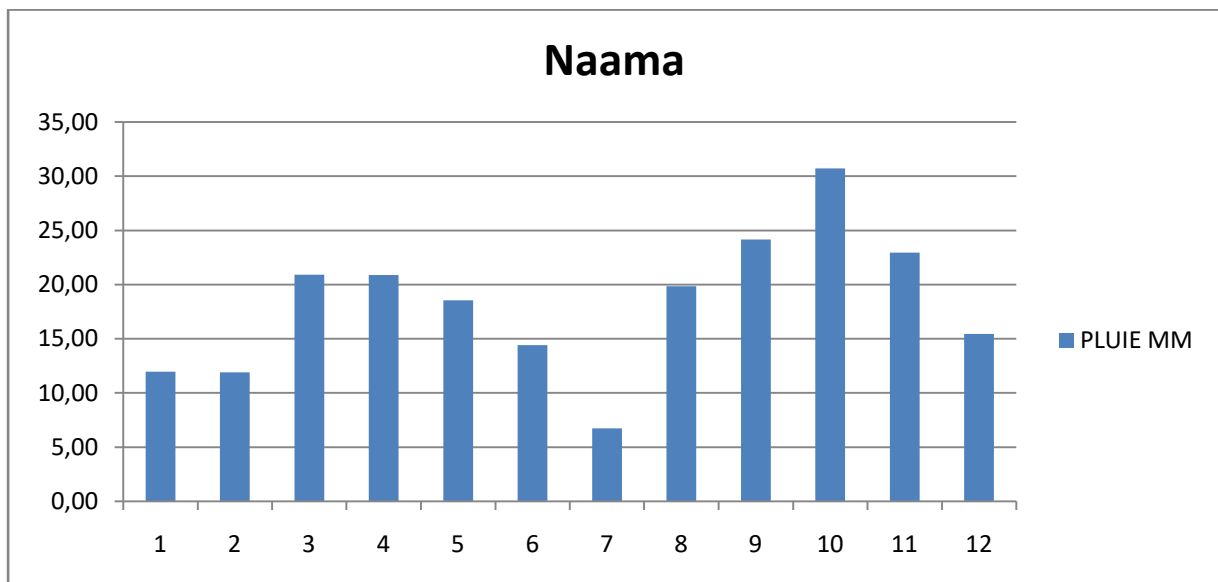


Figure 37: Graphique du tableau de délimitation des mois humides et secs de Djelfa.





**Figure 38:** Graphique du tableau de délimitation des mois humides et secs d'Ain Sefra.



**Figure 39:** Graphique du tableau de délimitation des mois humides et secs de Naama.

## CHAPITRE IV : Variabilité des précipitations annuelles et mensuelles

---

### IV.7.1. Précipitations saisonnières

En analysant le tableau N°31 des valeurs moyennes mensuelles des quatre stations on constate que l'année se divise en deux saisons : saison pluvieuse et saison sèche. (EL Mahi. A. (2002)

Le mois (Octobre) plus pluvieuse a été remarquée dans la station de Bayadh avec une valeur de 39.99 mm. Le mois sec a été remarqué dans la station de Naama avec une valeur de 6.09 mm.

**Tableau 30** : Valeurs moyennes mensuelles des précipitations des différentes stations

#### El-Bayadh

Mois	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout
Pluie mm	27,0	39,99	30,71	24,67	21,11	16,36	22,16	31,93	23,81	15,12	7,30	15,28

#### Djelfa

Mois	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout
PLUIE MM	24,3	22,06	27,21	35,72	25,12	16,52	15,38	21,36	36,93	35,64	21,59	24,14

#### Ain Sefra

mois	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout
PLUIE MM	14,2	12,04	13,50	17,23	16,54	8,2	4,70	19,12	25,42	42,75	23,41	13,27

#### Naama

mois	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout
PLUIE MM	12,3	13,52	18,87	18,08	18,80	15,57	6,09	20,35	25,86	34,84	22,83	16,24

## CHAPITRE IV : Variabilité des précipitations annuelles et mensuelles

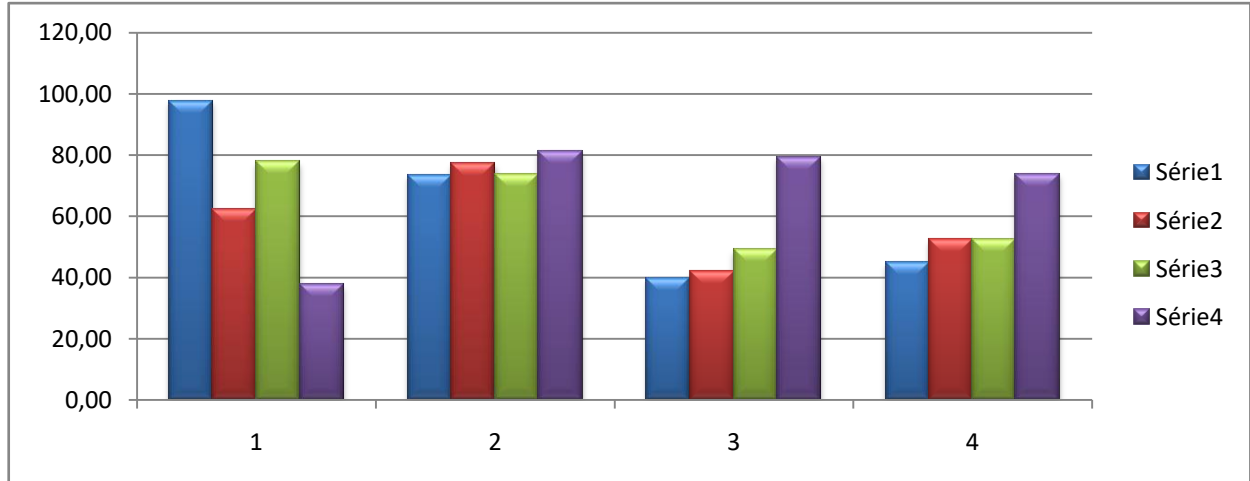
### IV.7.2 : La détermination des quatre saisons (voir le tableau N°31)

Les quatre saisons de l'année correspondant à

- L'hiver (décembre, janvier, février)
- le printemps (mars, avril, mai)
- l'été (juin, juillet, août)
- l'automne (septembre, octobre, novembre)

**Tableau 31:** Tableau pluviométrique des quatre stations.

Station	El-Bayadh	Djelfa	Ain Sefra	Naama
Automne	97,75	73,57	39,82	44,77
Hiver	62,15	77,36	41,9940	52,45
Printemps	77,90	73,68	49,2540	52,31
Eté	37,70	81,37	79,4380	73,91



**Figure 40:** Précipitation saisonnières des quatre stations.

## **CHAPITRE IV : Variabilité des précipitations annuelles et mensuelles**

---

Après l'analyse du tableau N°31 et les figure N°40 on remarque que l'hiver est la saison la plus humide pour toutes les stations.

D'un point de vue pluviométrie saisonnière, on constate que les périodes hivernales sont bien présentes aux contraire les périodes estivales qui ne sont pas dominantes suffisamment dans le cas où le printemps et l'automne qui sont humides pour toutes les stations. Donc constate une régularité des saisons.

### IV.8. Conclusion :

Les analyses des études menées antérieurement indiquent que les précipitations sont favorables dans les zones ouest et nord-ouest et semblent diminuer vers l'est. D'autre part, il y a une saison des pluies (fortes pluies) et une saison sèche générale entre les stations,

Le calcul des écarts par rapport à la moyenne révèle une année plus sèche à l'ouest, similaire au cas de Naama, qui a une saison moins humide qu'El-Bayadh.

Une sécheresse prolongée signifie-t-elle que la sévérité de la sécheresse s'aggrave avec le temps ? Pour répondre à cette question, le chapitre suivant utilise l'indice de sécheresse pour développer une série de calculs Performe afin de déterminer la sévérité des saisons sèches et humides.

Nous savons que la sécheresse pourrait durer quatre années de suite. La longue année sèche signifie-t-elle que la sécheresse sera plus sévère à cette période de l'année ?

# **CHAPITRE V :**

## **Caractérisation de la sècheresse météorologique**

La sécheresse météorologique est causée par une diminution naturelle des précipitations sur une année ou plusieurs années consécutives dans une zone particulière. Souvent défini comme la différence entre les précipitations annuelles et les précipitations annuelles moyennes (DESIRE E., (1975) E., (1975). Nous proposons d'examiner les données de précipitations observées dans la zone d'étude pour déterminer les caractéristiques actuelles de la sécheresse. L'indice de sécheresse et l'indice de sévérité sont utilisés pour caractériser la sécheresse dans la zone d'étude.

### V.1. Indices de sécheresses

Pour caractériser et identifier la sécheresse, plusieurs indices sont utilisés.

#### V.1.1. Indice de l'écart à la moyenne (Em)

Cet indice est utilisé pour estimer le déficit pluviométrique à l'échelle de l'année, il permet aussi de visualiser le nombre d'années déficitaires et leur succession.

$$E_m = P_i - P_m$$

Avec : **P<sub>i</sub>** : pluie annuelle.

**P<sub>m</sub>** : pluie moyenne annuelle.

L'écart à la moyenne est la différence entre la hauteur de précipitation annuelle ( $P_i$ ) et la hauteur moyenne annuelle de précipitation ( $P_m$ ), cet indice permet de faire une classification globale, si l'écart est positif cela indique les années humides et négatif indique les années sèches, on parle d'années déficitaire quand la pluie est inférieur à la moyenne est d'année excédentaire quand la moyenne est dépassée. « LUBES H., Masson J.M., SERVATE E., Paturol J.E, KOUAME B. et Boyer J.F. (1994).

#### V.1.2. Indice de pluviosité (Ip)

$$I_p = P_i / P_m$$

C'est le rapport de la hauteur de précipitation annuelle à la hauteur moyenne annuelle de précipitation. Une année est qualifiée d'humide si ce rapport est supérieur à 1 et de sèche s'il est inférieur à 1.

**V.1.3. Distribution selon les fréquences**

Les pluies annuelles sont classées dans l'ordre croissant suivant leur probabilité au non dépassement puis divisées en cinq classes.

Si l'écart à la moyenne ( $E_m$ ) et l'indice de pluviosité ( $I_p$ ) nous indiquent simplement les années sèches et les années humides ainsi que les tendances générales, l'analyse fréquentielle nous permet en revanche de distinguer parmi les années sèches celles qui sont les plus déficitaires.

**Tableau 32 :** Distribution selon les fréquences

Classes	Fréquence ou probabilité au non dépassement
Très sèche	$F < 0,15$
Sèche	$0,15 < F < 0,35$
Normale	$0,35 < F < 0,65$
Humide	$0,65 < F < 0,85$
Très humide	$F > 0,85$

**V.2. Indices de sévérité**

En plus de l'identification des fréquences sèches et de leur caractérisation par le calcul de ces indices, il est possible de déterminer l'ampleur de la sécheresse en termes de sévérité.

**V.2.1. Indice du nombre d'écart type**

Cet indice peut être calculé par la comparaison de la pluie moyenne annuelle ( $P_m$ ) au nombre d'écart types ( $\sigma$ ).

Lorsque  $P_i$  est inférieur à  $P_m - \sigma$ , on parle d'une sécheresse forte. Il s'agit d'une sécheresse très sévère si  $P_i$  est inférieur  $P_m - 2\sigma$ .



**Tableau 33** : Les différentes classes de l'indice du nombre d'écart type

Type de sécheresse	Critère de comparaison
Modéré	$P_{m-\sigma} < P_i < P_m$
Forte	$P_{m-2\sigma} < P_i < P_{m-\sigma}$
Très sévère	$P_i < P_{m-2\sigma}$

**V.2.2. Indice standardisé de précipitation**

L'indice standardisé de précipitation « SPI » (standardisé précipitation index) a été développé en 1993 en vue de caractériser les déficits de précipitation pour une période donnée. Il reflète l'impact de la sécheresse sur la disponibilité des différentes ressources en eau. La principale contribution de cet indice est l'établissement très précis de la durée de la sécheresse.

Cet indice est calculé surtout lorsque la précipitation n'est pas normalement distribuée. Il est exprimé mathématiquement comme suit :

$$SPI = (P_i - P_m) / \sigma$$

On effectue une classification de la sécheresse suivant les valeurs des SPI cités dans le tableau.

**Tableau 34** : Classe de distribution des années selon SPI

SPI	Classification
$SPI > 2$	Humidité extrême
$1 < SPI < 2$	Humidité forte
$0 < SPI < 1$	Humidité modérée
$-1 < SPI < 0$	Sécheresse modérée
$-2 < SPI < -1$	Sécheresse forte
$SPI < -2$	Sécheresse extrême

### IV.3. Analyse du calcul des indices

En analysant le tableau N° 35 du calcul des indices on remarque :

#### A) Pour les indices de sécheresse

Pour le calcul des indices de l'écart à la moyenne et de pluviosité, sur les données pluviométriques observées au niveau des quatre stations, ces indices nous ont permis de constater 41% d'années humides et 59% d'années sèches au niveau de la station de EL BAYADH et 45% d'années humides et 55% d'années sèches pour la station de DJELFA 50% d'années humides et 50% d'années sèches pour la station AIN SEFRA et 43 % d'années humides et 41% d'années sèches pour la station de NAAMA et 59% d'années

Quand à l'analyse fréquentielle on remarque que pour toutes les stations sur 22 ans, 3 ans très sèche et 5 ans sèche pour les stations 6 ans normale.5 ans humide et. 3ans très humide pour toutes les stations.

#### B) Pour les indices de sévérité

On a deux types de périodes : sèche et humide, chaque période est divisée en plusieurs classes en fonction de la sévérité de la sécheresse. Le classement des années selon les trois indices de la sévérité est similaire, l'indice le plus détaillé est l'indice standardisé de précipitation (SPI). Nous utiliserons les résultats de cet indice pour effectuer une interprétation des résultats.

L'indice standardisé de précipitation

**La station d'El bayadh :** sur les 22ans, on a 9 ans humides soit 2 années extrême et 1années d'humidité forte et 06 ans d'humidité modérée. Pour les 13 ans restant, on a 10ans de sècheresses modérées et 3 ans de sécheresse forte.

**La station de Djelfa :** sur les 22 ans, on a 10 ans humides soit 1 années humide extrême 2 années d'humidité forte et 8 ans d'humidité modérée, on a 7 ans de sècheresses Modérées et 5 ans de sécheresse forte.

**La station d'Ain Sefra :** pour 22ans, on a 11 ans humidité soit 1 années humides extrême et 3 années d'humidité forte et 6 ans d'humidité modérée, on a 7 ans de sècheresses modérées et 5 ans de sécheresse forte.

**La station de Naama :** pour 22 ans, on a 9 ans d'humidité soit 2années humides extrême et 1ans d'humidité forte et 6 ans d'humidité modérée, on a 11 ans de sècheresses modérées et 2 ans de sécheresse forte.

Comme conclusion nous pourrions dire que le degré de sévérité n'est pas très élevé dans nos stations d'étude. En comparant les différentes classes de l'indice (SPI) entre eux (humidité moyenne et sécheresse moyenne ; humidité forte et sécheresse forte ; humidité extrême et sécheresse extrême), on constate qu'il y a une dominance des classes de la période sèche

**Tableau 35:** Calcul des indices de sécheresse.

EL BAYADH			
Indice	Classe	nombre	%
Em	H	9	41%
	S	13	59%
Ip	H	9	41%
	S	13	59%
AF	TS	3	14%
	S	5	23%
	N	6	27%
	H	5	23%
	TH	3	14%
SPI	HE	2	9%
	HF	1	5%
	HM	6	27%
	SM	10	45%
	SF	3	14%
	SE	0	0%

<b>AIN SEFRA</b>			
<b>Indice</b>	<b>Classe</b>	<b>Nombre</b>	<b>%</b>
<b>Em</b>	H	11	50%
	S	11	50%
<b>Ip</b>	H	11	50%
	S	11	50%
<b>AF</b>	TS	3	14%
	S	5	23%
	N	6	27%
	H	5	23%
	TH	3	14%
<b>SPI</b>	HE	1	<b>5%</b>
	HF	3	<b>14%</b>
	HM	6	27%
	SM	7	32%
	SF	5	23%
	SE	0	0%

DJELFA			
Indice	Classe	nombre	Pourcentage
Em	H	10	45%
	S	12	55%
Ip	H	11	50%
	S	11	<b>50%</b>
AF	TS	3	14%
	S	5	23%
	N	6	27%
	H	5	23%
	TH	3	14%
SPI	HE	1	5%
	HF	2	9%
	HM	8	36%
	SM	7	32%
	SF	5	23%
	SE	0	0%

NAAMA			
Indice	classe	nombre	Pourcentage
<b>Em</b>	H	9	41%
	S	13	59%
<b>Ip</b>	H	9	41%
	S	13	59%
<b>AF</b>	TS	3	14%
	S	5	23%
	N	6	27%
	H	5	23%
	TH	3	14%
<b>SPI</b>	HE	2	9%
	HF	1	5%
	HM	6	27%
	SM	11	50%
	SF	2	9%
	SE	0	0%

## Conclusion Générale

---

### CONCLUSION GENERALE :

Une étude des précipitations dans notre région a permis plusieurs observations.

La situation géographique est un facteur important dans la détermination des précipitations dans cette région.

La station EL BAYADH est développée avec une précipitation de **327,25** mm.

Elle évolue de **333.89** mm vers DJELFA puis diminue de **260.85** mm AIN SEFRA vers **264.76** mm vers NAAMA. La région Ain sefra et Naama ont des valeurs minimales, moyennes et maximales les plus basses par rapport aux autres stations.

- L'analyse des moyennes mensuelles révèle des décalages saisonniers d'un mois à l'autre. La saison peut être classée dès qu'elle ne correspond plus aux critères établis pour un climat méditerranéen. Il mélange différentes saisons (hiver, printemps, automne, été).
- En calculant différents indices, on peut dire qu'on a affaire à un climat irrégulier avec deux saisons principales. Les intervalles entre les fluctuations des précipitations sont très grands. Les extrêmes peuvent être atteints à tout moment de l'année.

Les conditions humides et sèches peuvent atteindre des niveaux très graves

- Toutes ces remarques nous permettent de dire que nous sommes en face d'un climat irrégulier avec trois saisons dominantes. L'intervalle de variation pluviométrique est très étendu.

# **LISTES DES FIGURES**

Figure 01 : Pluviomètres manuel

Figure 02 : Les pluviomètres optiques

Figure 03 : Pluviographe enregistreurs

Figure 04 : Les pluviomètres à auget basculeur

Figure 05 : radar météorologique

Figure 06 : Situation géographique de la wilaya d'El-Bayadh

Figure 07 : Wilaya d'El-Bayadh

Figure 08 : L'Hiver à El-Bayad

Figure 09 : la végétation dans la Wilaya – El-Bayad

Figure 10 : Château d'eau Oulad Yahia – El-Bayad

Figure 11 : Situation géographique de la wilaya de Djelfa

Figure 12 : Wilaya de Djelfa

Figure 13 : climats de wilaya Djelfa

Figure 14 : Foret de Sen alba

Figure 15 : Situation géographique de la wilaya de Naama

Figure 16 : Trois (3) grands espaces géographiques

Figure 17 : forêt de wilaya Naama

Figure 18 : Localisation des zones d'étude

Figure 19 : Tracé de la loi Normal de la Station de El-Bayad

Figure 20 : Tracé de la loi Normal de la Station de Djelfa

Figure 21 : Tracé de la loi Normal de la Station de Ain sefra

Figure 22 : Tracé de la loi Normal de la Station de Naama

Figure 23 : Histogramme des classes de fréquence des moyennes annuelles pluviométriques pour d'El-Bayadh

Figure 24 : Histogramme des classes de fréquence des moyennes annuelles pluviométriques pour de Djelfa

Figure 25 : Histogramme des classes de fréquence des moyennes annuelles



pluviométriques pour d'Ain Sefra

Figure 26: Histogramme des classes de fréquence des moyennes annuelles pluviométriques pour de Naama

Figure 27: Evolution des moyennes, des minimas et maximas des stations

Figure 28: Tracé curviligne des moyennes annuelles pluviométriques pour la station d'El-Bayadh

Figure 29: Tracé curviligne des moyennes annuelles pluviométriques pour la station de Djelfa

Figure 30: Tracé curviligne des moyennes annuelles pluviométriques pour la station d'Ain Sefra

Figure 31: Tracé curviligne des moyennes annuelles pluviométriques pour la station de Naama

Figure 32: Tracé des écarts des pluviométries moyennes annuelles pour la station El-Bayadh

Figure 33: Tracé des écarts des pluviométries moyennes annuelles pour la station Djelfa

Figure 34: Tracé des écarts des pluviométries moyennes annuelles pour la station Ain Sefra

Figure 35: Tracé des écarts des pluviométries moyennes annuelles pour la station Naama

Figure 36: Graphique du tableau de délimitation des mois humides et secs d'EL-Bayadh

Figure 37: Graphique du tableau de délimitation des mois humides et secs de Djelfa

Figure 38: Graphique du tableau de délimitation des mois humides et secs d'Ain Sefra

Figure 39: Graphique du tableau de délimitation des mois humides et secs de Naama

Figure 40: Précipitation saisonnières des quatre stations

# Liste des tableaux

**Tableau 01** : Présentation des stations pluviométriques

**Tableau 02** : Application de la méthode de Wilcoxon sur la Station de EL BAYADH .

**Tableau 03** : Application de la méthode de Wilcoxon sur la Station de DJELFA

**Tableau 04** : Application de la méthode de Wilcoxon sur la Station AIN SEFRA.

**Tableau 05** : Application de la méthode de Wilcoxon sur la Station NAAMA.

**Tableau 06** : tableau de fréquence des pluies annuelles d'EL BAYADH

**Tableau 07** : tableau de fréquence des pluies annuelles de DJELFA

**Tableau 08** : tableau de fréquence des pluies annuelles d'AIN SEFEA

**Tableau 09** : tableau de fréquence des pluies annuelles de NAAMA

**Tableau 10** : Calcul du coefficient de variation

**Tableau 11**: Test de khi deux pour la station de EL BAYADH

**Tableau 12**: Test de khi deux pour la station de DJELFA

**Tableau 13**: Test de khi deux pour la station AIN SEFRA

**Tableau 14**: Test de khi deux pour la station NAAMA

**Tableau 15** : résultat du test de  $\chi^2$  des précipitations annuelles des quatre stations

**Tableau 16** : Détermination de l'équation de base de la période de récurrence des quatre stations

**Tableau 17** : calcul des modules humides

**Tableau 18** : calcul des modules sec

**Tableau 19** : Récurrence des pour les pluies les plus fortes et les plus faibles

**Tableau 20** : Tableau des classes des fréquences des moyennes annuelles pluviométriques d'EL BAYADH

**Tableau 21** : Tableau des classes des fréquences des moyennes annuelles pluviométriques de DJELFA

**Tableau 22**: Tableau des classes des fréquences des moyennes annuelles pluviométriques d'AIN SEFRA

**Tableau 23**: Tableau des classes des fréquences des moyennes annuelles pluviométriques de NAAMA

**Tableau 24**: Evolution des moyens médians, minima et maxima annuelles Pluviométriques

**Tableau 25**: Analyse des tracés des écarts à la moyenne de la station d'EL BAYADH

**Tableau 26** : Analyse des tracés des écarts à la moyenne de la station de DJELFA

**Tableau 27:** Analyse des tracés des écarts à la moyenne de la station d'AIN SEFRA

**Tableau 28:** Analyse des tracés des écarts à la moyenne de la station de NAAMA

**Tableau 29:** Délimitation des mois secs et humide de différente station

**Tableau 30:** Valeurs moyennes mensuelles des précipitations des différentes stations

**Tableau 31:** Tableau pluviométrique des quatre stations

**Tableau 32:** Distribution selon les fréquences

**Tableau 33:** Les différentes classes de l'indice du nombre d'écarte type

**Tableau 34:** Classe de distribution des années selon SPI

**Tableau 35:** Calcul des indices de sécheresse

# Références bibliographiques

**Ahmed, Sari. (2002)** : L'hydrologie de surface (Université de Bab Ezzouar, Alger).

**Abidat .A (1999)** : Contribution à l'étude hydro-climatique du massif du Dahra (Bassins versant d'Oued Kramis et Oued Tarhia).

**Bennani, Mohammed. (2016)** : 'Etude de la variabilité spatio-temporelle des précipitations dans le Nord-Est d'Algérie.

**Beran MA, Rodier JA (1987)** : aspects hydrologiques des sécheresses. Contribution au programme hydrologique international. Rapport préparé par un comité mixte UNESCO/OMM, 172p

**Bergaoui. M et Al (2001)** : caractérisation de la sècheresse météorologique et hydrologique : Cas du bassin versant de Siliana en Tunisie

**Bouhafs. HM et al. (2019)** : Estimation des données manquante de pluie par différentes approches, Université de Ghardaia (Algérie).

**Bouziani .N (2009)** : Etude hydro climatique des bassins versants de l'Oued Hounet et l'Oued Melrir (w. Mascara).Mémoire d'ingéniorat. Centre Universitaire de Mostaganem.

**Bouzina D., Fellague M.A. et Meddi M., (1993)** : Cartographie automatique de répartition spatiale des précipitations dans le bassin versant du Cheliff. Mémoire de Fin d'Etudes - Université d'Cheliff. 125 p.

**Dagnelie P. (1970)** : Théorie et méthodes statistiques. Edit .Press - agronomiques de Gembloux, Belgique, vol. 2, 451 p.

**Desire E., (1975)** : Recherches statistiques sur les précipitations en Picardie. Homme et Terres du Nord, 2. 5-12.

**Diarra. D (2006)** : Contribution à l'étude hydro climatique d'un transect Nord-Sud Khadra –Ammi Moussa Algérie. Mémoire d'ingéniorat. Centre Universitaire de Mostaganem.

**Fahim .F (2010)** : Contribution à l'étude hydrogéologique de la région Naama. Mémoire d'ingéniorat. Centre Universitaire Mostaganem.

**Habbouchi. R ; (2018)** : Etude et Analyse des Précipitations annuelles et Mensuelles dans la région d'Oran. Mémoire de Master, université de Mostaganem.

- EL Mahi A.** (2002) : Déficit pluviométrique des dernières décennies en Algérie du Nord et son impact sur les ressources en eau. Mémoire de magister, C.U.Mascara.
- Louissi A.** (2004) : impact des changements climatiques sur les ressources hydriques et la diversité biologique. Mémoire de magister, C.U.Mascara.
- Louissi. A.** (1992) : Contribution à la formation des micro régions climatiques pour la région de Mascara, Thèse d'Ingénieur, Centre Universitaire de Mascara.
- F.Moariconi et F.Dinard** (2000) : François Moriconi-Ebrar, Frédéric Dinard L'URBANISATION DU LITTORAL MÉDITERRANÉEN Mappemonde 57 (2000.1)
- J. Klein et S. Tabarly(2003) : Les espaces littoraux : gestion, protection, aménagement, *Géoconfluences*, Glossaires spécialisés, URL,<http://geoconfluences.ens-lsh.fr>
- Khaldi .A.** (2005) : Impacts de la sécheresse sur le régime des écoulements souterrains dans les massifs calcaires de l'Ouest Algérien « Monts de Tlemcen –Saida ». Thèse de Doctorat d'Etat, Université d'Oran, Algérie. 229 p.
- Latroch. A** ; (2021) : Etude et analyse des précipitations annuelles et mensuelles dans la région de Tlemcen. Mémoire de Master de fin étude, université de Mostaganem.
- Laborde J.P.** (1993) : Carte pluviométrique de l'Algérie du Nord à l'échelle du 1/500 000. Agence Nationale des Ressources Hydrauliques, projet PNUD/ALG/88/021, une carte avec notice explicative, 44 p
- Lubes H., Masson J.M., Servate E., Paturel J.E,Kouame B. et Boyer J.F.**(1994) : caractérisation des fluctuations dans une série chronologique par application de tests statistiques. Etude bibliographique. Programme ICCARE, Rapport n°3, ORSTOM, Montpellier.
- Lubes-Niel H., Masson J.M., et Servat E.** (1998) : Variabilité climatique et statistique. Etude par simulation de la puissance et de la robustesse de quelques tests utilisés pour vérifier l'homogénéité des chroniques. Revue des Sciences de l'eau, vol.11, n°3, p. 383-408.
- Merz, R., Blöschl, G.,** (2005) : Flood frequency regionalisation–spatial proximity vs. Catchment attributes. Journal of Hydrology 302, pp. 283–306

**Medjahed. L** (1995) : Etude hydro climatique d'un bassin au Nord du Chott El Gharbi (Abdel Moula et Msekhsa).Mémoire d'ingénieur. Université de Mostaganem.

**Mekee TB, Doesken NJ, Kleist J** (1993) : The relationship of drought frequency and duration to time scales. Preprints, 8th Conference on applied Climatology, 17-22 January, Anaheim, CA, 179-84

**Prenant A.** (1991) : Littoral intérieur et dynamique urbaine dans l'histoire de l'Algérie, *Les Cahiers d'Urbama*, n°5, Tours, Publications du Centre d'Études et de Recherches sur l'Urbanisation du Monde Arabe, pp. 21-33.

**ONM** : Office Nationale Météorologique.