

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



جامعة عبد الحميد بن باديس
مستغانم
كلية علوم الطبيعة و الحياة

DEPARTEMENT D'AGRONOMIE

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

Présenté par :

LATROCH ABDELKADER

Pour l'obtention du diplôme de Master en Sciences Agronomiques

Spécialité : Gestion Conservatoire des eaux, des sols et de l'environnement

THEME

**Etude et analyse des précipitations annuelles et
mensuelles dans la région de Tlemcen.**

Devant le jury :

Président : M.LARID MOHAMED

Pr Université de Mostaganem

Encadreur : M .BOUALEM AEK

Mc_B Université de Mostaganem

Examineur : M .TAHRI MILOUD

MA_A Université de Mostaganem

Année Universitaire : 2020-2021

Remerciements

Tout d'abord, nous remercions le Dieu, notre créateur de nos avoir donné les forces, la Volonté et le courage afin d'accomplir ce travail modeste. Nous adressons le grand remerciement à notre encadreur qui a proposé le thème de ce Mémoire Mr M .BOUALEM AEK , pour ses conseils et ses dirigés du début à la fin de ce travail. Nous tenons également à remercier messieurs les membres de jury. Mr. LARID MOHAMED pour nous avoir fait l'honneur de présider le jury de cette mémoire. Nous souhaitons exprimer notre gratitude à Mr TAHRI MILOUD et à pour avoir faire de lecteur notre mémoire, aller l'examiner et ils peuvent évaluer cette mémoire. Nous vous Remercions pour l'intérêt que vous avez porté à ce travail et pour vos précieux conseils.

Dédicaces

A Mes êtres les plus chers, mes parents dont le rêve était toujours de Me voir réussir. Qu'ils sachent que leur place dans mon cœur et ma Pensée, reste et demeure immense.

A Tous ceux qui ont pensé à moi.

LATROCH ABDELKADER

TABLE DES MATIERS

INTRODUCTION GENERALE	1
Chapitre I : Aperçu générale sur la région d'étude	
I.1.La situation géographique	2
I.2.Aspect Administratif	3
I.3 .Situation démographique	4
I.4. Relief.....	4
I.5.Le climat.....	7
I.6.Foret	7
I.7.Les potentialités économiques de la wilaya de Tlemcen.....	7
Chapitre II : Analyse des données pluviométriques	
II.1. Introduction.....	9
II.2. Etude des précipitations	9
II.2.1.Collecte des données.....	9
II.2.2. Choix de la période d'étude	9
II.3.Contrôle de l'homogénéité des données	10
II.3.1. Test de Wilcoxon.....	11
II.3.1.1. Application de la méthode de Wilcoxon sur la Station d' Beni saf.....	12
II.3.1.2. Application de la méthode de Wilcoxon sur la Station de GHazaouete.....	13
II.3.1. Application de la méthode de Wilcoxon sur la Station znta Tlemcen.....	14
II.3.1. Application de la méthode de Wilcoxon sur la Station Maghnia	15
II.3.2. Ajustement par la loi Normale.....	16
II.3.2.Théorie de l'ajustement à la loi Normale	16

a) Station d' Bni saf	17
b) Station de ghazaoute.....	18
c) Station de Zmeta Tlemcen	19
d) Station maghnia.....	20
II.3.2.2 Analyse des tracés de la loi Normale.....	21
II.3.3. Test du khi deux	21
a) Calcul du coefficient de variation(Cv)	21
b) Théorie du test de Khi deux	22
c) Résultat du test du Khi deux.....	24
II.3.4. Conclusion	25
 Chapitre III : Variabilité des précipitations annuelles et mensuelles	
III.1. Introduction.....	26
III.2. Calcul des récurrences.....	26
III.2.1. Calcul du module sec.....	26
a) Calcul du module décennal sec	26
b) Calcul du module de cinquante(50) ans sec.....	26
c) Calcul du module centenaire sec.....	27
III.2.2. Calcul du Module Humide.....	27
a) Calcul du module décennal humide.....	27
b) Calcul de module cinquante (50) ans humide	27
c) Calcul de module centenaire humide.....	27
III.2.3. Récurrence du module théorique le plus fort	27
III.2.4. Récurrence du module théorique le plus faible.....	27
III.2.5. Analyse du calcul des récurrences.....	29
III .3. Les histogrammes des fréquences absolues des hauteurs annuelles des pluies.....	30

a.la station d’Bni saf	30
b. La station de Ghazaouete.....	31
c.la station Zneta Tlemcen.....	33
d. La station de Maghnia.....	34
III.4. Evolution des moyennes, des minima, et des maxima des stations	35
III.5. Analyse de la tendance générale par le tracé curviligne	37
III.6. Analyses par le tracé des écarts par rapport à la moyenne annuelle.....	40
a.la station d’ Bni saf	40
b. La station Ghazaouete	42
c.la station Zneta Tlemcen	43
d. La station maghnia.....	45
III.6.1. Délimitation des mois secs et humides.....	47
III.6.2.Précipitations saisonnières.....	51
III.6.3 : La détermination des quatre saisons.....	52
III.7. Conclusion	53
 Chapitre VI : Caractérisation de la sécheresse	
IV. Caractérisation de la sécheresse météorologique.....	54
IV.1. Indices de sécheresses.....	54
IV.1.1. Indice de l’écart à la moyenne (Em).....	54
IV.1.2. Indice de pluviosité (Ip)	54
IV.1.3. Distribution selon les fréquences.....	55
IV.2. Indices de sévérité.....	55
IV.2.1. Indice du nombre d’écart type	55
IV.2.2. Indice standardisé de précipitation.....	56
IV.3. Analyse du calcul des indices	57

Bibliographie

Résumé

Ce travail consiste à faire l'étude de pluviométrie de la région de Tlemcen dans la période (2000-2020). Pour tenter d'élucider ce problème, il est indispensable d'analyser au préalable le terme précipitation. On va essayer de répondre à quelques questions préoccupantes et fondamentales, entre autres :

Comment évalue la pluviométrie de notre région dans l'espace ?

Y a-t-il une diminution des précipitations pendant cette dernière décennie ?

Dans cette perspective, nous contribuons à étudier la pluviométrie en utilisant le traitement statistique et l'analyse des indices de sécheresse.

L'analyse des moyennes mensuelles nous a montré qu'il y a un décalage des mois des saisons, on pourra qualifier ses saisons de précoce car elles ne correspondent plus à la référence établie pour un climat méditerranéen. Les différentes saisons (hiver, printemps, automne et été) se confondent entre eux. Le calcul des différents indices ont permis de dire que nous sommes en face d'un climat irrégulier avec deux saisons dominantes. L'intervalle de variation pluviométrique est très étendu. L'extrême peut être atteint à tout moment de l'année : quand il y a humidité ou sécheresse, l'une comme l'autre peut atteindre un degré de sévérité très élevée.

Mots Clés : Climat, pluviométrie, sécheresse, Tlemcen

Abstract

This work consists in carrying out the pluviometer study of the Tlemcen region in the period (2000-2020). To try to elucidate this problem, it is essential to analyze the term precipitation beforehand. We will try to answer some worrying and fundamental questions, among others: How is the rainfall in our region evaluated in space? Has there been a decrease in precipitation over the past decade? In this perspective, we help to study rainfall using statistical processing and analysis of drought indices. The analysis of the monthly averages has shown us that there is a shift in the months of the seasons; we can qualify its seasons as early because they no longer correspond to the reference established for a Mediterranean climate. The different seasons (winter, spring, autumn and summer) merge with each other.

The calculations of the different indices have made it possible to say that we are facing an irregular climate with two dominant seasons. The rainfall variation interval is very wide. The extreme can be reached at any time of the year: when there is humidity or drought, both can reach a very high degree of severity.

Keywords: Climate, rainfall, drought, Tlemcen

INTRODUCTION GENERALE:

Au cours de la dernière décennie, la problématique des changements climatiques a été reconnue comme l'un des problèmes majeurs du développement à l'échelle locale et régionale voire même à l'échelle internationale, aux côtés du développement durable, de la préservation et de la protection de l'environnement. De fait, la tendance actuelle est de considérer que les réponses au changement climatique font partie intégrante de la prise de décision sur la gestion durable des ressources. En Algérie, il est admis que des mesures sont nécessaires pour améliorer la capacité à s'adapter à la variabilité pluviométrique et aux phénomènes extrêmes (inondations et sécheresses.). La sécheresse peut être considérée à différentes échelles: mensuelle, saisonnière et annuelle. Elle devient dangereuse dès qu'elle persiste deux ou trois années successives. Alors, nous avons choisi aussi d'étudier la persistance de la sécheresse à l'échelle annuelle et saisonnière.

Dans notre travail consiste à faire l'étude de pluviométrie de la région de Tlemcen dans la période (2000-2020).

Pour tenter d'élucider ce problème, il est indispensable d'analyser au préalable le terme précipitation. On va essayer de répondre à quelques questions préoccupantes et fondamentales, entre autres :

Comment évalue la pluviométrie de notre région dans l'espace ?

Y a-t-il une diminution des précipitations pendant cette dernière décennie ?

Dans cette perspective, nous contribuons à étudier la pluviométrie en utilisant le traitement statistique et l'analyse des indices de sécheresse.

Pour notre travail, nous avons choisi une méthodologie qui se caractérise comme suit :

1. collecte des données pluviométriques et création d'une banque de données sur l'ordinateur.

2. prétraitement des données :

- ❖ Test de Wilcoxon
- ❖ Test d'ajustement à la loi normale
- ❖ Test de coefficient de variation
- ❖ Test de Khi deux

3. traitement statistique des données et calcul des indices de sécheresse :

- ❖ Variabilité des moyennes annuelles, moyennes mensuelles et saisonnières.
- ❖ Caractérisation de la sécheresse à l'aide des indices.

Chapitre I : Aperçu générale sur la région d'étude

I.1. Situation géographique :

- La Wilaya de Tlemcen est située sur le littoral Nord-ouest du pays et dispose d'une façade maritime de 120 km. C'est une wilaya frontalière avec le Maroc, Avec une superficie de 9 017,69 km². Le Chef-lieu de la wilaya est situé à 432 km à l'Ouest de la capitale, Alger,

Limitées territoriales :

- La wilaya se situe à l'extrémité nord-ouest du pays et occupe l'Oranie occidentale, elle s'étend du littoral au Nord à la steppe au Sud³. Elle est délimitée :
- au nord, par la Méditerranée ;
- à l'ouest, par le Maroc;
- au sud, par la wilaya de Naâma ;
- à l'est, par les wilayas de Sidi-Bel-Abbes et Aïn Témouchent;

➤ **superficie :**

La wilaya s'étend sur une superficie de 9 017,69 km²



Figure N°I.01 : Situation géographique de la wilaya de Tlemcen

I.2.Aspect Administratif :

La wilaya d’Tlemcen est constituée administrativement de 53 communes et de 20 daïras subdivisées comme suit :

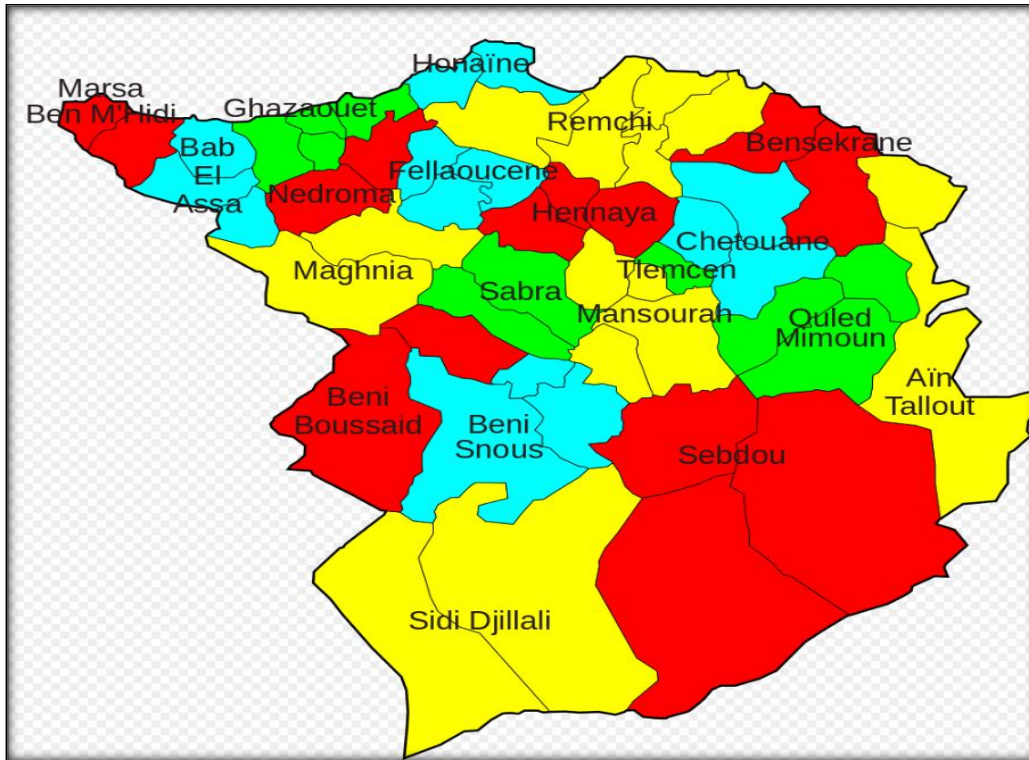


Figure N°I.02 : Daïras de la wilaya de Tlemcen

Daïra	Nombre de communes	Communes
Aïn Tallout	2	Aïn Nehala • Aïn Tallout
Bab El Assa	3	Bab El Assa • Souani • Souk Tlata
Beni Boussaid	2	Beni Boussaid • Sidi Medjahed
Beni Snous	3	Azaïls • Beni Bahdel • Beni Snous
Bensekrane	2	Bensekrane • Sidi Abdelli
Chetouane	3	Aïn Fezza • Amieur • Chetouane
Fellaoucene	3	Aïn Fetah • Aïn Kebira • Fellaoucene
Ghazaouet	4	Dar Yaghmouracene • Ghazaouet • Souahlia • Tienet
Hennaya	3	Hennaya • Ouled Riyah • Zenata
Honaine	2	Beni Khellad • Honaine
Maghnia	2	Hammam Boughrara • Maghnia
Mansourah	4	Aïn Ghoraba • Beni Mester • Mansourah • Terny Beni Hdiel
Marsa Ben M'Hidi	2	Marsa Ben M'Hidi • MSirda Fouaga
Nedroma	2	Djebala • Nedroma
Ouled Mimoun	3	Beni Semiel • Oued Lakhdar • Ouled Mimoun
Remchi	5	Aïn Youcef • Beni Ouarsous • El Fehoul • Remchi • Sebaa Chioukh
Sabra	2	Bouhlou • Sabra
Sebdou	3	El Aricha • El Gor • Sebdou
Sidi Djillali	2	El Bouihi • Sidi Djillali
Tlemcen	1	Tlemcen

I.3 .Situation démographique :

La population totale de la wilaya est de 949 135 habitants, soit une densité de 105 habitants par Km².

I.4.Le relief :

- La wilaya constitue un paysage diversifié ou on rencontre quatre ensembles physiques distincts du nord au sud3:
- La zone Nord est constituée des Monts des Trara et Sebâa Chioukh apparaît comme un massif caractérisé par une érosion assez remarquable et des précipitations peu importantes.
- Un ensemble de plaines agricoles, avec à l'ouest la plaine de Maghnia et au centre et à l'est un ensemble de plaines et plateaux intérieurs appelé bassin de Tlemcen: les basses vallées de Tafna, Isser et le plateau de Ouled Riah. Au sud de cet ensemble, le chef-lieu de la Wilaya est établie. Cet ensemble est caractérisé par de fortes potentialités agricoles, un tissu urbain dense, un bon réseau routier et une importante activité industrielle.
- Les monts de Tlemcen qui font partie de la grande chaîne de l'Atlas tellien qui traverse l'Algérie d'Est et en Ouest, et s'érigent en une véritable barrière naturelle entre les hautes plaines steppiques et le Tell.
- La zone sud constituée par les hautes plaines steppiques. La couverture végétale étant la réplique conditions climatiques (300 mm), les sols peu profonds pauvres en humus sont sensibles à l'érosion, la nappe alfatière constitue un potentiel économique en cellulose pour la fabrication de la pâte à papier couvrant une superficie de 154 000 ha.



PhotoN°I .: les Monts de Tlemcen



PhotoN°I.02 : le bassin de Tlemcen

I.5.Le climat :

Cet agencement géologique va servir de couloir à l'air marin qui va tempérer la rigueur des hivers et la chaleur des étés. La région de Tlemcen s'inscrit comme un îlot arrosé au milieu des zones semi-arides de la Moulouya marocaine à l'Ouest, Sidi-Bel-Abbès et Mascara à l'Est et d'El Aricha au Sud.

La wilaya de Tlemcen a un climat méditerranéen dominant⁴, reposant sur l'opposition entre un hiver océanique où la wilaya est ouverte aux dépressions maritimes et un été désertique qui provoque la remontée et le stationnement d'une chaleur persistante durant toute la saison. La pluviométrie est d'une manière générale soumise à une double irrégularité inter saisonnière et interannuelle. En outre, elle a deux autres climats semi-arides, un chaud et un autre froid^{4/}

I.6.Fôret :

La wilaya de Tlemcen couvre une superficie forestière de l'ordre de 225,000 ha composée de forêt, maquis et broussaille ajouter à cela une nappe alfatière de 154 000 ha. Avec un taux de boisement de 24 % la Wilaya de Tlemcen est considérée comme étant à vocation forestière. Mais la couverture forestière est inégalement répartie, plus de 80 % du potentiel sylvicole est concentré dans les Monts de Tlemcen³.

Les principaux peuplements forestiers sont dominés par les espèces suivantes par ordre d'importance décroissante des superficies concernées: le pin d'Alep, le chêne vert, le thuya, le genévrier oxycèdre, le chêne-liège et diverses autres espèces³.

Les communes les plus boisées, avec une couverture forestière allant du tiers aux deux tiers de leur territoire, se situent en bordure occidentale (Beni Boussaid, Beni Snous, Beni Bahdel, Azails, Bouhlou) et orientale (Oued Lakhdar, Beni Semiel, Aïn Tallout) des Monts de Tlemcen, mais aussi à l'est des Monts de Traras (Beni Khellad, Beni Ouarsous)³.



PHOTO N°I.03 : FORET DE BNI OUERSOUS

I.7. Les potentialités économiques de la wilaya :

La wilaya de Tlemcen comprend les barrages suivants :

- Barrage d'El Meffrouch⁵.
- Barrage de Sikkak⁶.
- Barrage de Béni Bahdel⁷.
- Barrage de Hammam Boughrara⁸.
- Barrage de Sidi Abdelli⁹.

Ces barrages font partie des 65 barrages opérationnels en Algérie¹⁰ alors que 30 autres sont en cours de réalisation en 2015¹

- Secteur de l'agriculture :

L'agriculture est un secteur important dans l'économie de la wilaya de Tlemcen, les plaines de Maghnia, Remchi, Hennaya, les bassins de Beni Ouarsous sont les principaux producteurs des produits agricoles: pommes de terre, agrumes, céréales, légumes.

LA (S.A.U.) est de 352 920 ha, soit 39 % de la surface totale. Les terres de parcours et pacages s'étendent sur une superficie de 166 558 ha, soit 18,5 % de la superficie totale.

- Secteur de tourisme :

la wilaya de Tlemcen dispose de cinquante-huit (58) hôtels¹⁷ et 1896 chambres, toutes catégories confondues, trente (30) bungalows, quatre (04) annexes hôtelières. Ajoutons, à toutes ces infrastructures, les (33) trente-trois hôtels hors-catégories.

La wilaya de Tlemcen dispose de trois stations thermales : Hammam Boughrara, Chiger et Sidi El Abdelli. Elles sont toutes dotées des moyens nécessaires permettant aux visiteurs d'y passer d'agréables et d'excellents séjours.

La wilaya de Tlemcen a une façade maritime longue de 73 km et compte vingt sept plages de sable doré et de galets, à savoir les plages de Marsa ben M'hidi, Muscarda I, Muscarda II, Bidar, Honaine, Tafsout, Agla I, Agla II, El M'khled, Beni Khaled, Sidna Youcha,

Barbadjani...etc. Une dizaine de ces plages sont autorisées à la baignade. La wilaya est dotée de plusieurs complexes touristiques et hôtels. Il est aussi possible de louer des maisons ou appartements de certains propriétaires dans les villages avoisinants.

Chapitre II : Analyse des données pluviométriques

II.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 21 ans, la référence actuelle étant la période 2000-2020 selon les quatre stations climatologiques de notre région.

II.2. Etude des précipitations :

II.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.

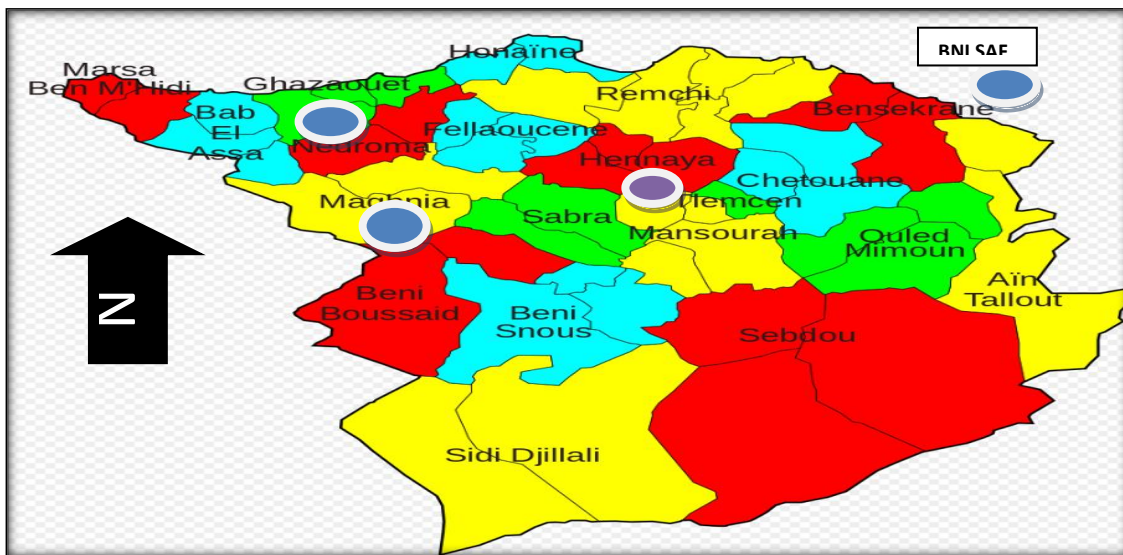
II.2.2. Choix de la période d'étude

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

Tableau N°II.01 : Présentation des stations pluviométriques

Station	Coordonnées géographiques	Année d'étude
BENI SAF	Alt 68m- 35.30° N 1.35° O	2000 - 2020
GHAZAOUET	Alt 83m- 35.10°N 1.87°O	2000 - 2020
TLEMCEN ZNETA	Alt 247m 35.02°N 1.47°O	2000 -2020
MAGHNIA	Alt 426 m- 34.82°N 1.78°O	2000 - 2020

Figure N°II.04 : Localisation des zones d'étude



II.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 leur qualité par l'emploi d'outils statistiques et graphiques, afin de réduire les erreurs systématiques qui pourraient les affecter. « **HABBOUCHI RAHIL (2018)** Etude et Analyse des Précipitations annuelles et Mensuelles dans la région d'Oran. »

II.3.1. Test de Wilcoxon

C'est un test non paramétrique qui utilise la série des rangs des observations, au lieu de la série de leurs valeurs. Le test de Wilcoxon se base sur le principe suivant : Si l'échantillon X est issue d'une même population Y, l'échantillon XUY (union de X et Y) en est également issue.

On procède ainsi :

Soit une série d'observations de longueur N à partir de laquelle on tire deux échantillons X et Y :

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%.

II.3.1.1. Application de la méthode de Wilcoxon sur la Station de Bni Saf

X	y	Rang	(x)U(y)	origine	Rang	(x)U(y)	origine
320,80	345,00	1	392,00	Y	13	373,30	y
396,90	436,00	2	241,00	Y	14	391,00	Y
338,00	391,00	3	229,00	Y	15	396,90	x
440,00	241,00	4	292,00	X	16	399,00	Y
343,00	392,00	5	281,00	y	17	413,00	x
292,00	399,00	6	281,60	y	18	462,00	y
343,00	462,00	7	320,80	x	19	436,00	X
413,00	324,00	8	338,00	x	20	436,00	y
436,00	281,00	9	324,00	Y	21	440,00	x
	373,30	10	343,00	X			
	281,60	11	343,00	x			
	229,00	12	345,00	y			
	W_X	112					

On a: $N_1=9$, $N_2=12$

$$\left\{ \begin{array}{l} W_{min} = 66.42 \\ W_{max} = 131.55 \end{array} \right. \quad \text{on vérifie l'inégalité: } W_{min} < W_x < W_{max}$$

$W_x=112$

C'est-à-dire $66.42 < 112 < 131.55$

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

II.3.1.2. Application de la méthode de Wilcoxon sur la Station de Ghazaouet

Tableau N° .II.03 : Application de la méthode de Wilcoxon sur la Station de Ghazaouet

X	y	Rang	(x)U(y)	origine	Rang	(x)U(y)	origine
289,00	304,00	1	289,00	Y	13	392,00	y
414,00	517,00	2	207,90	Y	14	381,00	Y
312,80	490,00	3	215,00	Y	15	384,00	x
392,00	345,00	4	248,80	X	16	440,00	Y
341,00	440,00	5	265,00	y	17	414,00	x
321,00	451,00	6	345,00	y	18	451,00	y
337,00	383,00	7	304,00	x	19	490,00	X
381,00	265,00	8	321,00	x	20	503,00	y
503,00	215,00	9	337,00	Y	21	517,00	x
	384,00	10	312,80	X			
	248,80	11	341,00	x			
	207,90	12	383,00	y			
	W_x	112					

On a: $N_1=8$, $N_2=10$

$W_{min} = 66.42$

$W_{max}=131.55$ on vérifie l'inégalité: $W_{min} < W_x < W_{max}$

$W_x=112$ C'est-à-dire $66.42 < 112 < 131.55$

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

II.3.1.3. Application de la méthode de Wilcoxon sur la Station de Maghnia

Tableau N° .II.04 : Application de la méthode de Wilcoxon sur la Station de Maghnia.

X	y	Rang	(x)U(y)	origine	Rang	(x)U(y)	origine
243,00	408,00	1	168,30	Y	13	291,00	y
228,70	355,00	2	197,00	Y	14	303,50	Y
282,00	323,00	3	213,00	Y	15	312,00	x
400,00	213,00	4	228,70	X	16	323,00	Y
276,20	291,00	5	233,00	y	17	355,00	x
168,30	312,00	6	243,00	y	18	363,00	y
266,00	197,00	7	261,00	x	19	384,00	X
278,00	233,00	8	266,00	x	20	400,00	y
363,00	261,00	9	276,20	Y	21	408,00	x
	384,00	10	278,00	X			

	303,50	11	281,90	x
	281,90	12	282,00	y
	W_X	102		

On a: $N_1=8$, $N_2=10$

$$\left\{ \begin{array}{l} W_{\min} = 66.42 \\ W_{\max} = 131.55 \\ W_X = 102 \end{array} \right. \quad \begin{array}{l} \text{on vérifie l'inégalité: } W_{\min} < W_X < W_{\max} \\ \text{C'est-à-dire } 66.42 < 102 < 131.55 \end{array}$$

➤ L'inégalité est donc vérifiée, et donc notre donnée est homogène.

II.3.1.4. Application de la méthode de Wilcoxon sur la Station de Zneta Tlemen :

Tableau N°.II.05 : Application de la méthode de Wilcoxon sur la Station Zneta Tlemen.

X	y	Rang	(x)U(y)	origine	Rang	(x)U(y)	origine
287,20	363,00	1	323,00	Y	13	337,00	y
481,90	363,00	2	206,00	Y	14	363,00	Y
328,00	391,00	3	240,00	Y	15	363,00	x
420,00	243,00	4	203,30	X	16	379,90	Y
387,00	323,00	5	243,00	y	17	387,00	x
230,00	337,00	6	230,00	y	18	391,00	y
224,00	240,00	7	224,00	x	19	420,00	X
317,00	242,00	8	242,00	x	20	427,00	y
427,00	206,00	9	287,20	Y	21	481,90	x
	379,90	10	328,00	X			
	299,30	11	299,30	x			
	203,30	12	317,00	y			
	W_X	112					

On a: $N_1=8$, $N_2=10$

$$\left\{ \begin{array}{l} W_{\min} = 66.42 \end{array} \right.$$

$W_{\max}=131.55$ on vérifie l'inégalité: $W_{\min}<W_x<W_{\max}$

$W_x=112$ C'est-à-dire $66.42 < 112 < 131.55$

➤ L'inégalité est donc vérifiée, et donc notre donnée est homogène.

II.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.

II.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 lorsque : « DAGNELIE P.(1970)-Th2orie et méthodes statistiques. Edit .Presse agronomiques de Gembloux, Belgique, vol. 2, 451 p. »

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

La fonction de la loi Normale est déterminée par la formule suivante :

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

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

δx : Ecart type de la variable aléatoire

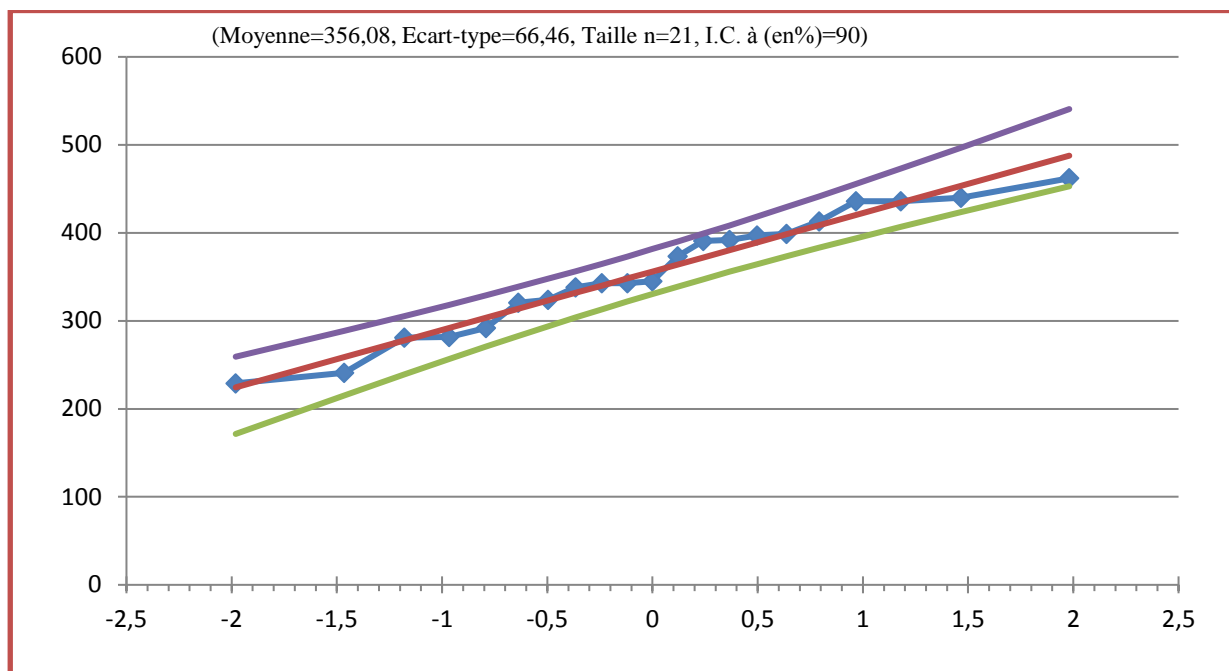
a) Station de Bni saf :

Tableau N°II.6 : Tableau de fréquence des pluies annuelles Station de Bni saf .

valeur observée	effectif n	effectif cumulé	Fréquence
			Fi= n /N+1 (%)
392,00	1	1	4,55
241,00	1	2	9,09
229,00	1	3	13,64
292,00	1	4	18,18
281,00	1	5	22,73
281,60	1	6	27,27
320,80	1	7	31,82
338,00	1	8	36,36
324,00	1	9	40,91
343,00	2	11	50,00
343,00	1	12	54,55
345,00	1	13	59,09
373,30	1	14	63,64
391,00	1	15	68,18
396,90	1	16	72,73
399,00	1	17	77,27
413,00	1	18	81,82
462,00	1	19	86,36
436,00	1	20	90,91

436,00	1	21	95,45
440,00	1	22	100,00

Figure N II.05 :Tracé de la loi Normal de la Station de Beni saf .



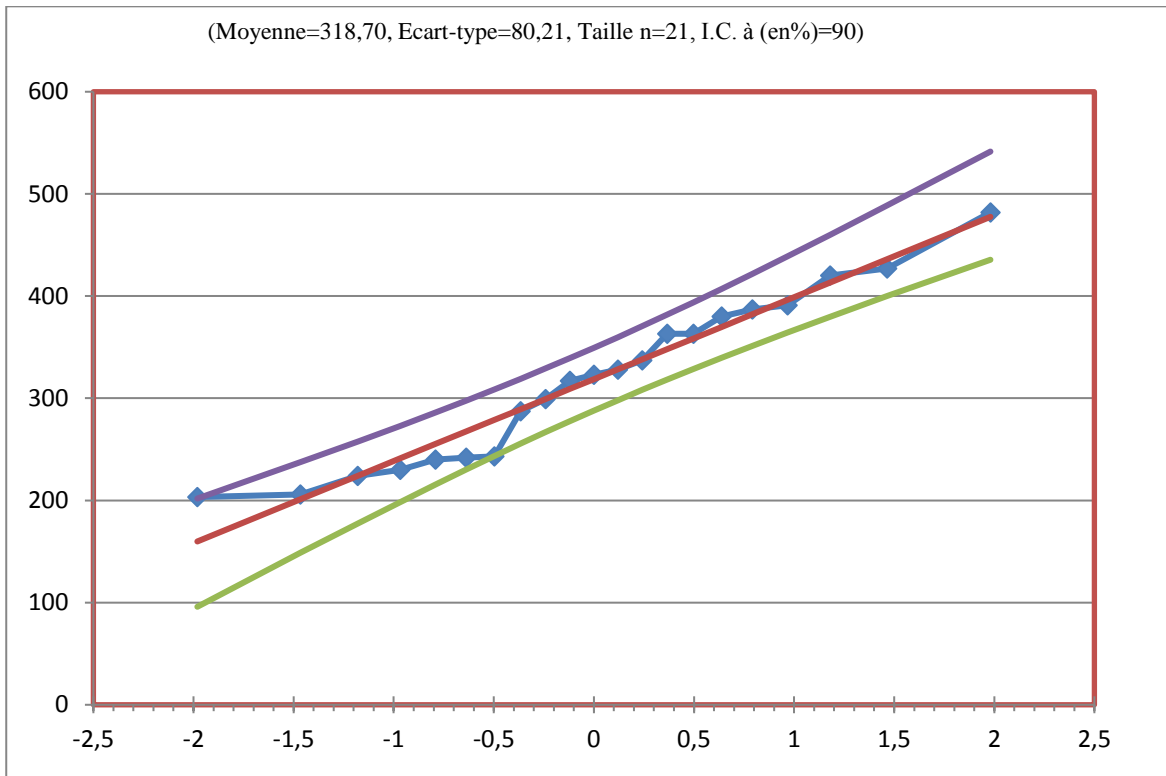
b) Station de Zneta Tlemcen :

Tableau N°II.07 : Tableau de fréquence des pluies annuelles **Zneta Tlemcen**

valeur observée	effectif n	effectif cumulé	Fréquence
			$F_i = n / N + 1$ (%)
323,00	1	1	4,55
206,00	1	2	9,09
240,00	1	3	13,64
203,30	1	4	18,18
243,00	1	5	22,73
230,00	1	6	27,27
224,00	1	7	31,82
242,00	1	8	36,36
287,20	1	9	40,91
328,00	2	11	50,00
299,30	1	12	54,55
317,00	1	13	59,09
337,00	1	14	63,64
363,00	1	15	68,18
363,00	1	16	72,73
379,90	1	17	77,27
387,00	1	18	81,82
391,00	1	19	86,36
420,00	1	20	90,91

427,00	1	21	95,45
481,90	1	22	100,00

Figure N II.06 : Tracé de la loi Normal de la station de Zneta Tlemcen



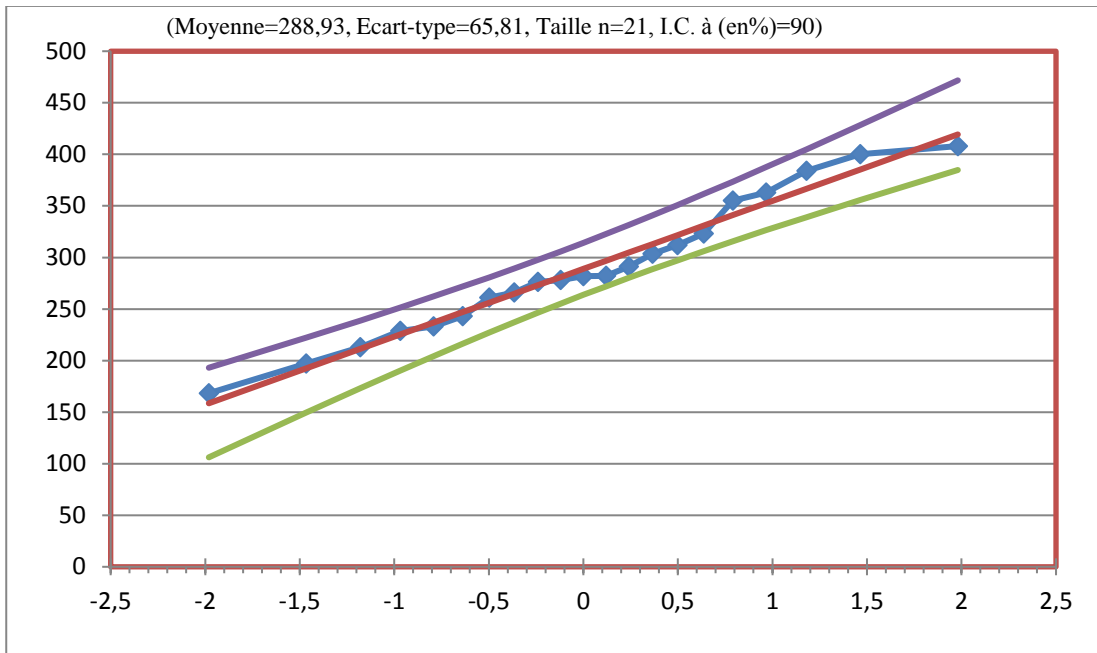
c) Station de Maghnia :

Tableau N°II.8 :Tableau de fréquence des pluies annuelles de Maghnia.

valeur observée	effectif n	effectif cumulé	Fréquence
			$F_i = n / N + 1$ (%)
168,30	1	1	4,55
197,00	1	2	9,09
213,00	1	3	13,64
228,70	1	4	18,18
233,00	1	5	22,73
243,00	1	6	27,27
261,00	1	7	31,82
266,00	1	8	36,36
276,20	1	9	40,91
278,00	2	11	50,00
281,90	1	12	54,55
282,00	1	13	59,09

291,00	1	14	63,64
303,50	1	15	68,18
312,00	1	16	72,73
323,00	1	17	77,27
355,00	1	18	81,82
363,00	1	19	86,36
384,00	1	20	90,91
400,00	1	21	95,45
408,00	1	22	100,00

Figure N II.07 : Tracé de la loi Normal de station de Maghnia



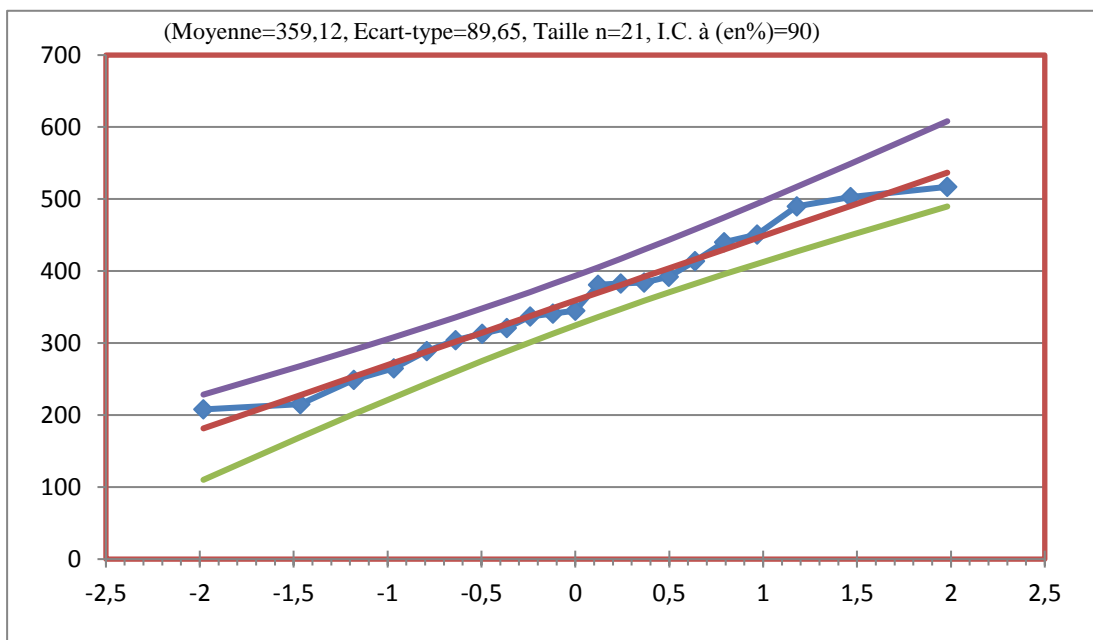
d) Station de Ghazaouet :

Tableau N°II.9 : Tableau de fréquence des pluies annuelles **Ghazaouet**.

valeur observée	effectif n	effectif cumulé	Fréquence
			$F_i = n / N + 1$ (%)
289,00	1	1	4,55
207,90	1	2	9,09
215,00	1	3	13,64
248,80	1	4	18,18
265,00	1	5	22,73
345,00	1	6	27,27
304,00	1	7	31,82
321,00	1	8	36,36
337,00	1	9	40,91
312,80	2	11	50,00
341,00	1	12	54,55

383,00	1	13	59,09
392,00	1	14	63,64
381,00	1	15	68,18
384,00	1	16	72,73
440,00	1	17	77,27
414,00	1	18	81,82
451,00	1	19	86,36
490,00	1	20	90,91
503,00	1	21	95,45
517,00	1	22	100,00

Figure N II.08: Tracé de la loi Normal de station de **Ghazaouet**



II.3.2.2. Analyse des tracés de la loi Normale

L'analyse des figures N°2, 3, 4, et 5 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.

II.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 (Cv) 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 sur la moyenne. Le coefficient de variation marque numériquement l'importance du degré de variabilité des moyennes pluviométriques dans les séries ainsi que la dispersion en nombre des valeurs autour de la moyenne, plus ce nombre est grand, plus la dispersion est forte, il permet aussi de mieux comprendre la variabilité de la pluviosité et l'irrégularité des pluies .

Le coefficient de variation étant inférieur à 0,5 pour les quatre stations alors on pourra procéder au calcul du Khi deux.

Tableau N°II.10 : Calcul du coefficient de variation

Station	Moyenne p	Ecart type δ	Cv= δ /P
BENI SAF	356,08	66,46	0,29
GHAZAOUET	359,12	89,65,	0,25
TLEMCEN ZNETA	318,70	80,21	0,25
MAGHNIA	288,93	65,81	0,23

b) Théorie du test de Khi deux

Si **ni** représente le nombre d'échantillon observés et **npi** 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 [3].

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 (ni) à l'effectif théorique (npi) obtenu pour chaque classe, par l'application de la loi on a alors :

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

Soit l'effectif théorique de classe :

$$npi = n/k$$

Avec k : le nombre de classe

n : effectif observé de class k = 4

Tableau N°II.11: Test de khi deux pour la station de BENI SAF

Classes K	Limites des classes		Effectifs observés (ni)	Effectifs théoriques (npi)	$\frac{(ni - npi)^2}{npi}$
1	281,00	292,00	4	4,20	0,0095
2	324,00	338,00	4	4,20	0,0095
3	345,00	373,30	4	4,20	0,0095
4	392,00	399,00	4	4,20	0,0095
5	413,00	440,00	5	4,20	0,1524
Totaux			21	21,00	0,1905
			N	Npi	χ^2

Tableau N°II.12: Test de khi deux pour la station de Zneta Tlemcen

Classes K	Limites des classes		Effectifs observés (ni)	Effectifs théoriques (npi)	$\frac{(ni - npi)^2}{npi}$
1	323,00	203,30	4	4,20	0,0095
2	243,00	242,00	4	4,20	0,0095
3	287,20	317,00	4	4,20	0,0095
4	337,00	379,90	4	4,20	0,0095
5	387,00	481,90	5	4,20	0,1524
Totaux			21	21,00	0,1905
			N	Npi	χ^2

Tableau N°II.13: Test de khi deux pour la station de GHAZAOUET

Classes K	Limites des classes		Effectifs observés (ni)	Effectifs théoriques (npi)	$\frac{(ni - npi)^2}{npi}$
1	289,00	248,80	4	4,20	0,0095
2	265,00	321,00	4	4,20	0,0095
3	337,00	383,00	4	4,20	0,0095
4	392,00	440,00	4	4,20	0,0095
5	414,00	517,00	5	4,20	0,1524
Totaux			21	21,00	0,1905
			N	Npi	χ^2

Tableau N°II.14: Test de khi deux pour la station de Maghnia

Classes K	Limites des classes		Effectifs observés (ni)	Effectifs théoriques (npi)	$\frac{(ni - npi)^2}{npi}$
1	168,30	228,70	4	4,20	0,0095
2	233,00	266,00	4	4,20	0,0095
3	276,20	282,00	4	4,20	0,0095
4	291,00	323,00	4	4,20	0,0095
5	355,00	408,00	5	4,20	0,1524
Totaux			21	21,00	0,1905
			N	Npi	χ^2

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

	Beni Saf	Zneta Tlemcen	GHAZAOUET	Maghnia
χ^2 calculé	0,1905	0,1905	0,1905	0,1905
Ddl	4	4	4	4
χ^2 tabulé	9,49			
Observation	Bon ajustement			

c. Résultat du test du Khi deux

χ^2 calculé = **0,1905**

Le nombre de degré de liberté $ddl = k - 1 = 5 - 1 = 4$

Pour un risque $\alpha = 5\%$ $\longrightarrow \chi^2$ tabulé = 9,49 $>$ χ^2 calculé = **0,1905**; donc l'adéquation à la loi normale est acceptable.

II.3.4 Conclusion

L'analyse des différents graphes du tracé de la loi normale nous a montré que les séries peuvent être distribuées normalement. Afin de confirmer cette possibilité de distribution normale nous avons procédé au test de khi deux qui nous a révélé que l'adéquation à une loi normal est possible.

Alors nous allons essayer de déterminer dans le chapitre suivant les précipitations pluviométriques pour une période de récurrence donnée plus précisément le calcul du module sec et humide pour les période de dix, cinquante et cent ans puis une étude des variations annuelles et mensuelles des précipitations pluviométriques des différents stations de la région d'étude.

Chapitre III : VARIABILITE DES PRECIPITATIONS

ANNUELLES ET MENSUELLES

III.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)** : Déficit pluviométrique des dernières décennies en Algérie du Nord et son impact sur les ressources en eau. Mémoire de magister, C.U.Mascara. »

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

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 :
$$P = \bar{x} \pm \delta \cdot U$$

III.2.Calcul des récurrences

L'équation de la période de récurrence donnée est :

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

III.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 la quelle 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 la quelle 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.

III.2.2. Calcul du Module Humide

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

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 de module cinquante (50) ans 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.

III.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

III.2.4. Récurrence du module théorique le plus faible

On a : $T = \frac{1}{F}$

Avec T : période de retour de la pluie faible

Tableau N° III. 16 : Détermination de l'équation de base de la période de récurrence des quatre stations

Station	Moyenne p	Ecart type δ	Cv= δ / P	Equation
BENI SAF	356,08	66,46	0,29	$P = 356,08 + 66,46U$
GHAZAOUET	359,12	89,65,	0,25	$P = 359,12 + 89,65U$
TLEMCEN ZNETA	318,70	80,21	0,25	$P = 318,70 + 80,21U$
MAGHNIA	288,93	65,81	0,23	$P = 288,93 + 65,81U$

Tableau N°III.17 : Calcul des modules Humide.

Station	Equation	Module décennal	Module 50ans	Module centenaire
BENI SAF	$P = 356,08 + 66,46U$	441,15	492,32	510,27
GHAZAOUET	$P = 359,12 + 89,65U$	473,87	542,90	567,11
TLEMCEN ZNETA	$P = 318,70 + 80,21U$	421,37	483,13	504,79
MAGHNIA	$P = 288,93 + 65,81U$	373,17	423,84	441,61

Tableau N°III.18 : Calcul des modules Secs.

Station	Equation	Module décennal	Module 50ans	Module centenaire
BENI SAF	$P = 356,08 - 66,46U$	271,01	219,84	201,89
GHAZAOUET	$P = 359,12 - 89,65U$	244,37	175,34	359,12
TLEMCEN ZNETA	$P = 318,70 - 80,21U$	216,03	154,27	132,61
MAGHNIA	$P = 288,93 - 65,81U$	204,69	154,02	136,25

III.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 Bni Saf a les modules secs les plus élevés par rapport les autres stations.

De la région à l'autre, on constate une augmentation progressive des modules humides de 10 à 100ans, qui interrompte au niveau de la station de Ghazaouete ou les pluviométries sont les plus élevées.

La hauteur des pluies concernant les modules humides est proportionnelles à la période de retour tandis que celles des modules secs inversement proportionnelle .L'analyse du tableauN°19 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 période de retour se trouvent dans l'intervalle de 100 ans, ce qui vérifie la condition posée par les modules secs et humides.

Tableau N°III.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 (Bni Saf- Ghazaouete- Tlemcen-Maghnia)	0.05	0,95	20 ans	20ans

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

III .3. Les histogrammes des fréquences absolues des hauteurs annuelles des pluies.

a.la station BENI SAF: (tableau N°20et la figureN°9)

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 N°III.20 :Tableau des classes des fréquences des moyennes annuelles pluviométriques BENI SAF.

Catégorie	effectif	effectif cumulé	pourcentage %	pourcentage cumulé%
$x \leq 200$	1	1	4,76	4,76
$200 \leq x \leq 250$	3	4	14,29	19,05
$250 \leq x \leq 300$	2	6	9,52	28,57
$300 \leq x \leq 350$	6	12	28,57	57,14
$350 \leq x \leq 400$	4	16	19,05	76,19
$400 \leq x \leq 450$	1	17	4,76	80,95
$450 \leq x \leq 500$	4	21	19,05	100,00
$500 \leq x \leq 550$	0	21		

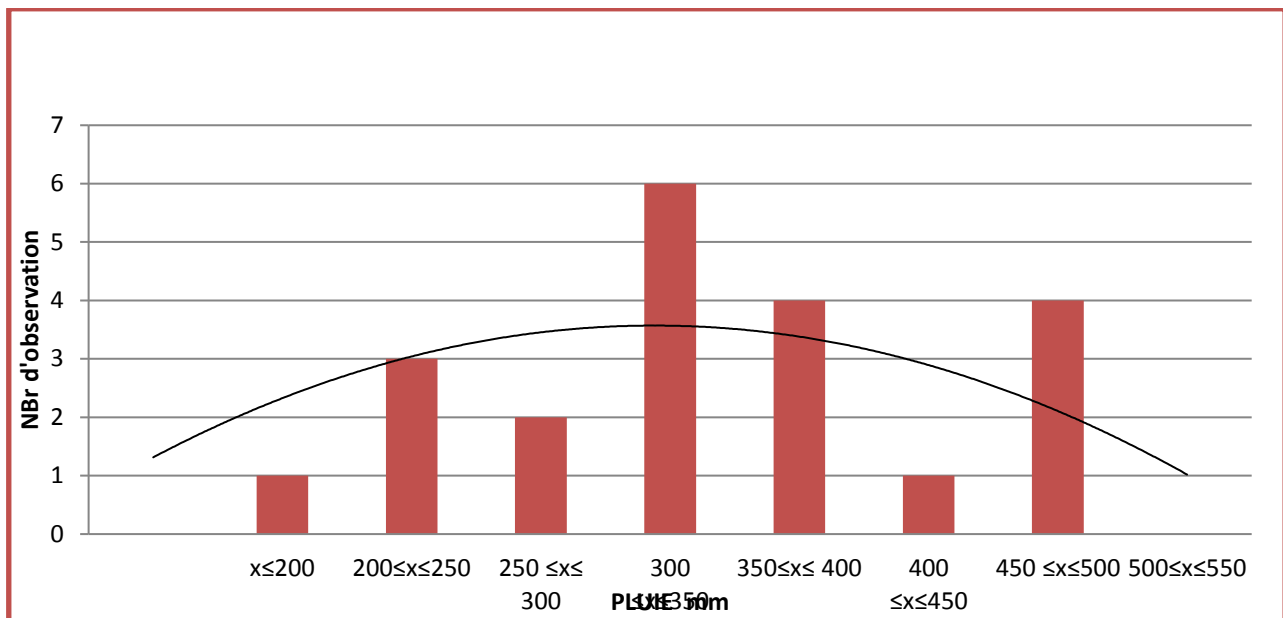


Figure N°III.9: Histogramme des classes de fréquence des moyennes annuelles pluviométriques pour la station de BENI SAF .

b. La station de GHAZAOUET

Suivant le tableau N°21 et la figure N°10, 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 N°III.21 : Tableau des classes des fréquences des moyennes annuelles pluviométriques de GHAZAOUET

Catégorie	effectif	effectif cumulé	pourcentage %	pourcentage cumulé%
$x \leq 200$	0	1	0,00	4,76
$200 \leq x \leq 250$	3	4	14,29	19,05
$250 \leq x \leq 300$	1	5	4,76	23,81
$300 \leq x \leq 350$	6	11	28,57	52,38
$350 \leq x \leq 400$	4	15	19,05	71,43
$400 \leq x \leq 450$	2	17	9,52	80,95
$450 \leq x \leq 500$	2	19	9,52	90,48
$500 \leq x \leq 550$	2	21	9,52	100,00

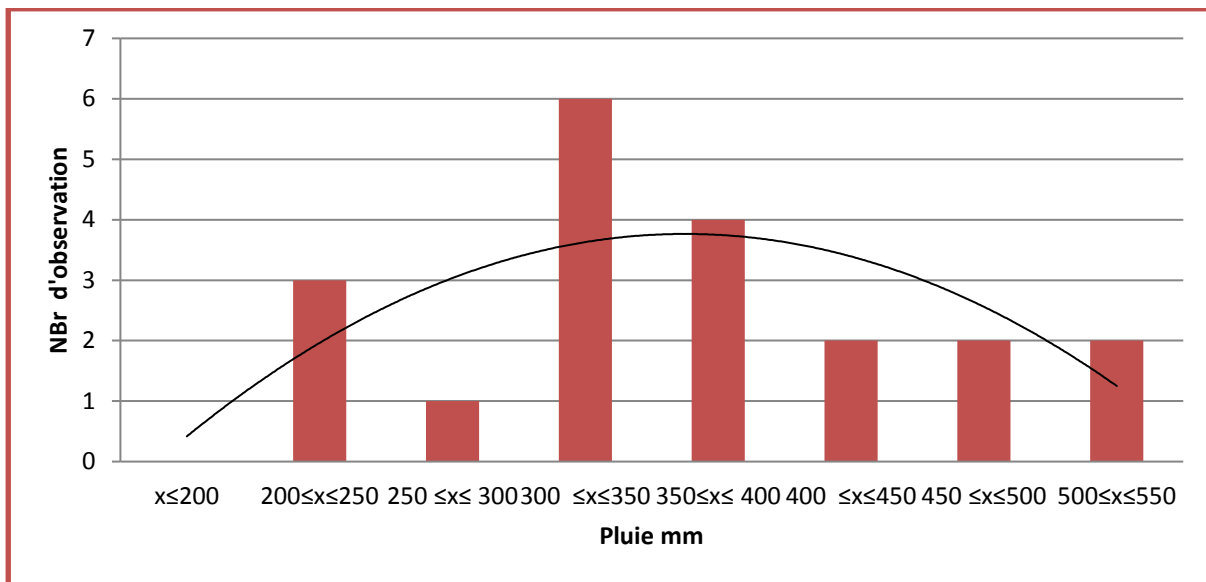


Figure N°III.10: Histogramme des classes de fréquence des moyennes annuelles pluviométriques pour la station de GHAZAOUET

c.LA STATION TLEMCEN ZNETA: (tableau N°22 et la figure N° 11)

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 N°III.22 : Tableau des classes des fréquences des moyennes annuelles pluviométriques TLEMCEN ZNETA

Catégorie	effectif	effectif cumulé	Pourcentage %	Pourcentage cumulé%
$x \leq 200$	0	1	0,00	4,76
$200 \leq x \leq 250$	7	8	33,33	38,10
$250 \leq x \leq 300$	1	9	4,76	42,86
$300 \leq x \leq 350$	4	13	19,05	61,90
$350 \leq x \leq 400$	5	18	23,81	85,71
$400 \leq x \leq 450$	2	20	9,52	95,24

$450 \leq x \leq 500$	1	21	4,76	100,00
$500 \leq x \leq 550$	0	21	0,00	100,00

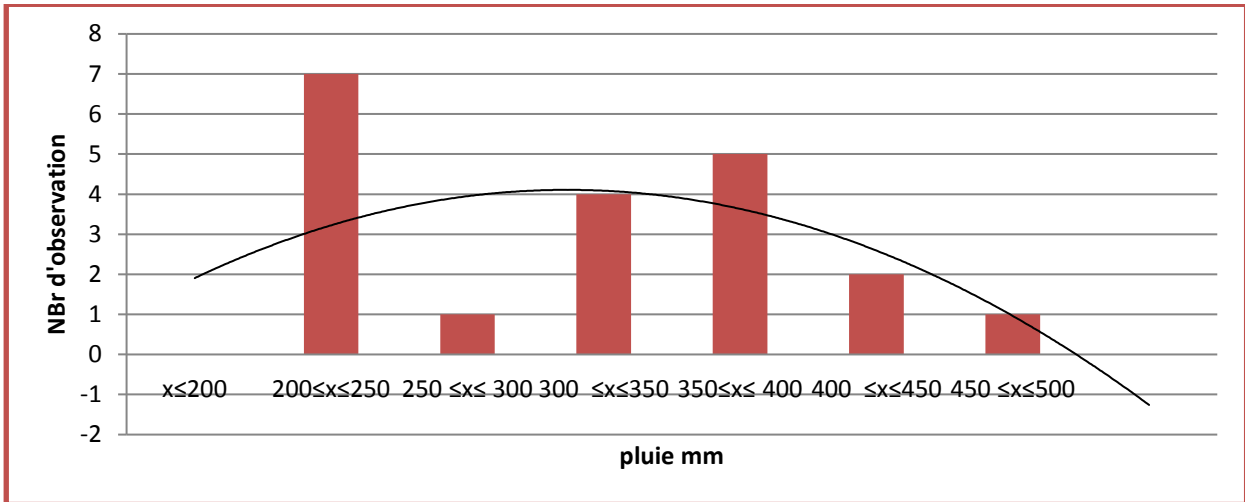


Figure N°III.11: Histogramme des classes de fréquence des moyennes annuelles pluviométriques pour la station **TLEMCEN ZNETA**

d. La station Maghnia: (tableau N°23 et la figure N°12)

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 N°III.23 : Tableau des classes des fréquences des moyennes annuelles pluviométriques **Maghnia.**

Catégorie	effectif	effectif cumulé	pourcentage	pourcentage cumulé
$x \leq 200$	2	1	9,52	4,76
$200 \leq x \leq 250$	4	5	19,05	23,81
$250 \leq x \leq 300$	7	12	33,33	57,14
$300 \leq x \leq 350$	3	15	14,29	71,43
$350 \leq x \leq 400$	3	18	14,29	85,71

$400 \leq x \leq 450$	2	20	9,52	95,24
$450 \leq x \leq 500$	0	21	0,00	95,24

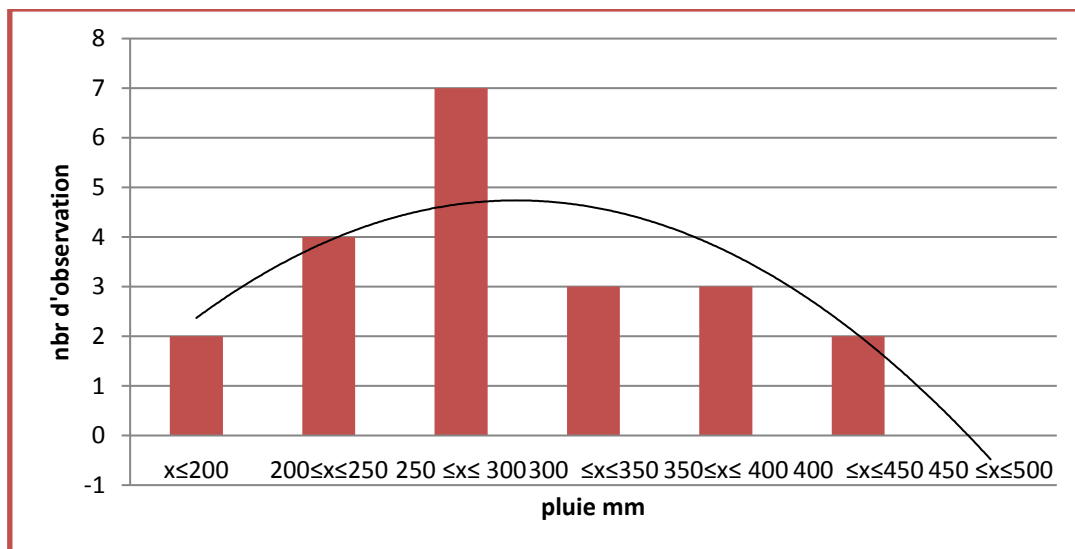


Figure N°III.12: Histogramme des classes de fréquence des moyennes annuelles pluviométriques pour la station de **Maghnia**

III.4. Evolution des moyennes, des minima, et des maxima des stations

L'analyse de la figure N° 10 nous a permis de retirer des remarques très importantes suivantes :

- ✓ La station de Maghnia a le minimum, la moyenne et le maximum les plus faibles par rapport aux autres stations.
- ✓ Le minimum, la moyenne et le maximum d'Ghazaouet et de Zmeta Tlemecen sont très proches.
- ✓ le maximum le plus élevé se trouve au niveau de la station de Bni Saf.
- ✓ Du point de vue évolution de la pluviométrie des stations, on remarque que la moyenne diminue du l'Est vers l'Ouest au niveau de ces stations :

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

station	MIN	MOYENNE	MAX
BNI SAF	241	340,5	440
GHAZAOUET	207	362	517
ZNETA TLEMEN	206	343,5	481
MAGHNIA	168	288	408

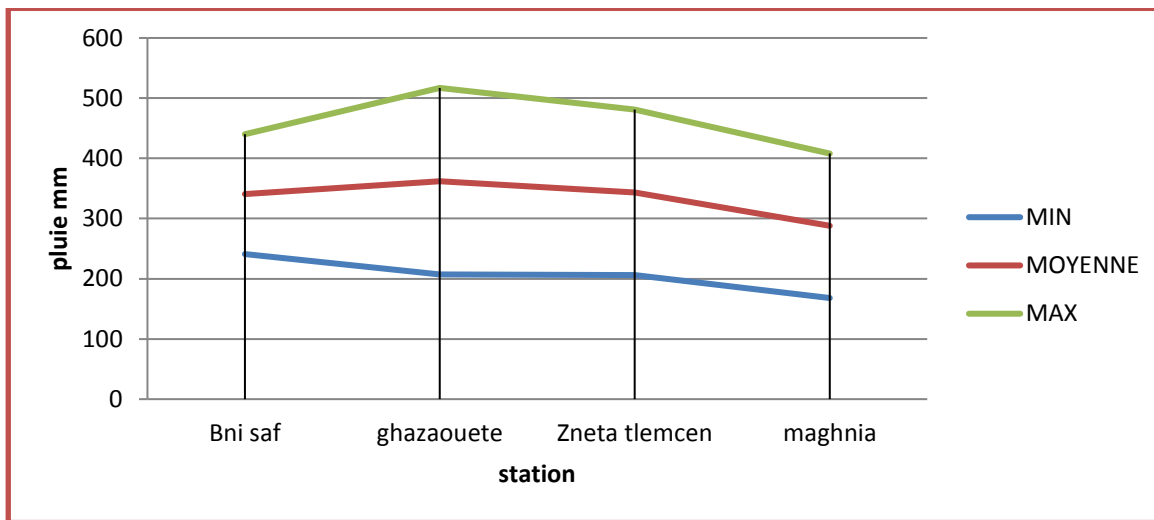


Figure N°III.13 : Evolution des moyennes, des minimas et maximas des stations.

III.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) : Contribution à l'étude hydro climatique d'un transect Nord-Sud Khadra – Ammi Moussa Algérie . Mémoire d'ingénieur. Centre Universitaire de Mostaganem. »

La tendance générale qui émerge de la lecture des différentes courbes (voir figure N° 09, 10, 11 et 12) 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°09 à 12), les années de forte pluviométrie pour les stations sont :

- Année 2009 pour la station de **BENI SAF**.
- Année 2010 pour la station de **GHAZAOUET**.
- Année 2001 pour la station de **ZNETA TLEMCEN**.
- Année 2005 pour la station de **Maghnia**.

D'autre part, Pour les années de faible pluviométrie, on a noté pour les stations de **BNI SAF** pour l'année 2012 et la station de **MAGHНИЯ** et de **ZNETA TLEMCEN** concernant l'année 2005.

L'année 2017 a été de faible pluviométrie pour la station d'Oran Port.

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 N°III.14 :Tracé curviligne des moyennes annuelles pluviométriques pour la station de **BNI SAF**.

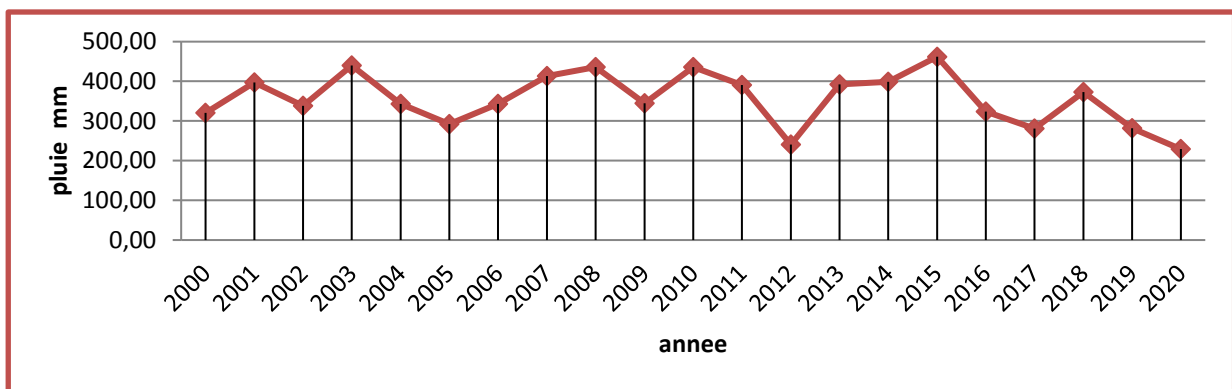


Figure N°III.15 :Tracé curviligne des moyennes annuelles pluviométriques pour la station de **GHAZAOUET**.

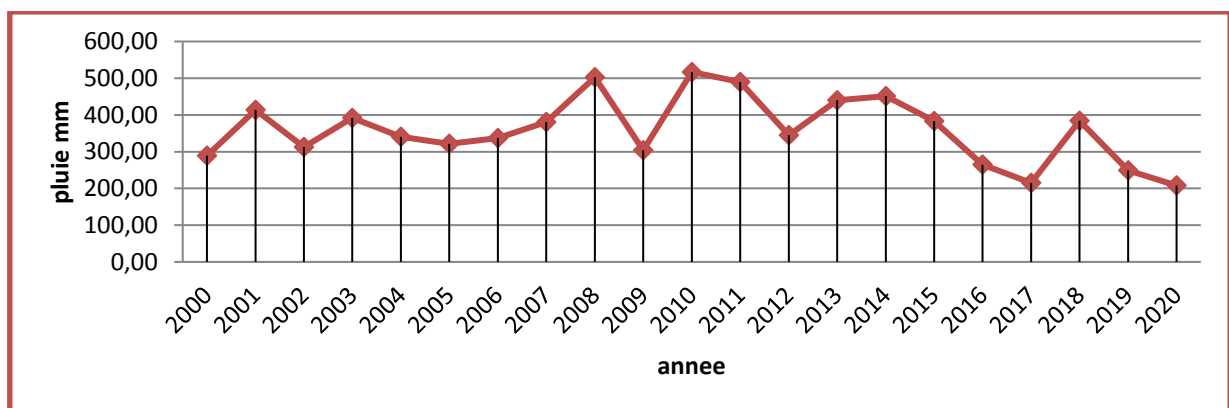


Figure N°III.16: Tracé curviligne des moyennes annuelles pluviométriques pour la station de **ZNETA TLEMCEN**

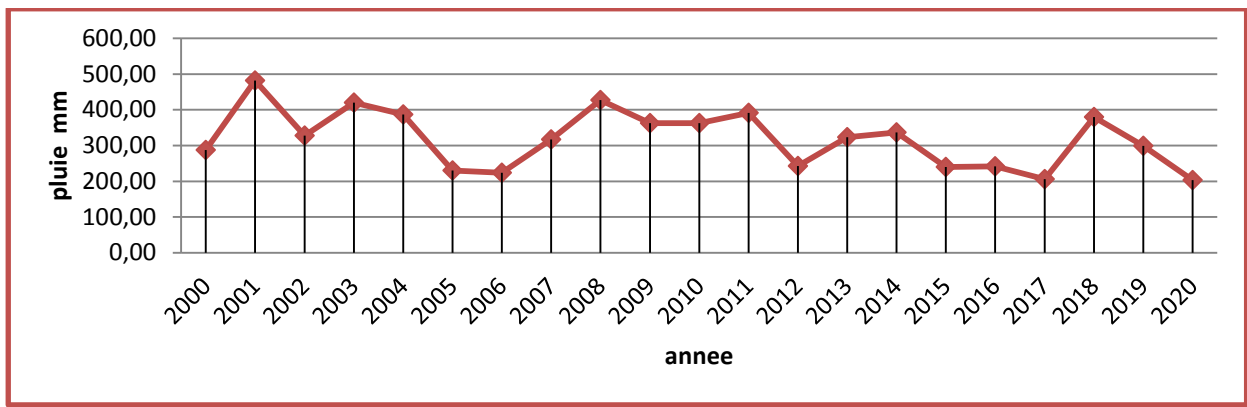
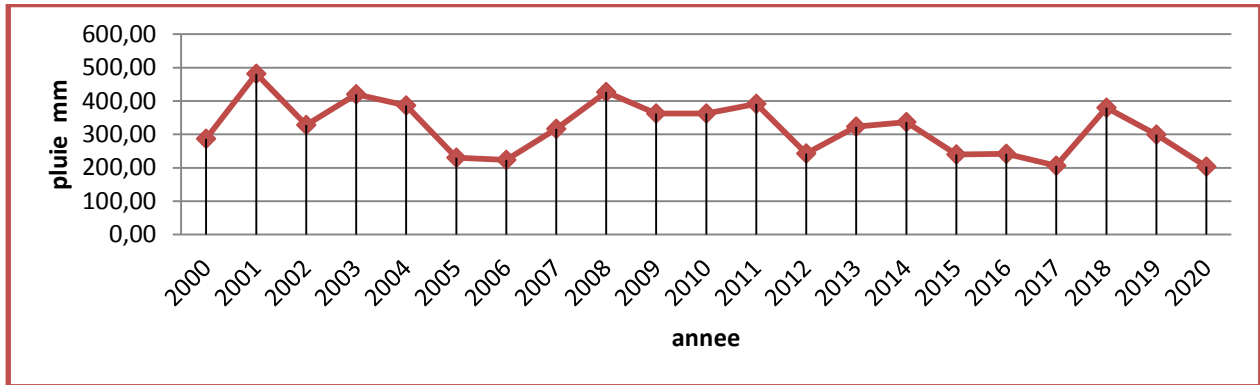


Figure N°III.17:Tracé curviligne des moyennes annuelles pluviométriques pour la station de Maghnia



III.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.

« **KHALDIA.(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. »

a. Station de BNI SAF :

La station d'BNISAF se distingue par une série des données allant de 2000 à 2020 soit une série de 21 ans dont la moyenne annuelle de la série est de 356mm.

La station est composée de deux périodes : l'une, période humide de 9ans successifs (2001-2003) ;(2007-2015) et l'autre période sèche de 11 ans aussi successifs (2002-2002) ; (2004-2006) (2016-2020)

Ces périodes se regroupent en 2 classes :

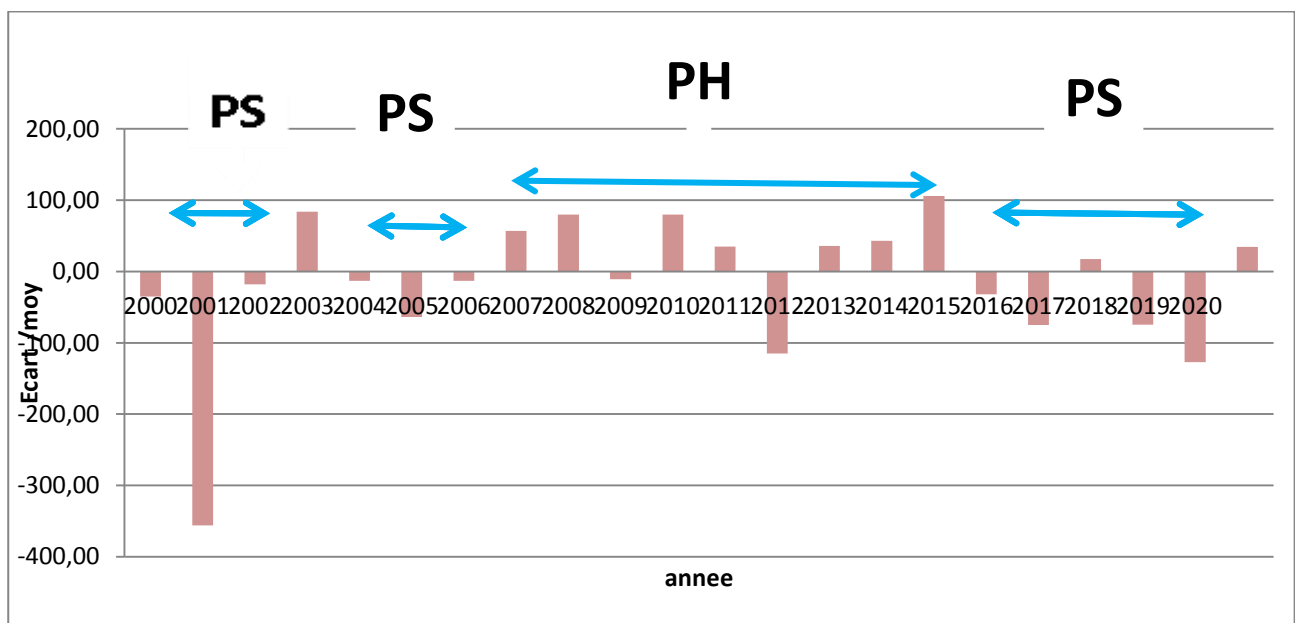
- Une classe excédentaire qui correspond à une période humide dont la moyenne la plus élevée a été enregistrée avec 462 mm en 2015.
- Une classe déficitaire qui correspond à l'ensemble des périodes sèches dont la moyenne la plus faible a été enregistrée en 2012 avec 241mm.

Les tracés des écarts par rapport à la moyenne annuelle permettent de situer les périodes

Tableau N°III.25 : Analyse des tracés des écarts à la moyenne de la station de BNI SAF

Période (ans)	Nbr	Moyenne (mm)	Minimum (mm)	Maximum (mm)	Ecart type	Cv
	années					
Période humide						
2001/2003	2	325	241	396	109,60	0,34
2007/2015	10	418	413	462	34,64	0,08
Période sèche						
2002/2002	2	282	248	316	48,08	0,17
2004/2006	3	279,5	219	342	86,97	0,31
2016/2020	4	297,78	229	324	67,17	0,23

Figure N°III. 18 : Tracé des écarts des pluviométries moyennes annuelles pour la station BNI SAF



PH : période humide

PS : période sèche

b. Station de Ghazaouet :

La station de **Ghazaouet** se distingue par une série des données allant de 2000 à 2020 soit une série de 21 ans dont la moyenne annuelle de la série est de 260mm.

La station est composée de 03 périodes : l'une, période humide de 10ans successifs (2002-2004 ,2004 2005 2006) ;(2016-2020) et l'autre période sèche de 11 ans aussi successifs (2007-2015) ;(2009-2018)

Ces périodes se regroupent en 2 classes :

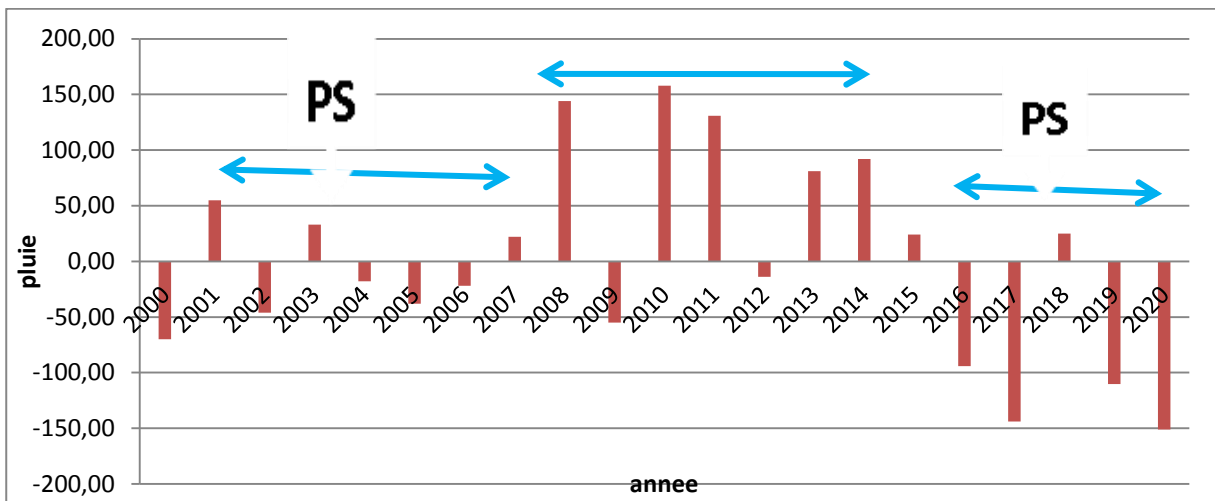
- Une classe excédentaire qui correspond à une période humide dont la moyenne la plus élevée a été enregistrée avec 517 mm en 2010.
- Une classe déficitaire qui correspond à l'ensemble des périodes sèches dont la moyenne la plus faible a été enregistrée en 2017 avec 265mm.

Les tracés des écarts par rapport à la moyenne annuelle permettent de situer les périodes.

Tableau N°III.26 : Analyse des tracés des écarts à la moyenne de la station de **Ghazaouet**.

Période (ans)	Nbr	Moyenne (mm)	Minimum (mm)	Maximum (mm)	Ecart type	Cv
	années					
Période humide						
2002/2006	2	325	241	396	109,60	0,34
2007/2015	07	418	413	462	34,64	0,08
Période sèche						
2015/2020	4	282	248	316	48,08	0,17
2001/2006	6	279,5	219	342	86,97	0,31

Figure N°III.19: Tracé des écarts des pluviométries moyennes annuelles pour la station de **Ghazaouete**



PH : période humide .

PS : période sèche .

b. Station de Zneta Tlemcen

La station de Zneta Tlemcen se distingue par une série des données allant de 2000 à 2020 soit une série de 21ans dont la moyenne annuelle de la série est de 318mm.

La station de Zneta Tlemcen est composée de trois périodes : l'une, période humide de 8 ans successifs (2000-2004),(2008-2011) et l'autre période sèche de 11 ans aussi successifs (2012-2020).

Ces périodes se regroupent en 2 classes :

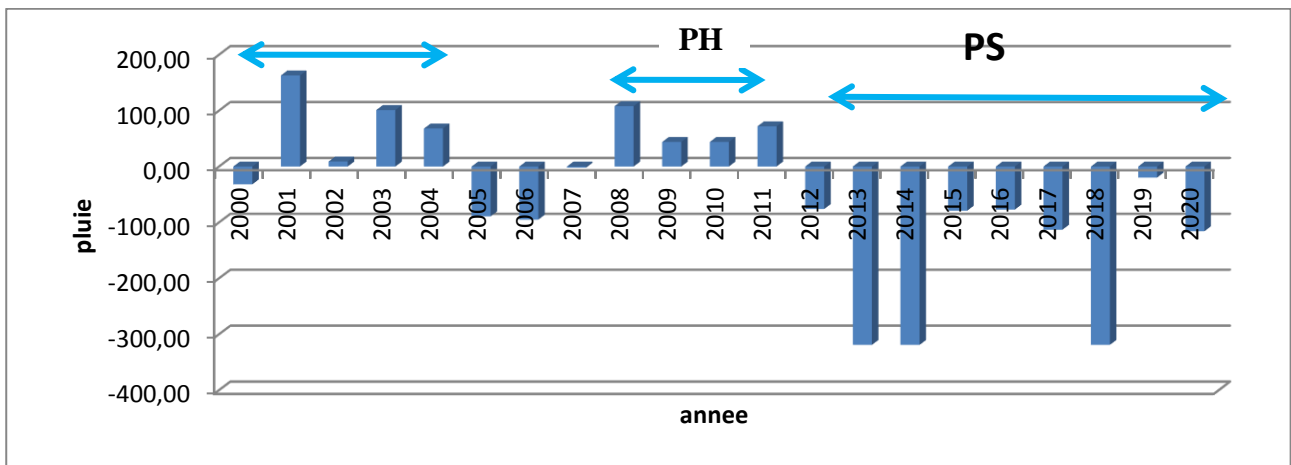
- Une classe excédentaire qui correspond à l'ensemble des périodes humides dont la moyenne la plus élevée a été enregistrée avec 481 mm en 2001.
- Une classe déficitaire qui correspond à l'ensemble des périodes sèches dont la moyenne la plus faible a été enregistrée en 2009 avec 167mm.

Tableau N°III.27 :Analyse des tracés des écarts à la moyenne de la station de Zneta Tlemcen

période	Nbres Années	Moyenne	Minimum	Maximum	Ecart type	Cv
Période humide						
2001/2004	4	404	328	481	64,26	0,15
2008/2011	4	386	363	427	29	0,075
Période sèche						
2012/2020	9	238	203	299	33	0,087

Figure N°III. 20: Tracé des écarts des pluviométries moyennes annuelles pour la station de Zneta Tlemcen

PH



PH : période humide

PS : période sèche

d. Station de Maghnia :

se distingue par une série des données allant de 2000 à 2020 soit une série de 21ans dont la moyenne annuelle de la série est de 389mm.

La station est composée de deux périodes : l'une, période humide de 8 ans 4ans successifs (2008-2011) et l'autre période sèche de 13 ans aussi successifs (2000-2007) et. (2012-2020)

Ces périodes se regroupent en 2 classes :

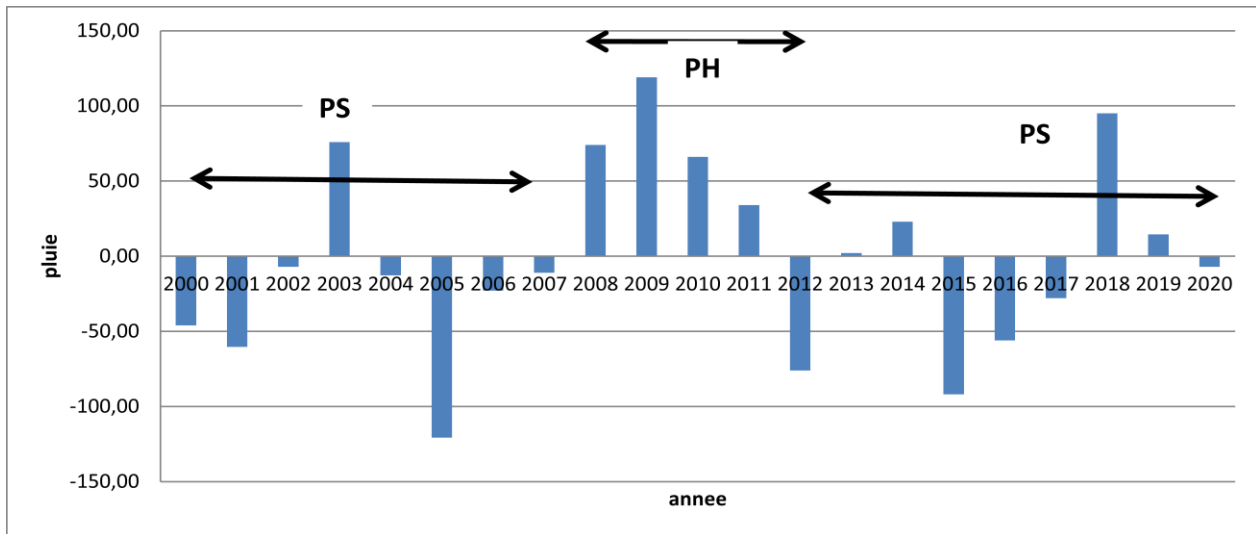
- Une classe excédentaire qui correspond à l'ensemble des périodes humides dont la moyenne la plus élevée a été enregistrée avec 408 mm en 2009.
- Une classe déficitaire qui correspond à l'ensemble des périodes sèches dont la moyenne la plus faible a été enregistrée en 2007 ET 2015 avec 197mm.

Tableau N°III.28 :Analyse des tracés des écarts à la moyenne de la station de Maghnia.

Période (ans)	Nbres Années	Moyenne (mm)	Minimum (mm)	Maximum (mm)	Ecart type	Cv
Période humide						
2000 /2007	8	410,25	364	497	46,96	0,11
Période sèche						

2000/2007	07	225	168	282	80,61	0,35
2012/2020	5	239	197	281	59,39	0,24

Figure N°III. 21: Tracé des écarts des pluviométries moyennes annuelles pour la station de_Maghnia



PH : période humide

PS : période sèche

III.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

Pour l'établissement du tableau N° 29, nous avons procédé comme suit :

Pour chaque station on a calculé la moyenne de chaque mois pendant une période de 20 ans ce qui est résulte pour 20 mois une seule moyenne. Prenons le mois de septembre (station Beni SAF) : une période de 20 ans soit 20 mois de septembre, ensuite on a déterminé les mois secs et les mois humide en fonction du seuil. Les résultats de notre calculs qui sont illustrés par le tableau N° 31 et la figure N°22 montrent que :

1) La station de Bni Saf:

Le mois de Novembre est le plus pluvieux ou humide par rapport aux autres mois avec une moyenne pluviométrique de 68.68mm tant que le mois le plus sec c'est le mois de juillet avec 0.61 mm.

2) La station de GHAZAOUET :

Pour cette station le mois le plus pluvieux c'est le mois de Novembre avec une moyenne pluviométrique de 54,67mm, et le mois de Juillet qui est un mois sec avec une moyenne pluviométrique de 0.61mm.

3)La station de_ZNETA TLEMCEN :

Pour cette station le mois le plus pluvieux c'est le mois de Novembre avec une moyenne pluviométrique de 48.05mm, et le mois de Juillet qui est un mois sec avec une moyenne pluviométrique de 0.69mm.

4)La station de Maghnia:

Pour cette station le mois le plus pluvieux c'est le mois de Novembre avec une moyenne pluviométrique de 43.90mm, et le mois de Juillet qui est un mois sec avec une moyenne pluviométrique de 0.93mm.

Nous pouvons dire que les mois d'Octobre, Novembre, Décembre, Janvier, Février sont les plus humides dans toutes les stations.

Ce qui concerne les mois secs, le mois le plus sec est le mois de Juin, Juillet et Août comme étant la période sèche commune à toutes les stations.

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.

Tableau N°III.29: Délimitation des mois secs et humides de différentes stations.

ST- GHAZAOUETE

mois	Septembre	Octobre	Novembre	Decembre	Janvier	Fevrier	Mars	Avril	Mai	Juin	Juilliet	Aout
------	-----------	---------	----------	----------	---------	---------	------	-------	-----	------	----------	------

Pluie mm	20,77	41,81	54,67	45,10	60,14	35,86	34,22	35,84	22,76	6,19	0,61	5,10
Etat	Sec	Humide	Humide	Humide	Humide	Humide	Humide	Humide	Sec	Sec	Sec	Sec

ST BENI SAF

mois	Septembre	Octobre	Novembre	Decembre	Janvier	Fevrier	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout
Pluie mm	19,46	43,36	61,68	46,10	59,56	37,63	32,21	29,73	19,35	3,38	0,97	3,11
Etat	Sec	Humide	Humide	Humide	Humide	Humide	Humide	Humide	Sec	Sec	Sec	Sec

ST ZNETA TLEMCEN

mois	Septembre	Octobre	Novembre	Decembre	Janvier	Fevrier	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout
Pluie mm	18,24	35,41	48,05	42,46	46,59	31,89	28,62	36,48	22,69	3,77	0,69	3,81
Etat	Sec	Humide	Humide	Humide	Humide	Humide	Sec	Humide	Sec	Sec	Sec	Sec

ST MAGHNA

mois	Septembre	Octobre	Novembre	Decembre	Janvier	Fevrier	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout
Pluie mm	15,21	31,62	43,90	35,65	37,56	25,29	29,95	34,80	21,72	4,33	0,93	7,96
Etat	Sec	Humide	Humide	Humide	Humide	Humide	Sec	Humide	Sec	Sec	Sec	Sec

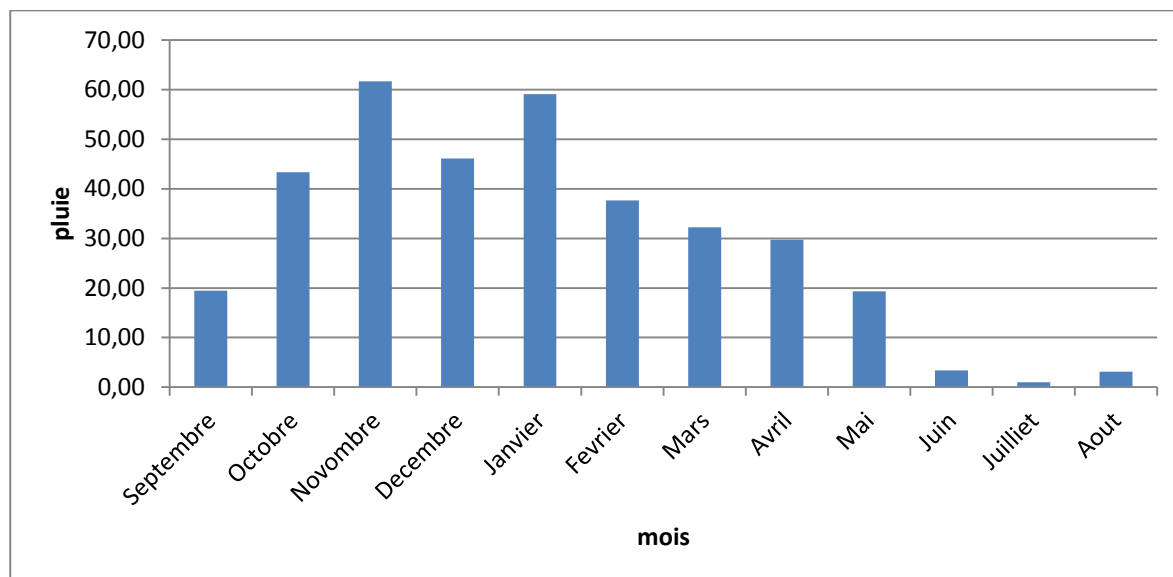


Figure N°III.22: Graphique du tableau de délimitation des mois humides et secs de BNI SAF.

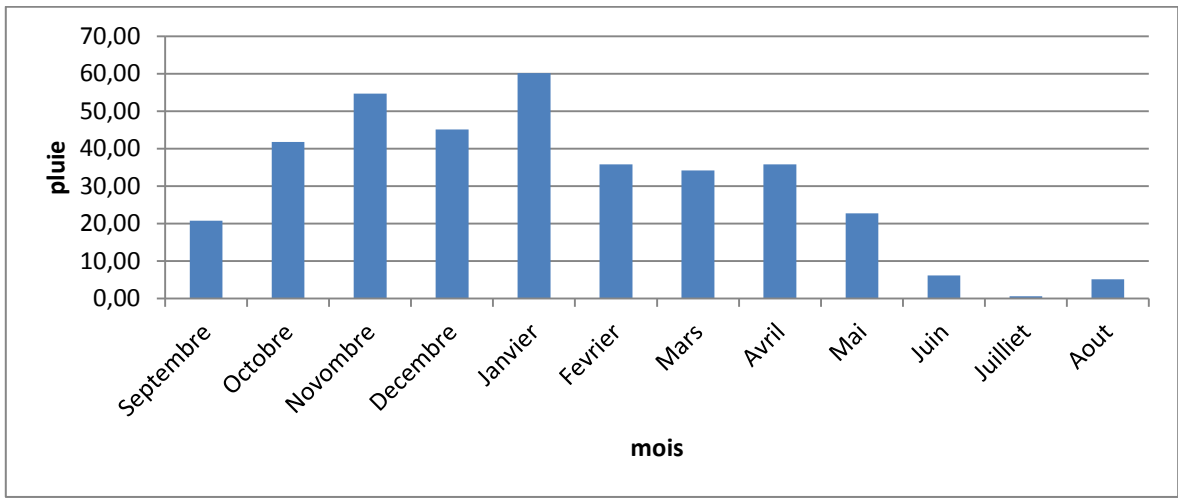


Figure N°III.23: Graphique du tableau de délimitation des mois humides et secs de Ghazaouete.

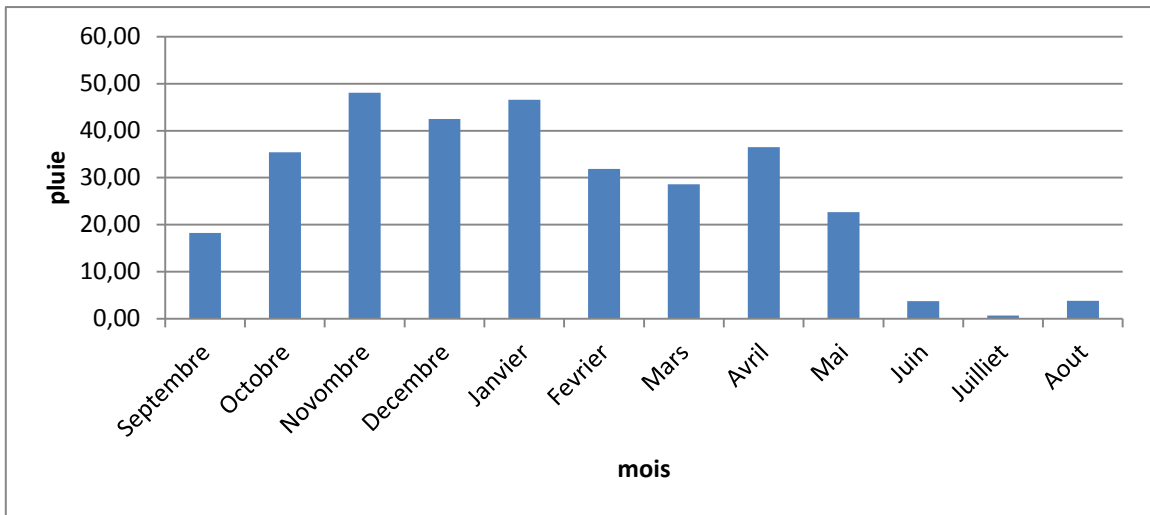


Figure N°III.24: Graphique du tableau de délimitation des mois humides et secs de znetta Tlemcen

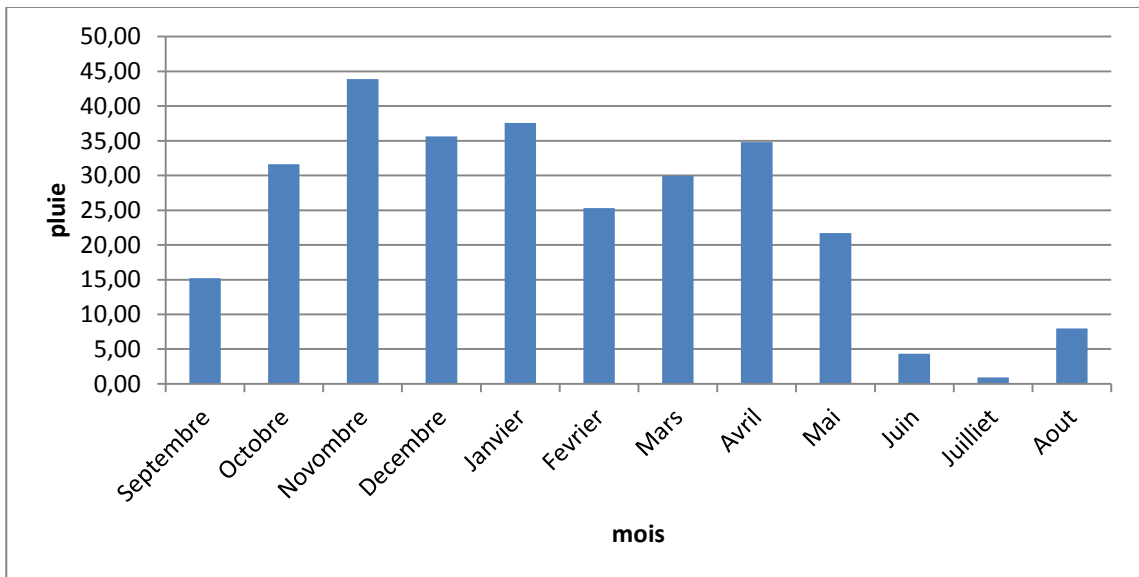


Figure N° III.25: Graphique du tableau de délimitation des mois humides et secs de Magnia.

III.7.1.Précipitations saisonnières

En analysant le tableau N°32 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)** : Déficit pluviométrique des dernières décennies en Algérie du Nord et son impact sur les ressources en eau. Mémoire de magister, C.U.Mascara ».

La plus pluvieuse se commence de Novembre jusqu'à Mai pour l'ensemble des quatre stations. On remarque

Tableau N°III.30 : Valeurs moyennes mensuelles des précipitations des différentes stations

<u>ST-GHAZAOUET</u>												
mois	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout
Pluie mm	20,77	41,81	54,67	45,10	60,14	35,86	34,22	35,84	22,76	6,19	0,61	5,10
<u>ST BENI SAF</u>												
Pluie mm	19,46	43,36	61,68	46,10	59,56	37,63	32,21	29,73	19,35	3,38	0,97	3,11
<u>ST ZNETA TLEMCEN</u>												
Pluie mm	18,24	35,41	48,05	42,46	46,59	31,89	28,62	36,48	22,69	3,77	0,69	3,81
<u>ST MAGHNA</u>												
Pluie mm	15,21	31,62	43,90	35,65	37,56	25,29	29,95	34,80	21,72	4,33	0,93	7,96

III.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, Aout)
- ✓ L'Automne (Septembre, Octobre, Novembre)

Tableau N°III.31: Tableau pluviométrique des quatre stations.

station	ST-GHAZAOUET	ST BENI SAF	ST ZNETA TLEMCEN	ST MAGHNA
Automne	124,50	101,70	90,73	90,73
Hiver	141,10	128,94	96,99	92,82
Printemps	81,30	87,79	86,48	86,48
Eté	11,90	7,46	8,27	13,22

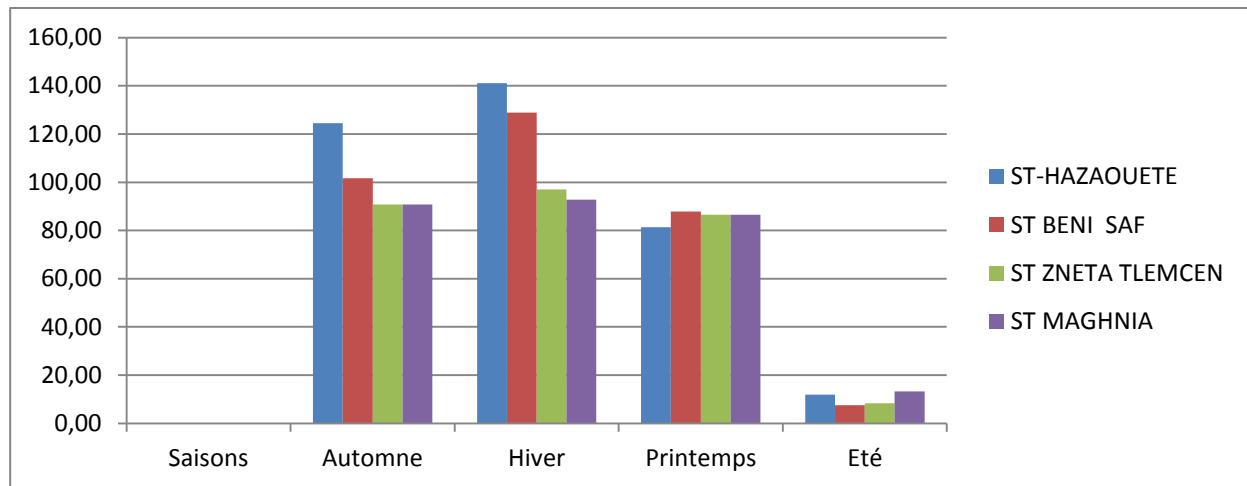


Figure N°III.26: Précipitation saisonnières des quatre stations.

Après l'analyse du tableau N°31 et les figure N°26 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.

III.8. Conclusion

D'après l'analyse des études qui sont faites auparavant, la pluviométrie est parait favorable dans les zones situés à l'Est, Nord Est et connu une diminution en se dirigeant vers l'Ouest. En revanche il existe une période humide (pluviométrie élevées) et une autre sèche commune entre les stations,

Le calcul des écarts par rapport à la moyenne nous a permis de constater que plus on va vers l'Ouest, plus les années sèches se succèdent comme c'est le cas d'Maghnia peu de période humide par rapport à Beni Saf.

Cette succession des années sèches, implique t-elle une aggravation de la sévérité de la sécheresse avec le temps ? Pour répondre à cette question, nous allons essayer d'effectuer, dans le chapitre suivant, une série de calcul avec des indices de sécheresse afin de déterminer le degré de sévérité de ses deux périodes : sèche et humide.

On sait que les années de sécheresse peuvent se succéder pendant 4 ans, Es- qu'une longue succession des années sèches signifie que le degré de sévérité de la sécheresse est élevé pendant ses périodes ?

CHAPITRE IV : Caractérisation de la sécheresse météorologique.

La sécheresse météorologique est due à la réduction naturelle de la pluviométrie sur une région donnée pendant une année ou sur plusieurs années successives. Souvent, elle est définie par l'écart entre la pluie annuelle et la pluie moyenne annuelle. « **DESIRE E., (1975)** : Recherches statistiques sur les précipitations en Picardie. Homme et Terres du Nord, 2. 5-12. »

Nous proposons de faire l'étude des données pluviométriques observées au niveau de notre région d'étude afin de dégager les caractéristiques de la sécheresse existante.

Afin de caractériser la sécheresse de notre région d'étude nous utiliserons les indices de sécheresse et les indices de sévérité.

IV.1. Indices de sécheresses

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

IV.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_i** : pluie annuelle.

P_m : 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)**- caractérisation des fluctuations dans une série chronologique par application de tests statistiques. Etude bibliographique. Programme ICCARE, Rapport n°3, ORSTOM, Montpellier. »

IV.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**.

IV.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 N° IV. 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	$F > 0,85$

IV.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.

IV.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 (σ).

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

Tableau N° IV. 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	$P_i < P_m - 2\sigma$

IV.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 N° IV. 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

IV.3. Analyse du calcul des indices

En analysant le tableau N° 37 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 43 % d'années humides et 57 % d'années sèches au niveau de la station de Beni Saf et 48 % d'années humides et 52% d'années sèches pour la station de Ghazaouete

38 % d'années humides et 62 % d'années sèches pour la station ZNETA et 43 % d'années humides et 57 % d'années sèches pour la station de Maghnia

Quant à l'analyse fréquentielle on remarque que pour toutes les stations sur 21 ans, 3 ans très sèche et 5 ans sèche pour les stations 6 ans normale.4 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 de Beni saf: sur les 21ans, on a 10 ans humide soit 04 années d'humidité forte et 06 ans d'humidité modérée. Pour les 11 ans restant, on a 7 ans de sècheresses Modérées et 4 ans de sécheresse forte.
- La station de Ghazaouet: sur les 21 ans, on a 10 ans humide soit 04 années d'humidité forte et 06 ans d'humidité modérée. Pour les 11 ans restant, on a 7 ans de sècheresses Modérées et 4 ans de sécheresse forte.
- La station de Zneta Tlemcen : pour 21ans, on a 11 ans humide soit 1 anne humide extreme et 02 années d'humidité forte et 08 ans d'humidité modérée. Pour les 10 ans restant, on a 7 ans de sècheresses modérées et 4 ans de sécheresse forte.

- La station de Maghnia: pour 21 ans, on constate 09 ans d'humidité soit 5 ans d'humidité forte et 4 ans d'humidité modérée, ce qui concerne les 12 années de sécheresse soit 9 ans de la sécheresse modérées et 3 ans de la 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 N° IV. 35: Calcul des indices de sécheresse.

		BENI SAF		GHAZAOUETE		ZNETA TLEMCCEN		MAGHNIA	
Indice	classe	nombre	%	Nombre	%	nombre	%	nombre	%
Em	H	9	43%	10	48%	8	38%	9	43%
	S	12	57%	11	52%	13	62%	12	57%
Ip	H	9	43%	10	48%	8	38%	9	43%
	S	12	57%	11	52%	13	62%	12	57%
AF	TS	3	14%	3	14%	3	14%	3	14%
	S	5	24%	5	24%	5	24%	5	24%
	N	6	29%	6	29%	6	29%	6	29%
	H	4	19%	4	19%	4	19%	4	19%
	TH	3	14%	3	14%	3	14%	3	14%
SPI	HE	0	0%	0	0%	1	5%	0	0%
	HF	4	19%	4	19%	2	10%	5	24%
	HM	6	29%	6	29%	8	38%	4	19%
	SM	7	33%	7	33%	6	29%	9	43%
	SF	4	19%	4	19%	4	19%	3	14%
	SE	0	0%	0	-	0	-	0	-

CONCLUSION GENERALE

L'étude pluviométrique de notre région nous a permis de faire plusieurs remarques qui sont :

- ✓ L'emplacement géographique est un facteur déterminant dans la pluviométrie de notre région.
- ✓ L'évolution se fait par une pluviométrie de 390,56mm pour la station de Beni Saf. Elle évolue vers Zneta Tlemcen de 359mm puis augmente de Ghazaouete avec 359mm vers Maghnia de 288mm.
- ✓ Dans la région de Maghnia, on a le minimum, la moyenne et le maximum les plus bas, donc c'est une région sèche par rapport les autres régions .
- ✓ La région de Ghazaouet a enregistré le maximum le plus élevé.
- ✓ L'analyse de la moyenne mensuelle nous a permis de constater qu'il y a deux périodes : sèche et humide.
- ✓ L'analyse des moyennes mensuelles nous a montré qu'il y a un décalage des mois des saisons, on pourra qualifier ses saisons de précoce car elles ne correspondent plus à la référence établie pour un climat méditerranéen. Les différentes saisons (hiver, printemps, automne et été) se confondent entre eux.

Le calcul des différents indices ont permet de dire que nous sommes en face d'un climat irrégulier avec deux saisons dominantes. L'intervalle de variation pluviométrique est très étendu. L'extrême peut être atteint à tout moment de l'année : quand il y a humidité ou sécheresse, l'une comme l'autre peut atteindre un degré de sévérité très élevée.

Liste des figures

Figure N° I.1 : Situation géographique de la wilaya de Tlemcen.....	03
Figure N°I.02 : Daïras de la wilaya de Tlemcen	03
Figure N°I.03 : Les communes de la wilaya de Tlemcen	04
Figure N°II.04 : localisation des zones d'étude.....	09
Figure N II.05 : Tracé de la loi Normal de la station de Bni Saf.....	16
Figure N II.06 : Tracé de la loi Normal de la station de Ghazaouete.....	17
Figure N II.07 : Tracé de la loi Normal de station de Zneta Tlemcen.....	18
Figure N II.08 : Tracé de la loi Normal de station de Maghnia.....	19
Figure N°III.9 : Histogramme des classes de fréquence des moyennes annuelles pluviométriques pour la station de Bini Saf.....	29
Figure N°III.10 : Histogramme des classes de fréquence des moyennes annuelles pluviométriques pour la station de GhAZAOUETE.....	30
Figure N°III.11 : Histogramme des classes de fréquence des moyennes annuelles pluviométriques pour la station Zneta Tlemcen.....	32
Figure N°III.12 : Histogramme des classes de fréquence des moyennes annuelles pluviométriques pour la station de Maghnia.....	33
Figure N°III.13 : évolution des moyennes, des minimas et maximas des stations.....	34
Figure N°III.14 : tracé curviligne des moyennes annuelles pluviométriques pour la station Bini Saf	36

Liste des tableaux

Tableau N°II.01 : Présentation des stations pluviométriques	08
Tableau N° .II. 02 : Application de la méthode de Wilcoxon sur la Station de Bni Saf'	11
Tableau N° .II.03 : Application de la méthode de Wilcoxon sur la Station de ghazaoute.....	12
Tableau N° .II.04 :Application de la méthode de Wilcoxon sur la Station zneta tlemcen.....	13
Tableau N° .II.05 : Application de la méthode de Wilcoxon sur la Station maghnia	14
Tableau N°II.6 : tableau de fréquence des pluies annuelles Bni Saf'	16
TableauN°II.07 : tableau de fréquence des pluies annuelles de ghazaoute	17
TableauN°II.8 : tableau de fréquence des pluies annuelles zneta tlemcen	18
TableauN°II.9 : tableau de fréquence des pluies annuelles maghnia	19
TableauN°II.10 :Calcul du coefficient de variation.....	20
TableauN°II.11 : Test de khi deux pour la station Bni Saf'	22
Tableau N°II.12 : Test de khi deux pour la station de ghazaoute	22
Tableau N°II.13 : Test de khi deux pour la station zneta tlemcen	22
TableauN°II.14 : Test de khi deux pour la station maghnia	23
Tableau N°II. 15 : résultat du test de x2 des précipitations annuelles des quatre stations.....	23