

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

Mémoire de fin d'étude

Pour l'obtention du diplôme de Master en AGRONOMIE

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

Thème :

**Analyse et contribution à l'étude pluviométrique dans
la région côtière de l'Ouest d'Algérie**

Présenté par :

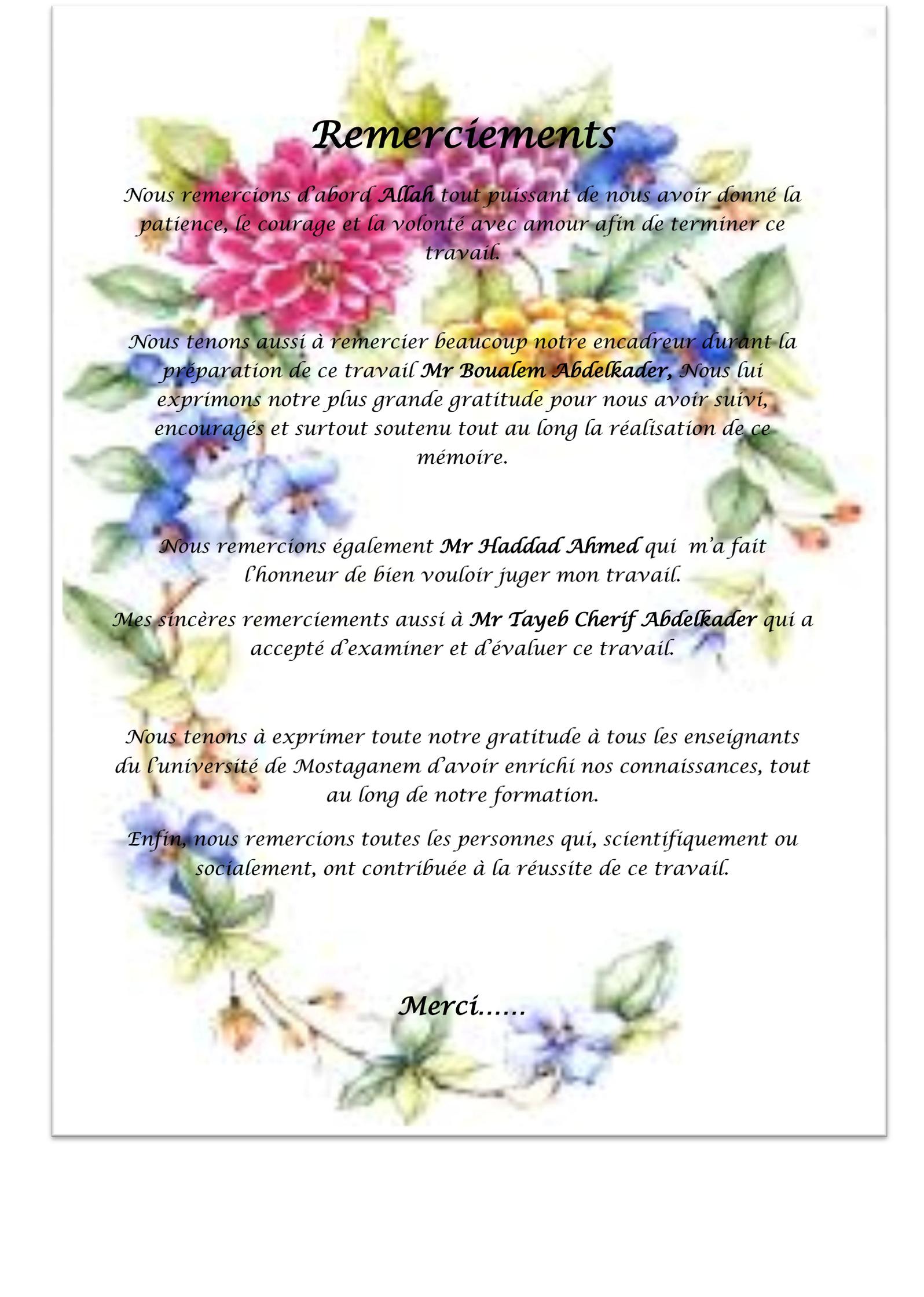
YOURID Kawther

Devant les membres du jury :

Président : Mr HADDAD Ahmed

Encadreur : Mr BOUALEM Abdelkader

Examineur : Mr TAYEB CHERIF Abdelkader



Remerciements

Nous remercions d'abord Allah tout puissant de nous avoir donné la patience, le courage et la volonté avec amour afin de terminer ce travail.

*Nous tenons aussi à remercier beaucoup notre encadreur durant la préparation de ce travail **Mr Boualem Abdelkader**, Nous lui exprimons notre plus grande gratitude pour nous avoir suivi, encouragés et surtout soutenu tout au long la réalisation de ce mémoire.*

*Nous remercions également **Mr Haddad Ahmed** qui m'a fait l'honneur de bien vouloir juger mon travail.*

*Mes sincères remerciements aussi à **Mr Tayeb Cherif Abdelkader** qui a accepté d'examiner et d'évaluer ce travail.*

Nous tenons à exprimer toute notre gratitude à tous les enseignants de l'université de Mostaganem d'avoir enrichi nos connaissances, tout au long de notre formation.

Enfin, nous remercions toutes les personnes qui, scientifiquement ou socialement, ont contribué à la réussite de ce travail.

Merci.....

Dédicace

Je rends un grand hommage à travers ce modeste travail, en signe de respect et de reconnaissance envers :

♥ *En premier lieu, à qui m'a guidé vers le bon chemin et ma toujours soutenu à continuer mes études mes très chères parents :*

Fatima Zohra et Bouziane

♥ *Mes frères : Mohammed et sa famille, Sofiane et sa famille*

♥ *Mes sœurs : Hadjira et Assia*

♥ *Mes chers neveux : Haroun , Rabiaa, Ghizlene, Kenza, Oumaima et le petit Yahia*

♥ *Mes amies intimes et mes sœurs : Fatima, Hiba mes sœurs je vous adore*

♥ *Qui m'a donné sincèrement l'ambiance et la joie durant la période de la résidence universitaire :*

Fadhila, Amina, Imen, Tawes, Hania

♥ *Spécialement la promotion de 2ème années Master « Gestion Conservatoire des eaux, des sols et d'environnement »*

♥ *Ceux qui m'ont aidé pour accomplir ce travail*

♥ *Ceux qui m'ont tous donné sans fait retour*

♥ *Ceux qui j'aime*

INTRODUCTION GENERALE	1
Chapitre I : Situation de la région côtière de l'Ouest d'Algérie	
I.1.La situation géographique	3
I.2. La population	5
I.3. Le climat	5
I.4. Relief.....	5
I.5. Aspect socio-économique	6
Chapitre II : Analyse des données pluviométriques	
II.1. Introduction.....	8
II.2. Etude des précipitations	8
II.2.1.Collecte des données	8
II.2.2. Choix de la période d'étude	8
II.3.Contrôle de l'homogénéité des données	8
II.3.1. Test de Wilcoxon.....	9
II.3.1. Application de la méthode de Wilcoxon sur la Station de Tlemcen.....	10
II.3.1. Application de la méthode de Wilcoxon sur la Station d'Oran.....	11
II.3.1. Application de la méthode de Wilcoxon sur la Station de Mostaganem.....	12
II.3.1. Application de la méthode de Wilcoxon sur la Station de Chlef.....	12
II.3.2. Ajustement par la loi Normale.....	13
II.3.2.Théorie de l'ajustement à la loi Normale	13
.Station de Tlemcen.....	14
. Station d'Oran.....	15
.Station de Mostaganem.....	16
. Station de Chlef.....	17

II.3.2.2 Analyse des tracés de la loi Normale.....	18
II.3.3. Test du khi deux	18
.Calcul du coefficient de variation(Cv)	18
. Théorie du test de Khi deux	19
.Résultat du test du Khi deux.....	21
II.3.4. Conclusion	22

Chapitre III : Variabilité des précipitations annuelles et mensuelles

III.1. Introduction.....	23
III.2. Calcul des récurrences.....	23
III.2.1. Calcul du module sec.....	23
.Calcul du module décennal sec	23
.Calcul du module de cinquante(50) ans sec.....	23
.Calcul du module centenaire sec.....	24
III.2.2. Calcul du Module Humide.....	24
.Calcul du module décennal humide.....	24
.Calcul de module cinquante (50) ans humide	24
.Calcul de module centenaire humide.....	24
III.2.3. Récurrence du module théorique le plus fort	24
III.2.4. Récurrence du module théorique le plus faible.....	24
III.2.5. Analyse du calcul des récurrences.....	25
III .3. Les histogrammes des fréquences absolues des hauteurs annuelles des pluies.....	26
a. la station de Tlemcen.....	26
.La station d'Oran.....	28
.La station de Mostaganem.....	29

.La station de Chlef	30
III.4. Evolution des moyennes, des minima, et des maxima des stations	31
III.5. Analyse de la tendance générale par le tracé curviligne	32
III.6. Analyses par le tracé des écarts par rapport à la moyenne annuelle.....	35
.Station de Tlemcen	35
. Station d’Oran.....	36
. Station de Mostaganem.....	38
. Station de Chlef	39
II.6.1. Délimitation des mois secs et humides.....	40
III.6.2.Précipitations saisonnières.....	44
III.7. Conclusion	47
 Chapitre VI : Caractérisation de la sécheresse	
IV. Caractérisation de la sécheresse météorologique.....	48
IV.1. Indices de sécheresses.....	48
IV.1.1. Indice de l’écart à la moyenne (Em).....	48
IV.1.2. Indice de pluviosité (Ip)	48
IV.1.3. Distribution selon les fréquences.....	49
IV.2. Indices de sévérité.....	49
IV.2.1. Indice du nombre d’écart type	49
IV.2.2. Indice standardisé de précipitation.....	50
IV.3. Analyse du calcul des indices	51
CONCLUSION GENERALE	53

Bibliographie

Liste des tableaux

Chapitre II

Tableau N°II.1 : Présentation des stations pluviométrique.....	8
Tableau N°II. 2 : Application de la méthode de Wilcoxon sur la Station de Tlemcen.....	10
Tableau N°II.3 : Application de la méthode de Wilcoxon sur la Station d’Oran.....	11
Tableau N°II.4 : Application de la méthode de Wilcoxon sur la Station de Mostaganem.....	12
Tableau N II.°5 : Application de la méthode de Wilcoxon sur la Station de Chlef.....	12
Tableau N°II.6 : tableau de fréquence des pluies annuelles de Tlemcen.....	14
Tableau N°II.07 : tableau de fréquence des pluies annuelles d’Oran.....	15
Tableau N°II.8 : tableau de fréquence des pluies annuelles de Mostaganem.....	16
Tableau N°II.9 : tableau de fréquence des pluies annuelles de Chlef.....	17
Tableau N°II.12 : Calcul du coefficient de variation.....	19
Tableau N°II.13: Test de khi deux pour la station de Tlemcen.....	20
Tableau N°II.14: Test de khi deux pour la station d’Oran.....	20
Tableau N°II.15: Test de khi deux pour la station de Mostaganem.....	20
Tableau N°II.16: Test de khi deux pour la station de Chlef.....	21
Tableau N°II. 17 : résultat du test de x2 des précipitations annuelles des quatre stations	21

Chapitre III

Tableau N° III. 18 : Détermination de l’équation de base de la période de récurrence des quatre stations.....	25
Tableau N°III.19 : Calcul des modules Secs.....	25
Tableau N°III.20 : Calcul des modules Humides.....	25
Tableau N°III.21 : Récurrence pour les pluies les plus fortes et les plus faibles.....	26

Tableau N°III.22 : tableau des classes des fréquences des moyennes annuelles pluviométriques de Tlemcen.....	27
Tableau N°III.23 : tableau des classes des fréquences des moyennes annuelles pluviométriques d’Oran.....	28
Tableau N°III.24: tableau des classes des fréquences des moyennes annuelles pluviométriques de Mostaganem.....	29
Tableau N°III.25: tableau des classes des fréquences des moyennes annuelles pluviométriques de Chlef.....	30
Tableau N°III.26 : Evolution des moyennes médianes, minima et maxima annuelles pluviométriques.....	32
Tableau N°III.27. Analyse des tracés des écarts à la moyenne de la station de Tlemcen.....	36
Tableau N°III.28. Analyse des tracés des écarts à la moyenne de la station d’Oran.....	37
Tableau N°III.29. Analyse des tracés des écarts à la moyenne de la station de Mostaganem.....	38
Tableau N°III.30. Analyse des tracés des écarts à la moyenne de la station de Chlef.....	40
Tableau N°III.31: délimitation des mois secs et humides de différentes stations.....	42
Tableau N°III.32 : valeurs moyennes mensuelles des précipitations des différentes stations.....	45
Tableau N°III.33: tableau pluviométrique des quatre stations.....	46

Chapitre IV

Tableau N° IV. 34 : distribution selon les fréquences.....	49
Tableau N° IV. 35 : les différentes classes de l’indice du nombre d’écart type.....	50
Tableau N° IV. 36 : classe de distribution des années selon SPI.....	50
Tableau N° IV. 37 : calcul des indices de sécheresse.....	52

Liste des figures

Chapitre I

Figure N° I.1 : Les grandes entités naturelles dans l'Ouest algérien (Oranie).....4

Chapitre II

Figure N II.02 : la loi Normal de la station de Tlemcen.....15

Figure N II.03 : la loi Normal de la station d'Oran.....16

Figure N II.04 : la loi Normal de la station de Mostaganem.....17

Figure N II.5 : la loi Normal de la station de Chlef.....18

Chapitre III

Figure N°III.6: Histogramme des classes de fréquence des moyennes annuelles pluviométriques pour la station de Tlemcen.....27

Figure N°III.7: Histogramme des classes de fréquence des moyennes annuelles pluviométriques pour la station d'Oran.....29

Figure N°III.8: Histogramme des classes de fréquence des moyennes annuelles pluviométriques pour la station de Mostaganem.....30

Figure N°III.9: Histogramme des classes de fréquence des moyennes annuelles pluviométriques pour la station de Chlef.....31

Figure N°III.10 : évolution des moyennes, des minimas et maximas des stations.....32

Figure N°III.11 : tracé curviligne des moyennes annuelles pluviométriques pour la station de Tlemcen.....33

Figure N°III.12 : tracé curviligne des moyennes annuelles pluviométriques pour la station d'Oran.....34

Figure N°III.13: tracé curviligne des moyennes annuelles pluviométriques pour la station de Mostaganem.....34

Figure N°III.14: tracé curviligne des moyennes annuelles pluviométriques pour la station de Chlef.....35

Figure N°III. 14 :tracé des écarts des pluviométries moyennes annuelles pour la station de Tlemcen.....	36
Figure N°III.16: tracé des écarts des pluviométries moyennes annuelles pour la station d'Oran.....	37
Figure N°III. 17: tracé des écarts des pluviométries moyennes annuelles pour la station de Mostaganem.....	39
Figure N°III. 18: tracé des écarts des pluviométries moyennes annuelles pour la station de Chlef.....	40
Figure N°III. 19 : graphique du tableau de délimitation des mois humides et secs de Tlemcen.....	42
Figure N°III. 20 : graphique du tableau de délimitation des mois humides et secs d'Oran.....	43
Figure N°III. 21 : graphique du tableau de délimitation des mois humides et secs de Mostaganem.....	43
Figure N° III.22: graphique du tableau de délimitation des mois humides et secs de Chlef.....	44
Figure N°III.23 : Précipitation saisonnières des quatre stations.....	46

INTRODUCTION GENERALE

L'eau est à l'origine de la vie. Il est connu que notre pays a un grand problème pour satisfaire les besoins de la population et cela à cause une importante quantité d'eau de précipitation qui se perd et ruisselle dans la mer.

La climatologie se propose d'étudier les états de l'atmosphère comme composants ou déterminants du milieu géographique. Cependant, l'objet premier de ce qui consiste la climatologie, est d'éclairer les liaisons existantes entre l'ensemble des paramètres faisant les climats tout en mettant en évidence l'action des plus grands éléments de l'environnement.

La pluviométrie est le paramètre le plus important dans l'évolution des ressources en eau .Or en Algérie les précipitations deviennent de plus en plus irrégulières.une grande variabilité à travers le temps et l'espace rendant ainsi le climat de semi-aride .En Algérie la pluviométrie diminue du Nord au Sud mais aussi d'Est à l'Ouest.

Ainsi du point de vue pluviométrie, le climat algérien est caractérisé par une insuffisance et une irrégularité des pluies selon les régions irrégularités d'une saison à l'autre mais aussi entre les années avec une saison sèche de plus en plus d'une année à l'autre.

Notre travail consiste à faire l'étude pluviométrique de la région côtière de l'Ouest d'Algérie dans la période (2000-2016). Nous avons pris pour cette étude quatre stations qui sont situées dans la côte Ouest d'Algérie.

On va essayer de répondre à quelques questions préoccupantes et fondamentales, entre autres :

Comment évolue la pluviométrie de notre région?

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

Dans cette perspective, nous contribuons à étudier l'élément essentiel du bilan qui est les précipitations en utilisant le traitement statistique et l'analyse des indices de sécheresse.

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

1. Collecte des données pluviométriques et création d'une banque de données sur ordinateur.
2. Prétraitement des données :

- Test d'ajustement à la loi normale.
 - Test de Coefficient de variation (Wilcoxon).
 - Test du 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.

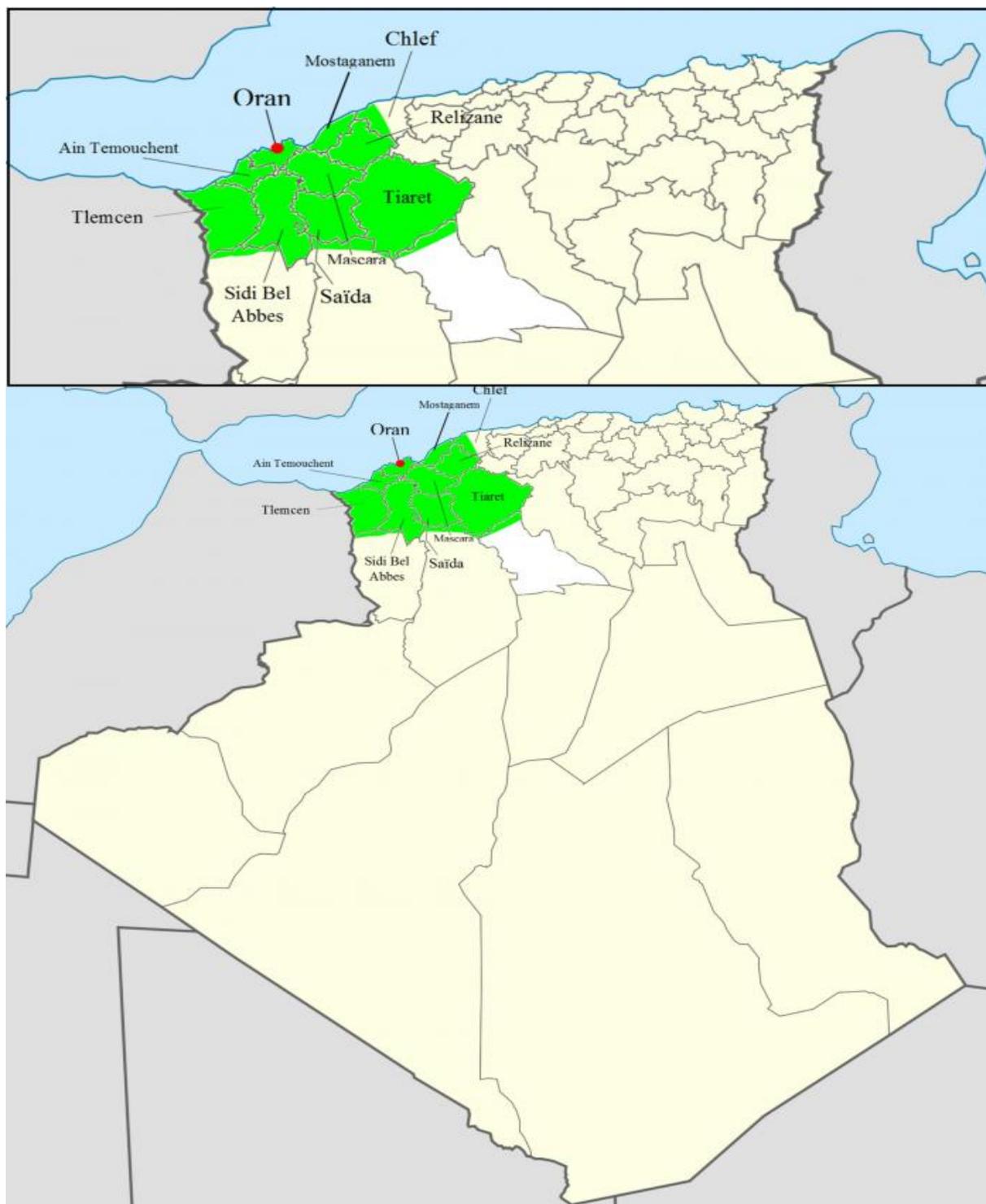
Chapitre I : Situation de la région côtière de l'Ouest d'Algérie :**I.1. La situation géographique :**

La région côtière d'Ouest d'Algérie est le moteur d'une urbanisation galopante et est à l'origine de l'artificialisation soutenue du littoral. Relativement ancienne, elle prend, depuis le milieu des années 1970, de l'ampleur en opposant à des espaces intérieurs, steppiques et sahariens, moins développés, voire déshérités, des espaces côtiers qui concentrent la richesse économique du pays. Cette littoralisation est passée par plusieurs phases. Elle est l'élément explicatif de la dégradation de l'environnement, la pression sur les ressources naturelles et l'urbanisation de la côte.

La littoralisation est le concept qui signifie selon F. Moriconi et F. Dinard [2000] l'urbanisation totale et linéaire de la bande littorale qui s'oppose à des espaces intérieurs qui se vident de leur substance et de leurs habitants. Elle représente pour J. Klein et S. Tabarly [2003] le processus fréquemment observé de concentration des populations et des activités humaines le long ou à proximité des littoraux. En Algérie, les études sur le phénomène de la littoralisation sont multiples. Cependant, l'analyse de son impact sur l'environnement et la gestion spatiale, est faiblement abordée. La contribution par l'examen des interactions, littoralisation-homme-écosystème dans le littoral ouest vise à nourrir cette littérature sur l'espace littoral algérien. Afin de mesurer le poids démographique du littoral en Oranie, on considérera l'ensemble des communes de l'Ouest algérien. L'échelle spatiale d'analyse de la répartition de la population est la commune. Car elle traduit au mieux les disparités Nord-Sud en Algérie (construction de phrase curieuse). Cette échelle nous aide aussi à dépasser les contraintes qui peuvent être posées, si on travaille exclusivement à l'échelle de la wilaya [Prenant, 1991].

La région englobe d'une part, une zone côtière d'environ 400 km de longueur et d'autre part, un arrière-pays étendu qu'il convient d'étudier afin d'approcher les disparités avec la zone côtière. La région est composée naturellement de sahels, de plaines littorales et sub-littorales, de chaînes montagneuses, de bassins intérieurs et, enfin, d'une vaste zone steppique. Sa superficie totale dépasse les 63 000 km². Elle est limitée, au nord, par la Méditerranée, à l'ouest, par le Maroc, au sud-ouest, par le Chott Chergui, au sud, par les hautes plaines du Sersou et à l'est, par les Monts de l'Ouarsenis et la vallée du bas-Chélif. Elle est composée de huit wilayas et semble être représentative des disparités entre le littoral et l'arrière-pays.

Figure N° I.1 : Les grandes entités naturelles dans l'Ouest algérien (Oranie)



I.2. La population :

La région côtière d'Ouest de l'Algérie est caractérisée par de nombreuses grandes villes. On estime qu'environ 2 millions d'habitants vivent dans de grandes villes de plus de 100 000 habitants, tandis qu'en incluant les villes de plus de 50 000 habitants, les habitants urbains de représenteraient 2,4 millions de personnes sur un total de plus de 6 millions d'habitants

I.3. Le climat :

Si le vent du sud dessèche, il n'en est pas de même des vents du secteur Ouest, qui soufflent parfois avec violence, surtout du Nord-Ouest, et sont des vents bienfaisants qui amènent la pluie sur tout le pays et surtout les secteurs montagneux. Ceci d'une manière irrégulière de l'automne au printemps, à des dates et en quantités très variables suivant les années, mais privilégiant toujours les massifs montagneux par rapport aux régions voisines.

La région est caractérisée d'un climat méditerranéen classique marqué par une sécheresse estivale, des hivers doux, un ciel lumineux et dégagé. Pendant les mois d'été, les précipitations deviennent rares, voire inexistantes, et le ciel est lumineux et dégagé. L'anticyclone subtropical recouvre la région pendant près de quatre mois. En revanche, la région est bien arrosée pendant l'hiver. Les faibles précipitations et leur fréquence sont aussi caractéristiques de ce climat, plus sec que le reste du Nord Algérien.

I.4. Relief

L'Atlas tellien ne constitue pas une chaîne de montagnes continue. Il est découpé au voisinage de la mer par une série de plaines : Plaines d'Oran, du Sig et du Chélif.

Entre ces plaines se dressent les petites hauteurs du Sahel oranais, qui tombent à pic dans la mer et forment une côte abrupte et rocheuse : les baies (Oran, Arzew) sont rares et peu abritées, à l'exception notable de la rade de Mers el-Kebir.

Au sud de ces collines du Sahel se trouvent des petits massifs montagneux, plus élevés : Monts du Tessala, de Tlemcen, du Dahra. Le massif de l'Ouarsenis, qui atteint près de 2 000 mètres, est le plus important. Entre ces massifs s'étendent des plaines intérieures : Plaines de Tlemcen, de Sidi-Bel-Abbès et de Mascara.

Au sud des massifs de Tell s'étendent des hauts-plateaux semi-arides, dont le centre est occupé par le grand Chott Ech Chergui.

I.5. Aspect socio-économique

Dès le début du vingtième siècle, le poids économique et démographique du littoral ouest algérien a commencé à prendre de l'importance. L'ensemble des villes côtières regroupait plus de 19 % de la population de l'Oranie. Le moteur de cette dynamique est principalement lié au développement de l'activité portuaire. Quatre ports importants assuraient les échanges avec la France et l'Europe. Oran était le plus grand port exportateur de toute la région Ouest de l'Algérie. Ghazaouet, était le port de transit des plaines de Tlemcen et de Maghnia, ainsi que du Maroc oriental. Béni-Saf exportait par son port le vin Témouchentois et son minerai de fer. Mostaganem était le deuxième port en importance, après Oran, dans les échanges des produits alimentaires. Incontournable, elle était le débouché principal des produits agricoles et du bétail provenant de la plaine de Mascara, de la Mina et du Sersou. Arzew, petit port de pêche traditionnelle, en développement, était un exportateur de choix du sel et de l'alfa des hautes plaines steppiques, oranaises [Tinthoin, 1952]. Ces villes portuaires, à rayonnement régional, tiraient profit des centres intermédiaires de l'arrière-pays ; qu'ils soient de création ancienne, comme Tlemcen, Mascara, ou récents, comme Sidi Bel Abbès ou Relizane. Ce sont ces villes intérieures qui étaient dynamisées durant l'époque coloniale, pour les besoins de contrôle du territoire et de mise en valeur agricole.

Le régime économique socialiste, a instauré après l'indépendance, une politique volontariste d'industrialisation, en concédant d'importants investissements pour la construction d'infrastructures dans les villes côtières. Dans l'Ouest algérien, la mise en place d'une industrie pétrochimique à Arzew – Béthioua et de transformation à Oran, Ghazaouet et Mostaganem était une conséquence directe, une exacerbation de la polarisation des villes côtières [Semmoud, 1986]. Cette politique a coïncidé avec la promotion administrative de nouvelles agglomérations au rang de wilaya lors des découpages territoriaux successifs. Les effets combinés de ces politiques ont certes renforcé le rôle des pôles littoraux, aidés par une évolution démographique importante, mais ont contribué aussi à faire émerger de nouveaux pôles industriels, régionaux, de l'intérieur, comme ceux de Sidi Bel Abbès et Tlemcen. Les effets sur l'espace se traduisaient alors par un recul remarquable des disparités entre littoral et intérieur. Ce volontarisme étatique déployé au niveau national, a placé l'Algérie dans une position moins critique que ses pays voisins du Maghreb où la littoralisation apparaissait comme un phénomène irréversible [Côte et Joannon, 1999]. Cette politique de rééquilibrage n'a touché néanmoins que la partie tellienne, les zones steppiques et sahariennes étant très peu intégrées dans le processus de développement industriel.

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 17 ans, la référence actuelle étant la période 2000-2016 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.1 : Présentation des stations pluviométrique

Station	Latitude	Longitude	Année d'étude
TLEMCEM	34° 52' 41 N	-1° 18' 54 O	2000-2016
ORAN	35° 41' 27 N	-0° 38' 30 O	2000-2016
MOSTAGANEM	35° 55' 52 N	0° 5' 21 E	2000-2016
CHLEF	36° 15' 0 N	1° 15' 0 E	2000-2016

II.3. Contrôle de l'homogénéité des données

Parfois l'étude des séries chronologiques met en évidence des changements de valeurs qui surviennent brusquement et se maintiennent ultérieurement et se traduisent par une modification progressive mais systématique de ces valeurs. L'analyse statistique des séries observées exige de celles-ci une homogénéité de leurs composantes.

II.2.4. les méthodes de contrôles :

Il existe plusieurs méthodes pour tester l'homogénéité :

- Méthode du double cumul (double masse)
- Méthode de régression linéaire.
- Méthode des résidus cumulés.
- Test F.
- Test de Wilcoxon.

Dans notre cas ; on retiendra la méthode de Wilcoxon.

II.3.1. Test de Wilcoxon

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

On procède ainsi :

Soit une série d'observations de longueur N a 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 trois stations au niveau de signification de 5%.

II.3.1.1. Application de la méthode de Wilcoxon sur la Station de Tlemcen

Tableau N°II. 2 : Application de la méthode de Wilcoxon sur la Station de Tlemcen

X	Y	Rangs	XUY	Origine	Rangs	XUY	Origine
220	317	1	153	Y	11	337	Y
309	427	2	200	Y	12	363	Y
293	363	3	205	Y	13	363	Y
420	363	4	209	X	14	387	X
387	391	5	220	X	15	391	Y
209	205	6	224	X	16	420	X
224	153	7	242	Y	17	427	Y
	337	8	293	X			
	200	9	309	X			
	242	10	317	Y			

On a: $N_1=7$, $N_2=10$

$$\left\{ \begin{array}{l} W_{\min} = 33.93 \\ W_{\max} = 92.07 \\ W_x = 55 \end{array} \right. \quad \text{on vérifie l'inégalité: } W_{\min} < W_x < W_{\max} \quad \text{c'est-à-dire } 33.93 < 55 < 92.07$$

- L'inégalité est donc vérifiée, et notre série est donc homogène.

II.3.1.2. Application de la méthode de Wilcoxon sur la Station d'Oran

Tableau N°II.3 : Application de la méthode de Wilcoxon sur la Station d'Oran

X	Y	Rangs	XUY	Origine	Rangs	XUY	Origine
194	522	1	148	Y	11	288	X
185	205	2	185	X	12	289	Y
285	219	3	194	X	13	310	X
352	350	4	194	Y	14	350	Y
415	289	5	205	Y	15	352	X
288	231	6	219	Y	16	415	X
310	194	7	231	Y	17	522	Y
	248	8	248	Y			
	148	9	276	Y			
	276	10	285	X			

On a: $N_1=7$, $N_2=10$

$$\left\{ \begin{array}{l} W_{\min} = 33.93 \\ W_{\max} = 92.07 \\ W_x = 63 \end{array} \right. \quad \text{on vérifie l'inégalité: } W_{\min} < W_x < W_{\max} \quad \text{c'est-à-dire } 33.93 < 63 < 92.07$$

- L'inégalité est donc vérifiée, et notre série est donc homogène.

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

Tableau N°II.4 : Application de la méthode de Wilcoxon sur la Station de Mostaganem

On a: $N_1=7$, $N_2=10$

$$\left\{ \begin{array}{l} W_{\min} = 33.93 \\ W_{\max} = 92.07 \\ W_x = 53 \end{array} \right. \quad \text{on vérifie l'inégalité: } W_{\min} < W_x < W_{\max} \quad \text{c'est-à-dire } 33.93 < 53 < 92.07$$

- L'inégalité est donc vérifiée, et notre série donc homogène.

X	Y	Rangs	XUY	Origine	Rangs	XUY	Origine
203	434	1	175	Y	11	322	Y
224	175	2	203	X	12	323	X
290	322	3	224	X	13	418	Y
323	420	4	244	Y	14	420	Y
320	418	5	260	Y	15	434	Y
320	270	6	270	Y	16	465	Y
607	244	7	290	X	17	607	X
	465	8	298	Y			
	298	9	320	X			
	260	10	320	X			

II.3.1.4. Application de la méthode de Wilcoxon sur la Station de Chlef

Tableau N II.°5 : Application de la méthode de Wilcoxon sur la Station de Chlef

X	Y	Rangs	XUY	Origine	Rangs	XUY	Origine
211	304	1	128	Y	11	399	Y
185	336	2	185	X	12	401	Y
260	394	3	211	X	13	414	Y
294	590	4	257	Y	14	476	X
476	591	5	260	X	15	515	X
320	399	6	294	X	16	590	Y
515	128	7	304	Y	17	591	Y
	414	8	320	X			
	257	9	336	Y			
	401	10	394	Y			

On a: $N_1=7$, $N_2=10$

$$\left\{ \begin{array}{l} W_{\min} = 33.93 \\ W_{\max} = 92.07 \\ W_x = 45 \end{array} \right. \quad \text{on vérifie l'inégalité: } \mathbf{W_{\min} < W_x < W_{\max}} \quad \text{c'est-à-dire } 33.93 < 45 < 92.07$$

- L'inégalité est donc vérifiée, et notre série donc 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 :

- 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 :

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

ou U est la variable réduite de GAUSS

$$\mathbf{U = \frac{X-X}{\delta x}}$$

Avec x : variable aléatoire

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

δx : Ecart type de la variable aléatoire

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

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

a) Station de Tlemcen

Tableau N°II.6 : tableau de fréquence des pluies annuelles de Tlemcen

Valeur observée	Effectif N	Effectif Cumulé	Fréquence $F_i = n / N + 1$ (%)
153	1	1	5.55
200	1	2	11.11
205	1	3	16.66
209	1	4	22.22
220	1	5	27.77
224	1	6	33.33
242	1	7	38.88
293	1	8	44.44
309	1	9	50
317	1	10	55.55
337	1	11	61.11
363	2	13	72.22
387	1	14	77.77
391	1	15	83.33
420	1	16	88.88
427	1	17	94.44

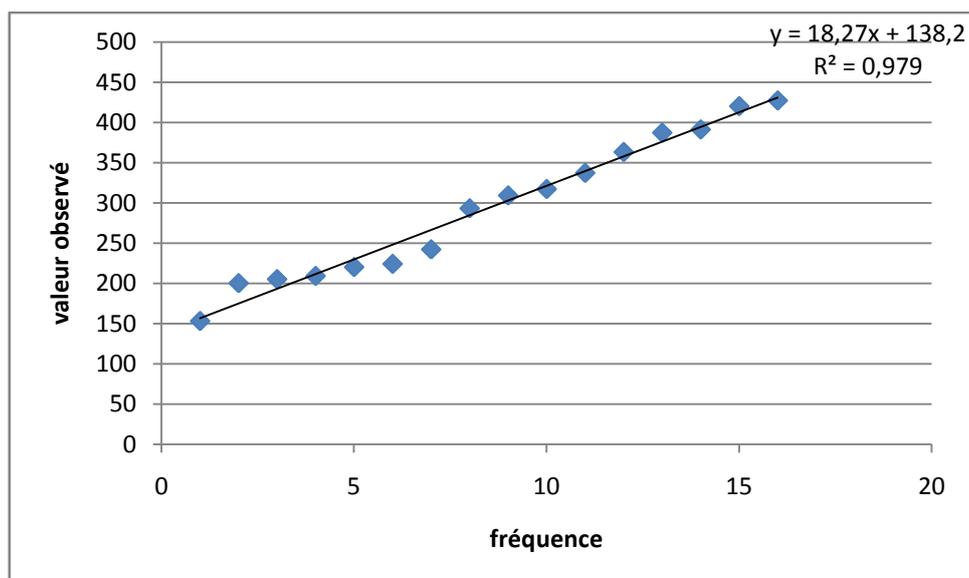


Figure N II.02 : Tracé de la loi Normal de la station de Tlemcen

b) Station d'Oran

Tableau N°II.07 : tableau de fréquence des pluies annuelles d'Oran

Valeur observée	Effectif N	Effectif Cumulé	Fréquence $F_i = n / N + 1$ (%)
148	1	1	5.55
185	1	2	11.11
194	2	4	22.22
205	1	5	27.77
219	1	6	33.33
231	1	7	38.88
248	1	8	44.44
276	1	9	50
285	1	10	55.55
288	1	11	61.11
289	1	12	66.66
310	1	13	72.22
350	1	14	77.77
352	1	15	83.33
415	1	16	88.88
522	1	17	94.44

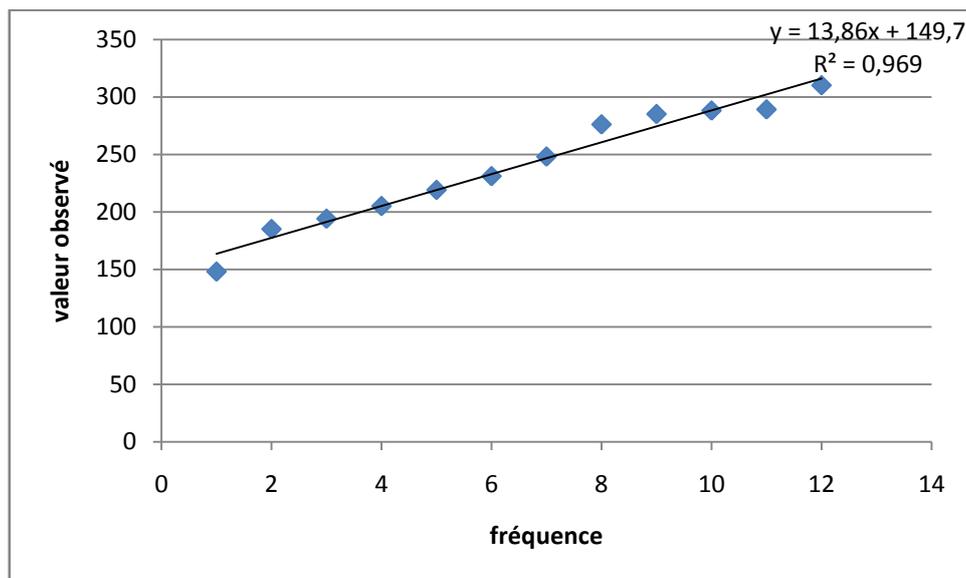


Figure N II.03 : Tracé de la loi Normal de la station d'Oran

c) Station de Mostaganem

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

Valeur observée	Effectif N	Effectif Cumulé	Fréquence $F_i = n / N + 1$ (%)
175	1	1	5.55
203	1	2	11.11
224	1	3	16.66
244	1	4	22.22
260	1	5	27.77
270	1	6	33.33
290	1	7	38.88
298	1	8	44.44
320	2	10	55.55
322	1	11	61.11
323	1	12	66.66
418	1	13	72.22
420	1	14	77.77
434	1	15	83.33
465	1	16	88.88
607	1	17	94.44

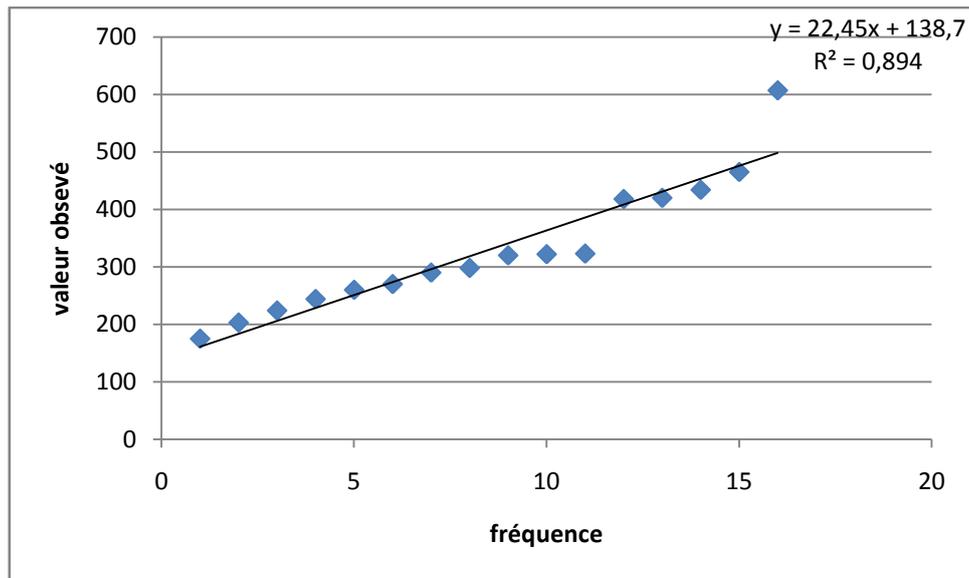


Figure N II.04 : Tracé de la loi Normal de station de Mostaganem

d) Station de Chlef

Tableau N°II.9 : tableau de fréquence des pluies annuelles de Chlef

Valeur observée	Effectif n	Effectif Cumulé	Fréquence $F_i = n / N + 1$ (%)
128	1	1	5.55
185	1	2	11.11
211	1	3	16.66
257	1	4	22.22
260	1	5	27.77
294	1	6	33.33
304	1	7	38.88
320	1	8	44.44
336	1	9	50
394	1	10	55.55
399	1	11	61.11
401	1	12	66.66
414	1	13	72.22
476	1	14	77.77
515	1	15	83.33
590	1	16	88.88
591	1	17	94.44

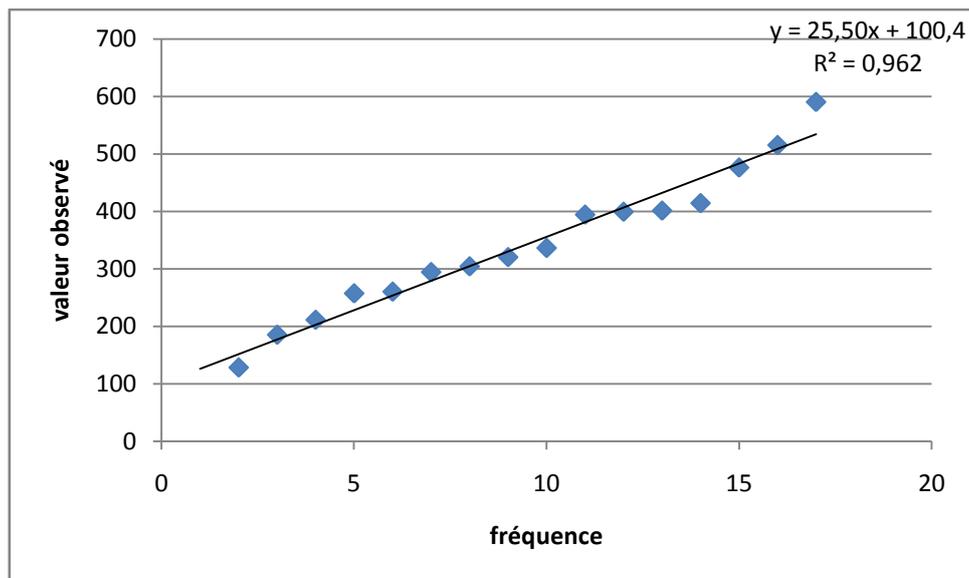


Figure N II.5 : Tracé de la loi Normal de station de Chlef

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.12 : Calcul du coefficient de variation

Station	Moyenne p	Ecart type δ	Cv= δ / P
TLEMCEN	297.65	86.77	0.29
ORAN	277.12	94.15	0.34
MOSTAGANEM	329	109.49	0.33
CHLEF	357.35	134.12	0.37

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

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

Soit l'effectif théorique de classe :

$$np_i = \frac{n}{k}$$

Avec k : le nombre de classe

n : effectif observé de class k = 4

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

Classes K	Limites des classes	Effectifs observés (ni)	Effectifs théoriques (npi)	$\frac{(ni - npi)^2}{npi}$
1	153-209	4	4.25	0.01
2	220-293	4	4.25	0.01
3	309-363	4	4.25	0.01
4	363-427	5	4.25	0.23
Totaux		N=17	Npi=17	X2=0.26

Tableau N°II.14: Test de khi deux pour la station d'Oran

Classes K	Limites des classes	Effectifs observés (ni)	Effectifs théoriques (npi)	$\frac{(ni - npi)^2}{npi}$
1	148-194	4	4.25	0.01
2	205-248	4	4.25	0.01
3	276-289	4	4.25	0.01
4	310-522	5	4.25	0.23
Totaux		N=17	Npi=17	X2=0.26

Tableau N°II.15: Test de khi deux pour la station de Mostaganem

Classes K	Limites des classes	Effectifs observés (ni)	Effectifs théoriques (npi)	$\frac{(ni - npi)^2}{npi}$
1	175-244	4	4.25	0.01
2	260-298	4	4.25	0.01
3	320-323	4	4.25	0.01
4	418-607	5	4.25	0.23
Totaux		N=17	Npi=17	X2=0.26

Tableau N°II.16: Test de khi deux pour la station de Chlef

Classes K	Limites des classes	Effectifs observés (ni)	Effectifs théoriques (npi)	$\frac{(ni - npi)^2}{npi}$
1	128-257	4	4.25	0.01
4	260-320	4	4.25	0.01
3	336-401	4	4.25	0.01
4	414-591	5	4.25	0.23
Totaux		N=17	Npi=17	X2=0.26

Tableau N°II. 17 : résultat du test de x2 des précipitations annuelles des quatre stations

	Tlemcen	Oran	Mostaganem	Chlef
X² calculé	0,26	0,26	0,26	0,26
Ddl	3	3	3	3
X² tabulé	3,841			
Observation	Bon ajustement			

c. Résultat du test du Khi deux

$$\chi^2 \text{ calculé} = 0.26$$

Le nombre de degré de liberté $ddl = k - 3 = 4 - 3 = 1$

Pour un risque $\alpha = 5\%$ $\longrightarrow x^2 \text{ tabulé} = 3,841 > \chi^2 \text{ calculé} = 0,26$; 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.

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.

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 prisent 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 réduit 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

$$P = \bar{X} + \delta .U$$

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. 18 : Détermination de l'équation de base de la période de récurrence des quatre stations

Station	Moyenne X	Ecart type δ	$Cv = \delta / X$	Equation
Tlemcen	297.65	86.77	0.29	$P = 297.65 + 0.29 U$
Oran	277.12	94.15	0.34	$P = 277.12 + 94.15U$
Mostaganem	329	109.49	0.33	$P = 329 + 109.49U$
Chlef	357.35	134.12	0.37	$P = 357.35 + 134.12U$

Tableau N°III.19 : Calcul des modules Secs

Station	Equation	Module décennal	Module 50ans	Module centenaire
Tlemcen	$P = 297.65 - 0.29 U$	297.28	297.06	296.98
Oran	$P = 277.12 - 94.15U$	156.61	84.12	57.78
Mostaganem	$P = 329 - 109.49U$	188.85	104.55	73.89
Chlef	$P = 357.35 - 134.12U$	185.86	82.41	44.85

Tableau N°III.20 : Calcul des modules Humides

Station	Equation	Module décennal	Module 50ans	Module centenaire
Tlemcen	$P = 297.65 + 0.29 U$	298.02	298.24	298.32
Oran	$P = 277.12 + 94.15U$	397.63	470.12	496.49
Mostaganem	$P = 329 + 10.49U$	469.15	553.45	584.11
Chlef	$P = 357.35 + 134.12U$	529.02	632.29	669.85

III.2.5. Analyse du calcul des récurrences

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

Du point de vue théorique, le calcul des modules secs et humides nous à permis de constater que la station de Tlemcen 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 Tlemcen où 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 tableau N°21 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 50 ans, ce qui vérifie la condition posée par les modules secs et humides.

Tableau N°III.21 : 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 (Tlemcen, Oran, Mostaganem, Chlef)	0.05	0.94	17 ans	17ans

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 de Tlemcen: (tableau N°22et la figure N°6)

On constate que 50% des données pluviométriques de la période d'étude se situe dans l'intervalle 150-300 mm et la seconde moitié dans l'intervalle 300-400 mm et plus.

Tableau N°III.22 : tableau des classes des fréquences des moyennes annuelles pluviométriques de Tlemcen

Catégorie	Effectif	Cumulé	Pourcentage %	Pourcentage Cumulé %
$x \leq 150$	1	1	6	6
$150 \leq x \leq 200$	1	2	6	12
$200 \leq x \leq 250$	5	7	31	43
$250 \leq x \leq 300$	1	8	6	49
$300 \leq x \leq 350$	3	11	19	68
$350 \leq x \leq 400$	3	14	19	87
$400 \leq x$	2	16	12	100

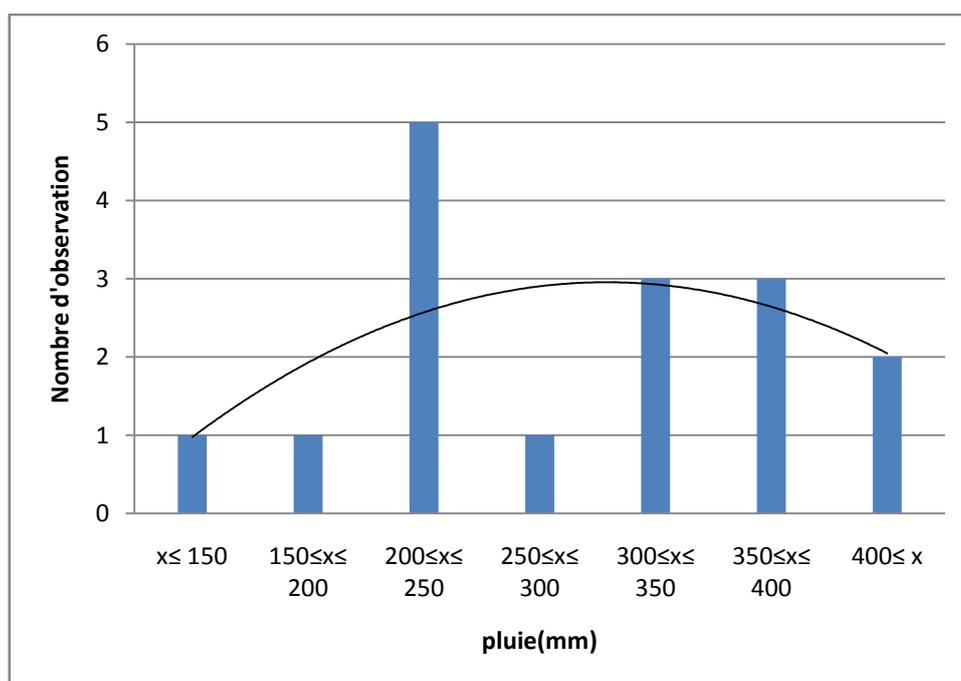


Figure N°III.6: Histogramme des classes de fréquence des moyennes annuelles pluviométriques pour la station de Tlemcen

b. La station d'Oran:

Suivant le tableau N°23 et la figure N°7, on constate que 50% des données pluviométriques de la période d'étude se situe dans l'intervalle 150-300mm, où le 25% de cet intervalle se trouve dans la classe 150-200mm avec 3 observations sur 11 tandis que la second moitié se trouve dans la classe 200-300 mm avec 8 observations sur 11.

L'autre 50% des données pluviométriques de notre période d'étude situe entre 300mm et 500mm.

Tableau N°III.23 : tableau des classes des fréquences des moyennes annuelles pluviométriques d'Oran

Catégorie	Effectif	Cumulé	Pourcentage %	Pourcentage Cumulé %
$x \leq 150$	1	1	6	6
$150 \leq x \leq 200$	2	3	12	18
$200 \leq x \leq 250$	4	7	25	37
$250 \leq x \leq 300$	4	11	25	62
$300 \leq x \leq 350$	1	22	6	68
$350 \leq x \leq 400$	2	14	12	80
$400 \leq x \leq 450$	1	15	6	86
$450 \leq x \leq 500$	0	15	6	92
$500 \leq x$	1	16	6	100

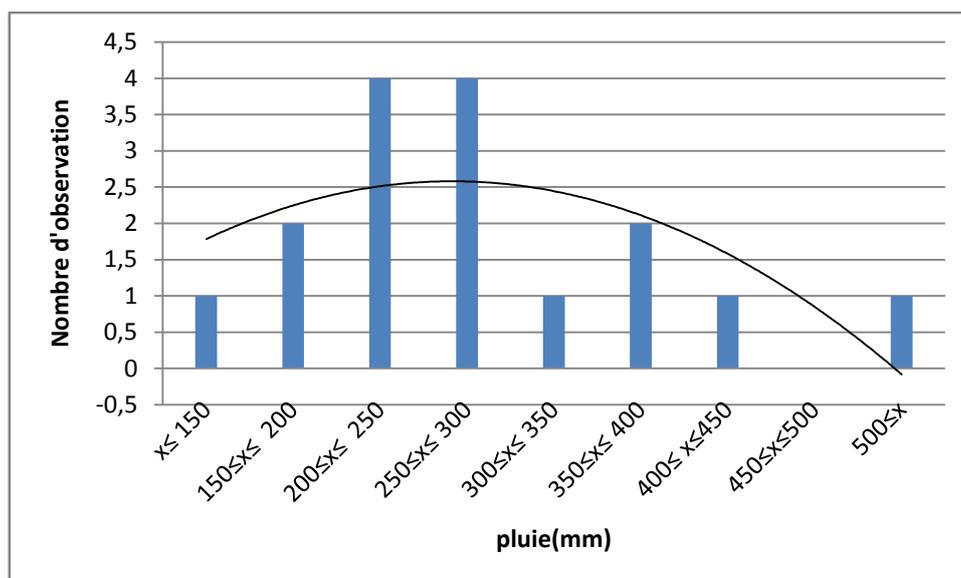


Figure N°III.7: Histogramme des classes de fréquence des moyennes annuelles pluviométriques pour la station d'Oran

c. la station de Mostaganem : (tableau N°24 et la figure N° 8)

On constate que 50% des données pluviométriques de la période d'étude se situe dans l'intervalle 170-310 mm et la seconde moitié dans l'intervalle 310-590 mm et plus.

Tableau N°III.24: tableau des classes des fréquences des moyennes annuelles pluviométriques de Mostaganem

Catégorie	Effectif	Cumulé	Pourcentage %	Pourcentage Cumulé %
$x \leq 170$	1	1	6	6
$170 \leq x \leq 240$	3	4	19	25
$240 \leq x \leq 310$	4	8	25	50
$310 \leq x \leq 380$	3	11	19	69
$380 \leq x \leq 450$	3	14	19	88
$450 \leq x \leq 520$	1	15	6	94
$520 \leq x \leq 590$	0	15	1	95
$590 \leq x$	1	16	6	100

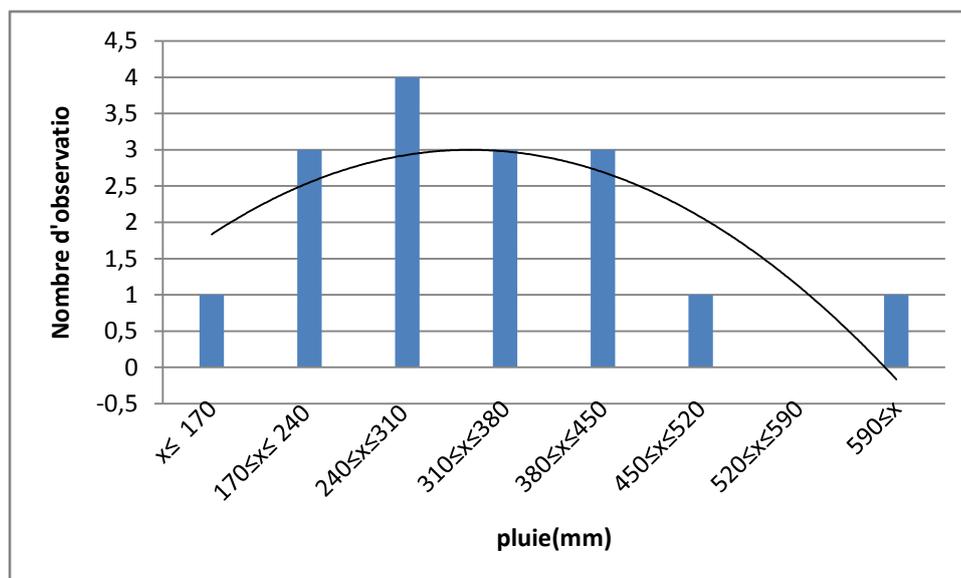


Figure N°III.8: Histogramme des classes de fréquence des moyennes annuelles pluviométriques pour la station de Mostaganem

d. La station de Chlef : (tableau N°25 et la figure N°9)

On constate que 50% des données pluviométriques de la période d'étude se situe dans l'intervalle 150-350 mm et la seconde moitié dans l'intervalle 350-550 mm et plus.

Tableau N°III.25 : tableau des classes des fréquences des moyennes annuelles pluviométriques de Chlef

Catégorie	Effectif	Cumulé	Pourcentage %	Pourcentage Cumulé %
$x \leq 150$	1	1	6	6
$150 \leq x \leq 200$	1	2	6	12
$200 \leq x \leq 250$	1	3	6	18
$250 \leq x \leq 300$	3	6	18	36
$300 \leq x \leq 350$	3	9	18	54
$350 \leq x \leq 400$	2	11	12	66
$400 \leq x \leq 450$	2	13	12	78
$450 \leq x \leq 500$	1	14	6	84
$500 \leq x \leq 550$	1	15	6	90
$550 \leq x$	2	17	12	100

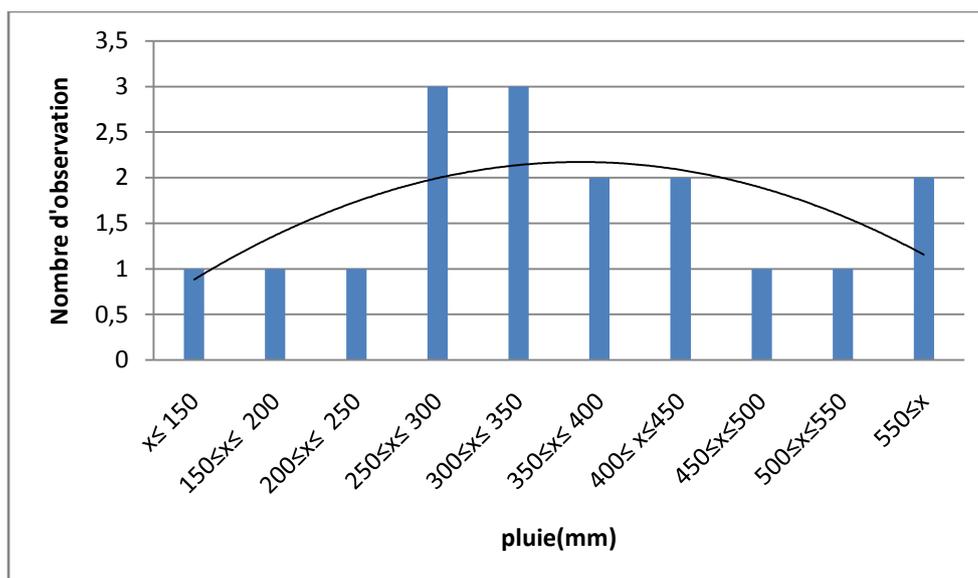


Figure N°III.9: Histogramme des classes de fréquence des moyennes annuelles pluviométriques pour la station de Chlef

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 concernant les quatre stations :

- ✓ Le minimum, la moyenne et le maximum de Tlemcen sont sensiblement égale à la station d'Oran.
- ✓ La station de Chlef a le minimum, la moyenne et le maximum les plus faibles par rapport aux autres stations.
- ✓ Les stations de Tlemcen, Oran et la station de Mostaganem ont des moyennes et des maximums très proches.
- ✓ le maximum le plus élevé se trouve au niveau de la station de Mostaganem.
- ✓ 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 : Chlef, Mostaganem ,Tlemcen et Oran.

Tableau N°III.26 : Evolution des moyennes médianes, minima et maxima annuelles pluviométriques

Stations	Minimum	Moyenne	Maximum
Tlemcen	153	297.65	427
Oran	148	277.12	522
Mostaganem	175	329	607
Chlef	128	357.35	591

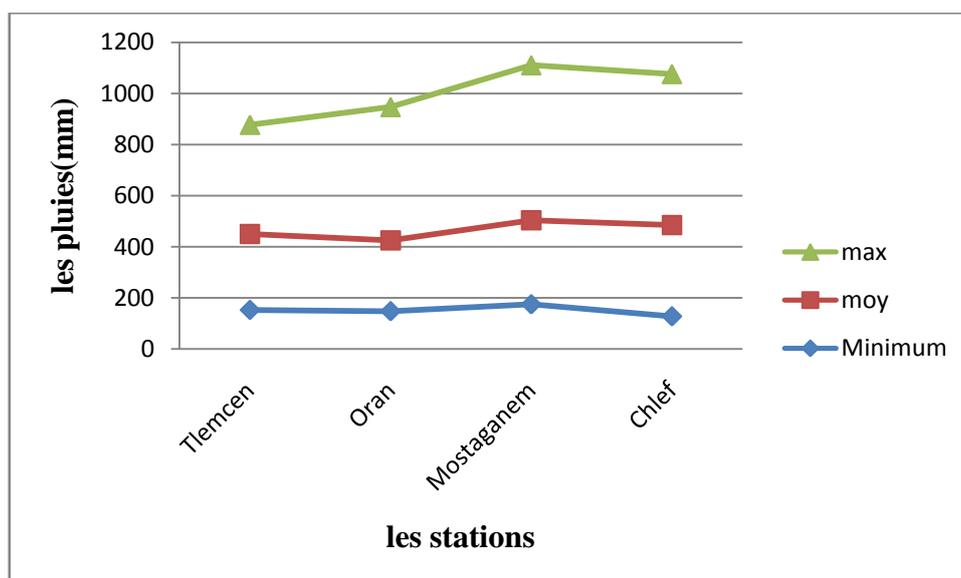


Figure N°III.10 : évolution des moyennes, des minimas et maximas des stations

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.

La tendance générale qui émerge de la lecture des différentes courbes (voir figure N° 11, 12, 13 et 14) 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°11 à 14), les années de forte pluviométrie pour les stations sont :

- Année 2008 pour la station de Tlemcen
- Année 2007 pour la station d'Oran
- Année 2006 pour la station de Mostaganem
- Année 2010 et 2011 pour la station de Chlef

D'autre part, Pour les années de faible pluviométrie, on a noté pour les stations de Tlemcen pour l'année 2015 et Oran et Chlef concernant l'année 2013.

L'année 2008 a été de faible pluviométrie pour la station de Mostaganem.

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.11 : tracé curviligne des moyennes annuelles pluviométriques pour la station de Tlemcen

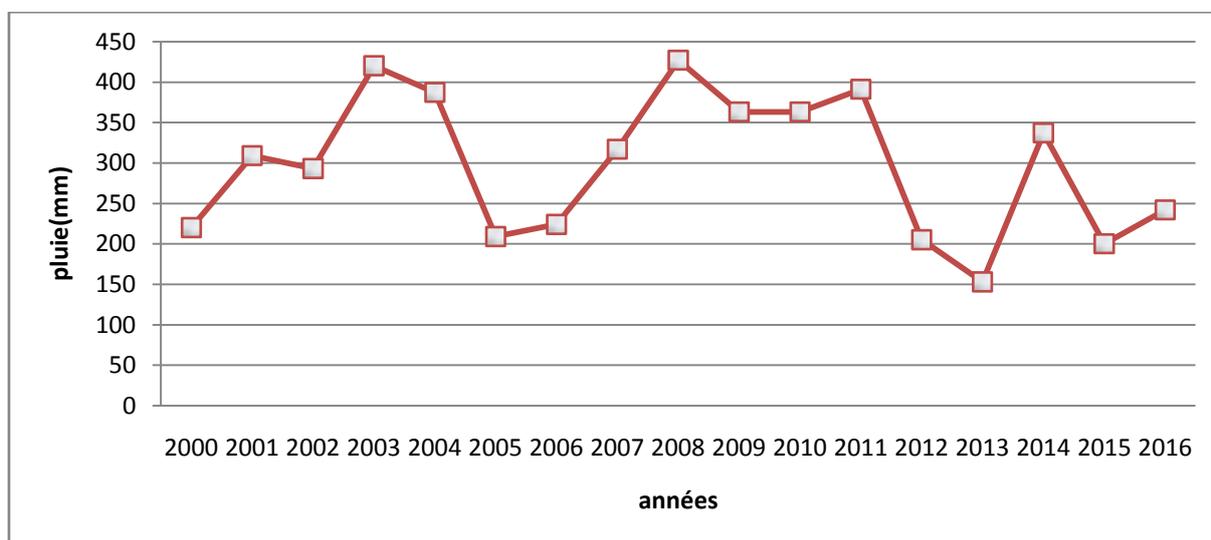


Figure N°III.12 : tracé curviligne des moyennes annuelles pluviométriques pour la station d'Oran

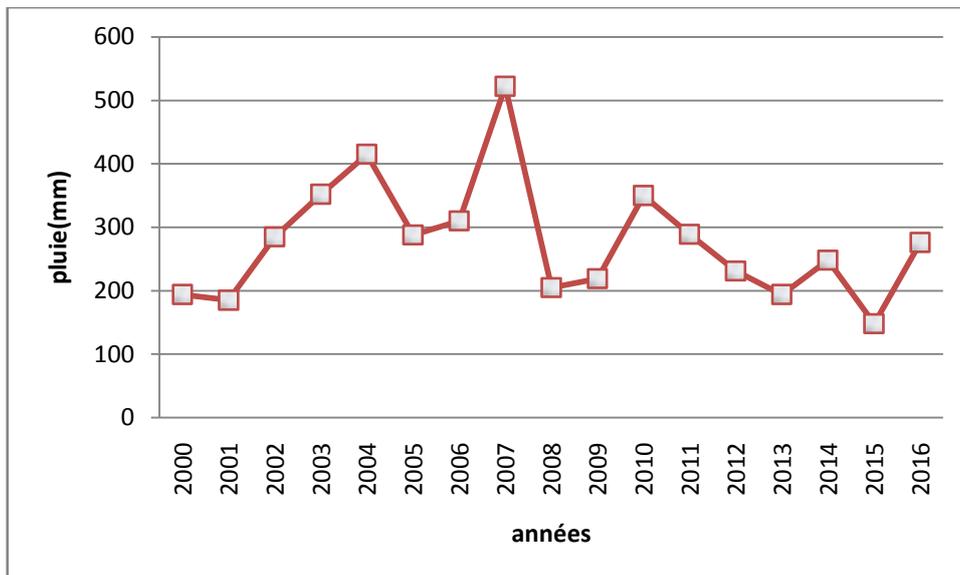


Figure N°III.13: tracé curviligne des moyennes annuelles pluviométriques pour la station de Mostaganem

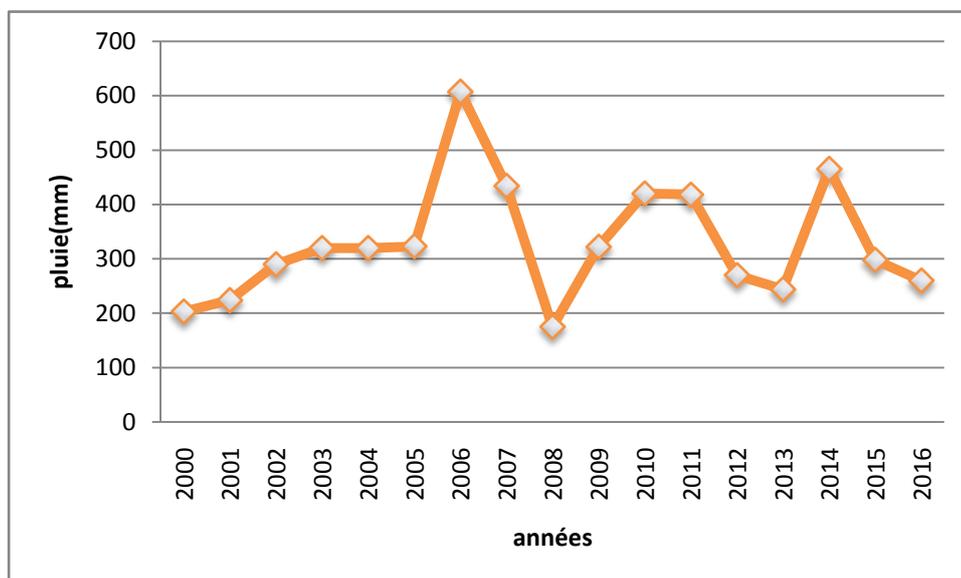
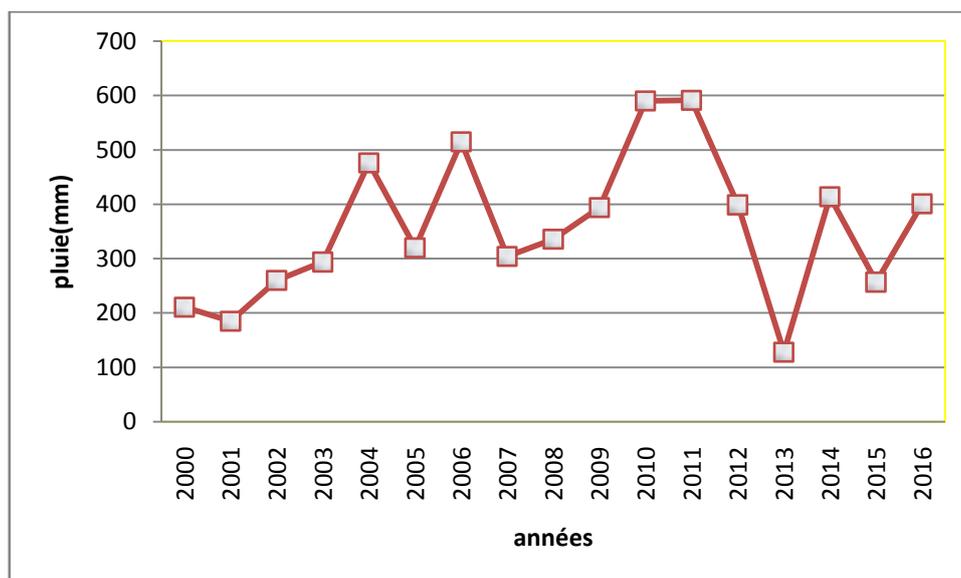


Figure N°III.14: tracé curviligne des moyennes annuelles pluviométriques pour la station de Chlef



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.

a. Station de Tlemcen

La station de Tlemcen se distingue par une série des données allant de 2000 à 2016 soit une série de 17ans dont la moyenne annuelle de la série est de 297,65 mm.

La station est composée de deux périodes : l'une, période humide de 4ans successifs (2004-2007) et l'autre période sèche de 13ans aussi successifs (2008-2016).

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 522 mm en 2007.

- Une classe déficitaire qui correspond à l'ensemble des périodes sèches dont la moyenne la plus faible a été enregistrée en 2015 avec 153 mm.

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

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

période	N° Année	Moyenne	Minimum	Maximum	Ecart type	Cv
Période humide						
2004/2007	4	383.75	288	522	107.54	0.28
Période sèche						
2008/2011	4	265.75	205	350	67.12	0,25
2000/2003	4	254	185	352	79.43	0,31
2012/2016	5	219.4	153	276	49.75	0,23

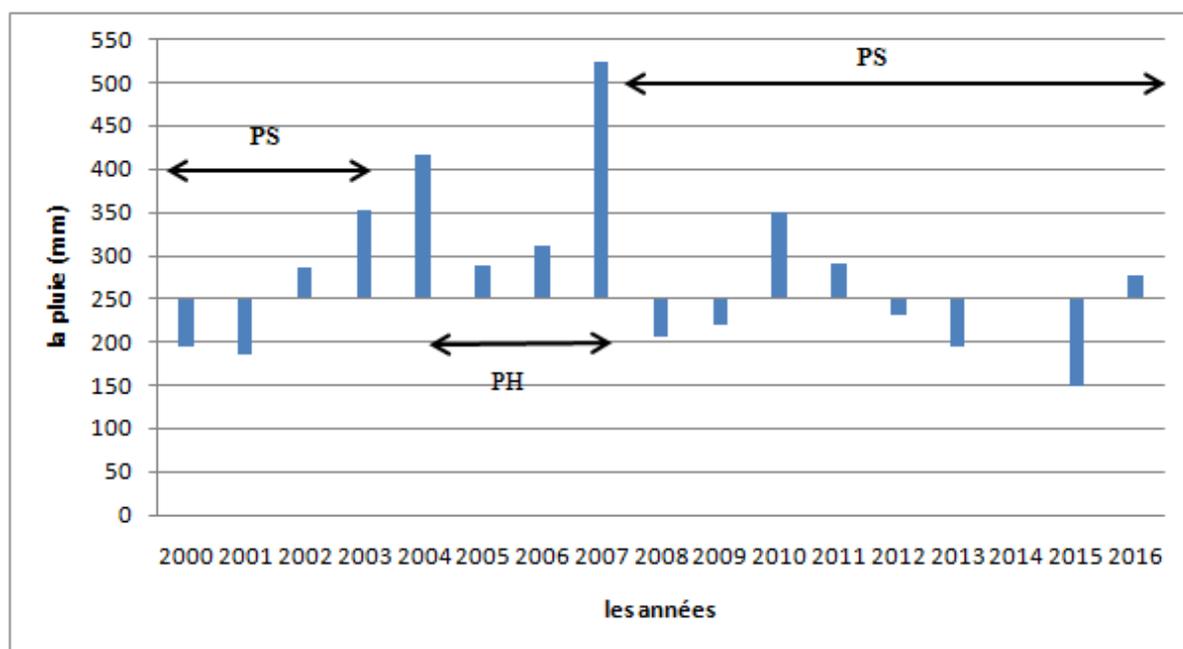


Figure N°III. 14 : tracé des écarts des pluviométries moyennes annuelles pour la station de Tlemcen

b. Station d'Oran

La station d'Oran est composée de deux périodes : l'une, période humide de 8 ans successifs (2000-2011) et l'autre période sèche de 9ans aussi successifs (2004-2016), la moyenne annuelle de cette série est de 277.12mm.

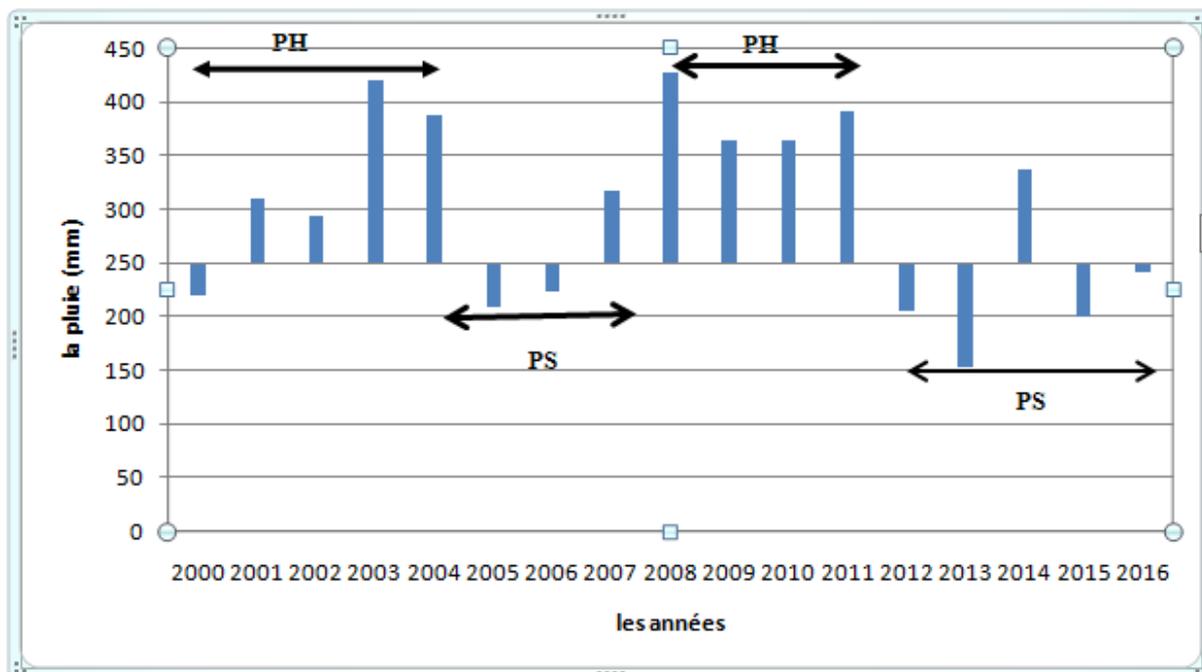
Ces périodes se regroupent en 2 classes :

- Une classe excédentaire qui correspond à l'ensemble des périodes humides dont la moyenne la plus élevée a été enregistrée avec 427mm en 2008.
- Une classe déficitaire qui correspond à l'ensemble des périodes sèches dont la moyenne la plus faible a été enregistrée en 2013 avec 148 mm.

Tableau N°III.28. Analyse des tracés des écarts à la moyenne de la station d'Oran

Période (ans)	N.années	Moyenne (mm)	Minimum (mm)	Maximum (mm)	Ecart type	Cv
Période humide						
2000/2003	4	310,5	220	420	82,64	0,26
2008/2011	4	386	363	427	30,35	0,07
Période sèche						
2004/2007	4	284,25	209	387	83,51	0,29
2003/2007	5	227,4	148	337	68,94	0,3

Figure N°III.16: tracé des écarts des pluviométries moyennes annuelles pour la station d'Oran



c. Station de Mostaganem

La station de Mostaganem se distingue par une série des données allant de 2000 à 2016 soit une série de 17ans dont la moyenne annuelle de la série est de 277.12mm.

En premier lieu nous distinguons clairement les deux pics pluviométriques les plus élevées successivement aux années 2006, et 2014 avec 607 et 465 mm.

En second lieu l'observation de l'histogramme révèle une augmentation entre la période sèche et la période humide. Les périodes sont :

- Une période sèche de 4ans (2000-2003).
- Une période humide successif de 13 ans (2004-2016).

On peut grouper ces périodes en deux classes en fonction de la moyenne de chaque période :

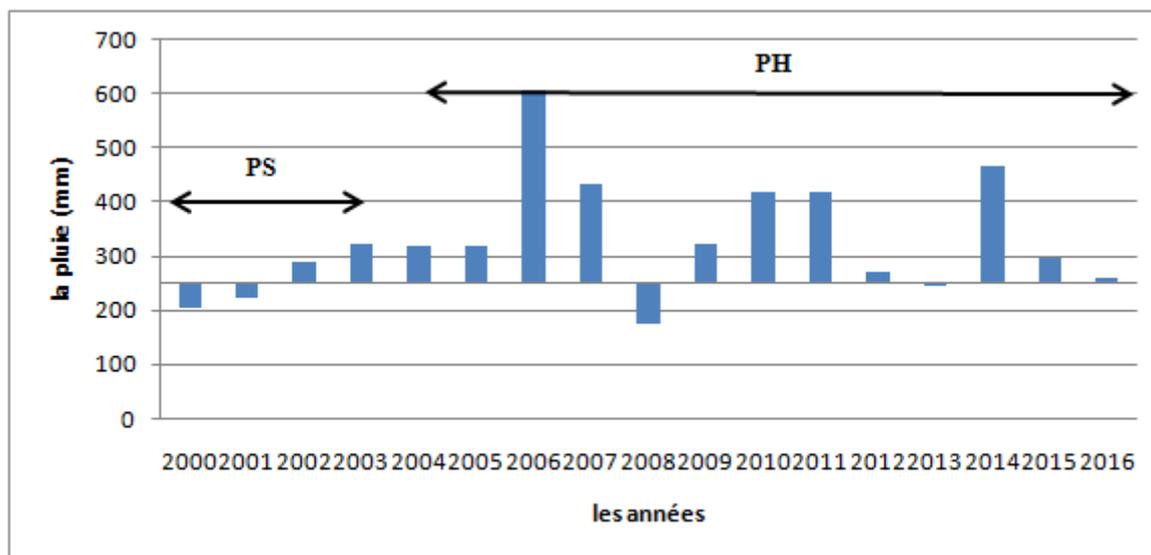
Une première classe est constituée des années excédentaires (13ans), qui regroupe trois périodes humides de 13ans (de 2000-2007, de 2008-2011 et de 2012-2016) dont la moyenne annuelle la plus élevée a été enregistrée en 2006 avec 607mm.

Une deuxième classe regroupe les années déficitaires (de 2000-2003), dont la moyenne annuelle la plus faible a été enregistrée en 2001 avec 203mm

Tableau N°III.29. Analyse des tracés des écarts à la moyenne de la station de Mostaganem

Période	N° Année	Moyenne	Minimum	Maximum	Ecart type	Cv
Période humide						
2004/2007	4	421	320	607	134.88	0.32
2008/2011	4	333.75	175	420	115.29	0,34
2012/2016	5	307.4	244	465	90.26	0,29
Période sèche						
2000/2003	4	259.25	203	320	54.90	0,21

Figure N°III. 17: tracé des écarts des pluviométries moyennes annuelles pour la station de Mostaganem



c. Station de Chlef

La station de Chlef se distingue par une série des données allant de 2000 à 2016 soit une série de 17ans dont la moyenne annuelle de la série est de 357.35mm.

En premier lieu nous distinguons clairement les deux pics pluviométriques les plus élevées successivement aux années 2010, et 2011 avec 591 et 515 mm.

En second lieu l'observation de l'histogramme révèle une augmentation entre la période sèche et la période humide. Les périodes sont :

- Une période sèche de 4ans (2000-2003). Une période humide successif de 13 ans (2004-2016).

On peut grouper ces périodes en deux classes en fonction de la moyenne de chaque période :

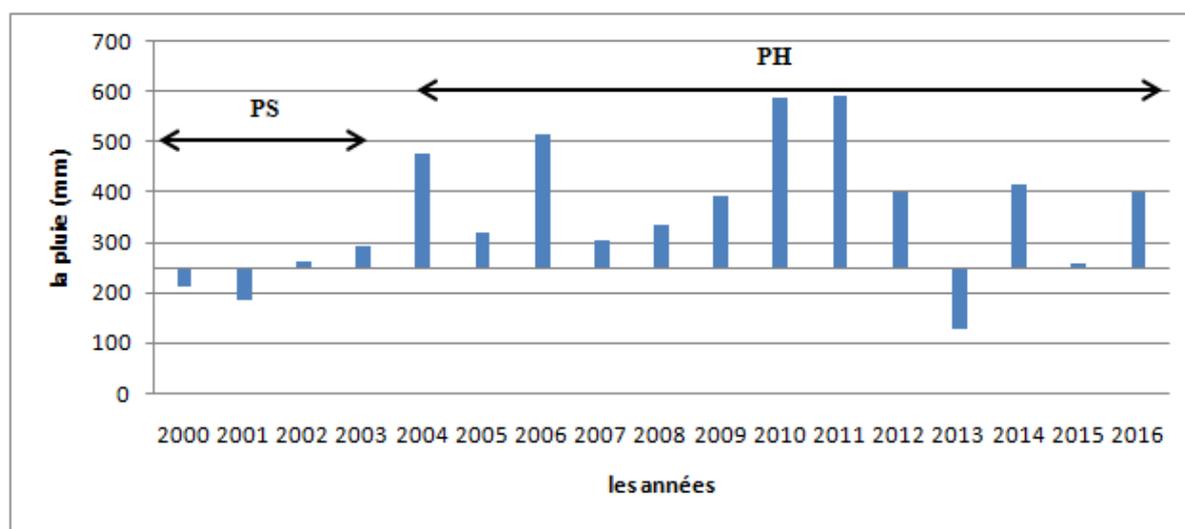
Une première classe est constituée des années excédentaires (13ans), qui regroupe trois périodes humides de 13ans (de 2004-2007, de 2008-2011 et de 2012-2016) dont la moyenne annuelle la plus élevée a été enregistrée en 2011 avec 591mm.

Une deuxième classe regroupe les années déficitaires (de 2000-2003), dont la moyenne annuelle la plus faible a été enregistrée en 2001 avec 185mm

Tableau N°III.30. Analyse des tracés des écarts à la moyenne de la station de Chlef

période	N° Année	Moyenne	Minimum	Maximum	Ecart type	Cv
Période humide						
2008/2011	4	477.75	336	591	132.33	0,28
2004/2007	4	403.75	304	515	107.33	0,26
2012/2016	5	319.8	244	414	124.97	0,39
Période sèche						
2000/2003	4	237.5	185	294	48.84	0,2

Figure N°III. 18: tracé des écarts des pluviométries moyennes annuelles pour la station de Chlef



2.6. 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° 28, nous avons procédé comme suit :

Pour chaque station on a calculé la moyenne de chaque mois pendant une période de 17 ans ce qui résulte pour 17 mois une seule moyenne. Prenons le mois de septembre (station de Tlemcen) : une période de 17 ans soit 17 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° 19 montrent que :

La station de Tlemcen:

Le mois de Novembre est le plus pluvieux ou humide par rapport aux autres mois avec une moyenne pluviométrique de 48.47mm tant que le mois le plus sec c'est le mois de juillet avec 0.06mm où cette valeur est la plus faible dans toutes les stations. Suivant ces résultats on peut dire que cette région est très sèche par rapport aux autres stations

La station d'Oran :

Pour cette station le mois le plus pluvieux c'est le mois de Novembre avec une moyenne pluviométrique de 59.53mm, et le mois de Juillet qui est un mois sec avec une moyenne pluviométrique de 0.70mm.

La station de Mostaganem:

Le mois humide pour cette station est le mois de Décembre par une moyenne pluviométrique de 72.17mm qui représente la valeur la plus supérieure parmi toutes les stations et le mois le plus sec c'est le mois de juin avec 0.64 mm.

La station de Chlef :

Le mois de Novembre est le plus pluvieux pour cette station, mais le mois le plus sec c'est le mois de Juillet avec 0,94 mm, où cette valeur est faible. Suivant ces résultats on peut dire que cette région est très sèche.

Nous pouvons dire que les mois d'Octobre, Décembre, Janvier sont les plus humides dans les stations de Tlemcen , et Mostaganem , et la station de Chlef a un seul mois humide qui est le mois Février avec une moyenne assez grande par rapport aux autres 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.31: délimitation des mois secs et humides de différentes stations

Mois	Tlemcen		Oran		Mostaganem		Chlef	
	L'état de période	Valeur						
Septembre	Sec	17,06	Sec	24,29	Sec	17,41	Sec	13,05
Octobre	Humide	32,12	Humide	31,94	Humide	41,23	Humide	35,23
Novembre	Humide	48,47	Humide	59,53	Humide	54,06	Humide	56,53
Décembre	Humide	41,60	Humide	39,35	Humide	72,17	Humide	49,41
Janvier	Humide	40,70	Humide	32,70	Humide	38,23	Humide	43,06
Février	Humide	32,70	Humide	30,94	Sec	29,47	Humide	55,53
Mars	Sec	26,60	Sec	25,47	Humide	36,88	Humide	34,11
Avril	Sec	29,23	Sec	21,23	Sec	15,82	Humide	35,88
Mai	Sec	20,23	Sec	14,82	Sec	3,05	Sec	19,17
Juin	Sec	4,17	Sec	1,23	Sec	0,64	Sec	5,23
Juillet	Sec	0,06	Sec	0,70	Sec	2,58	Sec	0,94
Aout	Sec	4,64	Sec	1,53	Humide	38,23	Sec	3

Figure N°III. 19 : graphique du tableau de délimitation des mois humides et secs de Tlemcen

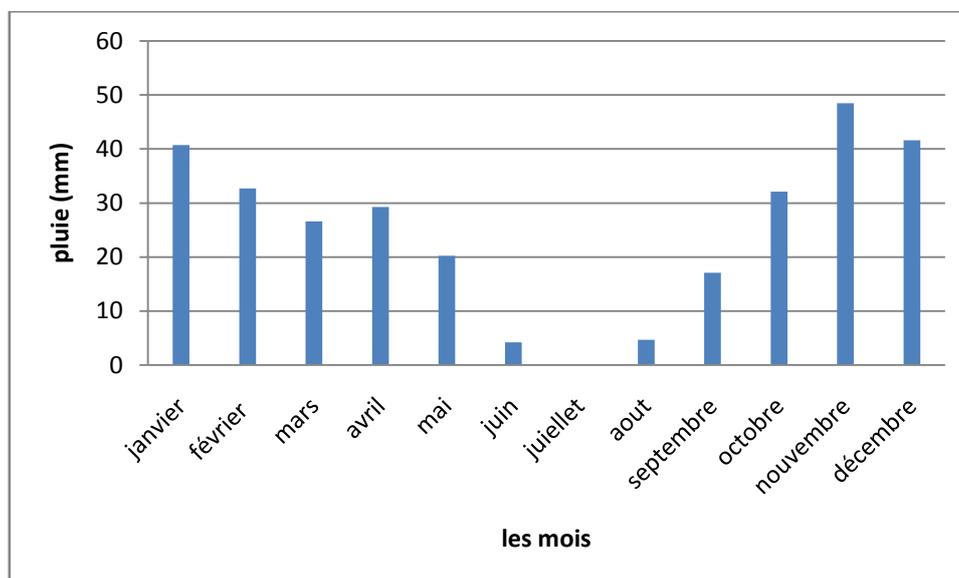


Figure N°III. 20 : graphique du tableau de délimitation des mois humides et secs d'Oran

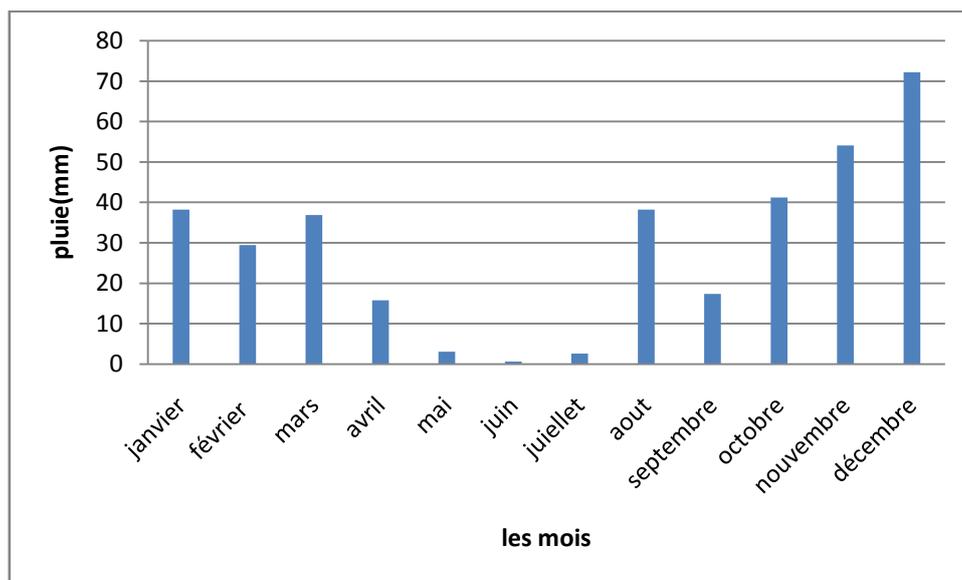
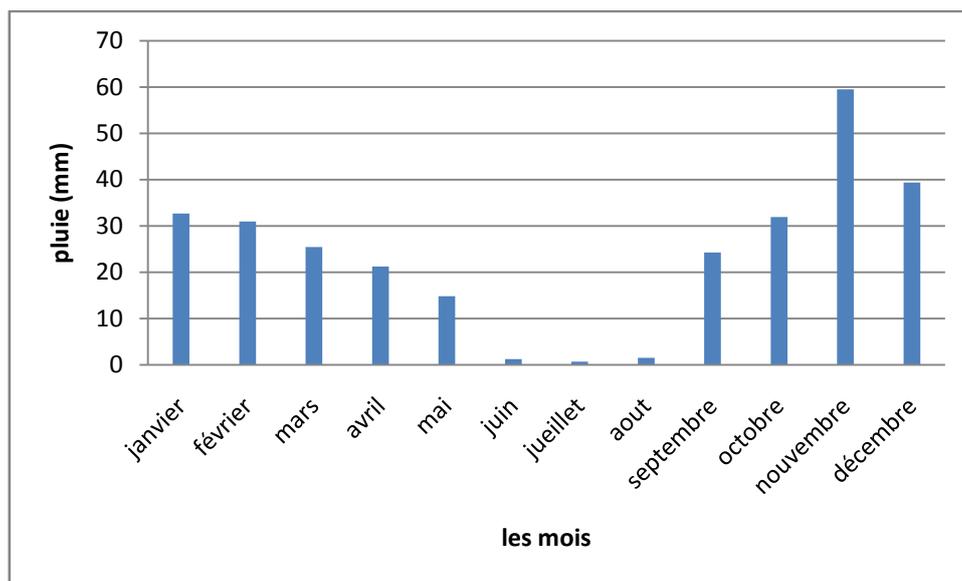


Figure N°III. 21 : graphique du tableau de délimitation des mois humides et secs de Mostaganem

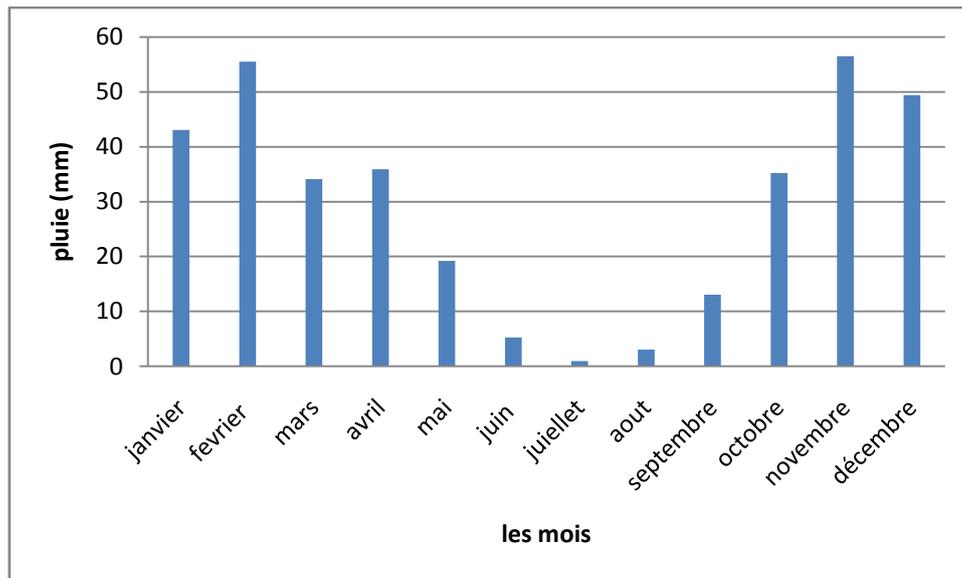


Figure N° III.22: graphique du tableau de délimitation des mois humides et secs de Chlef

2.7. 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.

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

Tableau N°III.32 : valeurs moyennes mensuelles des précipitations des différentes stations

stations mois	Tlemcen	Oran	Mostaganem	Chlef
Septembre	17,06	24,29	17,41	13,05
Octobre	32,12	31,94	41,23	35,23
Novembre	48,47	59,53	54,06	56,53
Décembre	41,60	39,35	72,17	49,41
Janvier	40,70	32,70	38,23	43,06
Février	32,70	30,94	29,47	55,53
Mars	26,60	25,47	36,88	34,11
Avril	29,23	21,23	15,82	35,88
Mai	20,23	14,82	3,05	19,17
Juin	4,17	1,23	0,64	5,23
Juillet	0,06	0,70	2,58	0,94
Aout	4,64	1,53	38,23	3

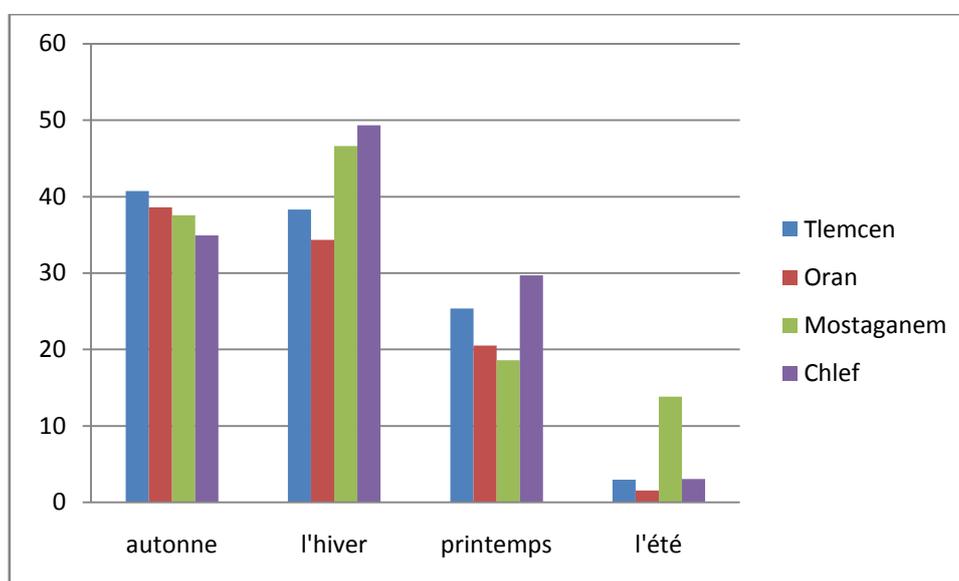
2.7.1 : La détermination des quatre saisons (voir le tableau N°33)

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.33: tableau pluviométrique des quatre stations

station mois	Tlemcen	Oran	Mostaganem	Chlef
Automne	40.73	38.59	37.57	34.94
Hiver	38.33	34.33	46.62	49.33
Printemps	25.35	20.51	18.58	29.72
Eté	2.96	1.53	13.82	3.06

**Figure N°III.23 : Précipitation saisonnières des quatre stations**

Après l'analyse du tableau N°33 et les figure N°23 on remarque que l'hiver est la saison la plus humide pour les stations de Mostaganem et Chlef, mais pour les stations de Tlemcen et Oran l'automne est la plus pluvieux parmi les autres saisons.

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.7. Conclusion

D'après l'analyse des études qui sont faites auparavant, la pluviométrie est parait favorable dans les zones situés à l'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 de Chlef, Mostaganem et Tlemcen. Par contre la station d'Oran qui est une région sèche et peu pluvieuse.

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'Oran avec peu de période humide par rapport à Tlemcen.

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 ?

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.

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 déficitaires quand la pluie est inférieure à la moyenne est d'année excédentaire quand la moyenne est dépassée.

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

Tableau N° IV. 35 : 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. 36 : 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° 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 53 % d'années humides et 47 % d'années sèches au niveau de la station de Tlemcen et 47 % d'années humides et 53% d'années sèches pour la station d'Oran ,aussi 29.4 % d'années humides et 70.6 % d'années sèches pour la station de Mostaganem et 47 % d'années humides et 53 % d'années sèches pour la station de Chlef.

Quand à l'analyse fréquentielle on remarque que pour toutes les stations sur 17 ans, 1 année normale pour les deux stations de Tlemcen et Oran et 2 ans pour la station de Mostaganem et 3 ans pour la station de Chlef. 6 ans humides pour les deux stations Tlemcen et Oran ,4 ans pour la station de Mostaganem et 3 ans pour la station de Chlef , 10 ans très humides pour les deux station Tlemcen et Oran et 11 ans pour Mostaganem et Chlef . donc le pourcentage des années déficitaires sera 0 %.

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 Tlemcen: sur les 17ans, on a 8 ans humides soit 4 ans d'humidité forte et 4ans d'humidité modérée. Pour les 9 ans restant, on a 5 ans de sècheresses modérées et 4année de sécheresse forte.
- La station d'Oran: sur les17ans, on a 9ans humides soit 1année d'humidité forte et 8ans d'humidité modérée. Pour les années sèches on a 6 ans de la sécheresse modérée et 1année de la sécheresse forte et 1 année sécheresse extrême
- La station de Mostaganem : pour 17ans, on a 12ans d'humidité soit 2ans d'humidité forte et 10ans d'humidité modérée. Pour 5ans de sécheresse on observe 3années de

sécheresse modérées et 1 année de la sécheresse forte et 1 année de sécheresse extrême.

- La station de Chlef : pour 17 ans, on constate 9 ans secs soit 3 ans d'humidité forte et 6 ans d'humidité modérée, ce qui concerne les 8 années de sécheresse soit 5 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. 37 : calcul des indices de sécheresse

		Tlemcen		Oran		Mostaganem		Chlef	
Indice	classe	nombre	%	Nombre	%	nombre	%	nombre	%
Em	H	9	53%	8	47%	5	29.4%	8	47%
	S	8	47%	9	53%	12	70.6%	9	53%
Ip	H	9	53%	8	47%	5	29.4%	8	47%
	S	8	47%	9	53%	12	70.6%	9	53%
AF	TS	-	-	-	-	-	-	-	-
	S	-	-	-	-	-	-	-	-
	N	1	5.88%	1	5.88%	2	11.8%	3	17.6%
	H	6	35.3%	6	35.2%	4	23.5%	3	17.6%
	TH	10	58.8%	10	58.8%	11	64.7%	11	64.7%
SPI	HE	-	-	-	-	-	-	-	-
	HF	4	23.5%	1	6%	2	11.7%	3	17.6%
	HM	4	23.5%	8	47%	10	58.8%	6	35%
	SM	5	29.4%	6	35%	3	17.6%	5	29.4%
	SF	4	23.5%	1	6%	1	6%	3	17.6%
	SE	-	-	1	6%	1	6%	-	-

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 Ouest-Est se fait par une pluviométrie de 277.11mm pour la station d'Oran. Elle évolue vers Tlemcen de 297.64mm puis augmente de Mostaganem avec 329mm vers Chlef de 357.35mm.
- ✓ Dans la région d'Oran, 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 Mostaganem a enregistré le maximum le plus élevé ce qui pourrait s'expliquer par des orages dans cette région.
- ✓ 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 indices pour les différentes stations montre une division de l'année en sèche et humide comme cela a été mentionné précédemment. L'évolution Ouest-Est montre que le pourcentage varie de 53% sur Oran et Chlef.

Toutes ces remarques nous permettent 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.

BIBLIOGRAPHIE

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

BERAN MA, RODIER JA : aspects hydrologiques des sécheresses. Contribution au programme hydrologique international.

Rapport préparé par un comité mixte UNESCO/OMM,(1987) 172p

BOUZIANI.N (2009) : étude hydro climatique des bassins versants de l'Oued Hounet et l'Oued Melrir (w.Mascara).Mémoire d'ingénieur . Centre Universitaire de Mostaganem.

Cote et Joannon (1999) : Côte Marc. Développement et disparités en Méditerranée.

In: Méditerranée, tome 91, 1-2-1999. Littoralisation et disparités spatiales Machrek Maghreb, sous la direction de Marc Côte et Michèle Joannon. pp. 117-118.

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

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.

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

F. MORICONI et F. DINARD (2000) : François Moriconi-Ebrard , Frédéric Dinard
L'URBANISATION DU LITTORAL MÉDITERRANÉEN Mappemonde 57 (2000.1)

J. KLEIN et S. TABARLY (2003) : KLEIN J., TABARLY S. (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.

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.

MEDDI H.et MEDDI M. (2009) – Variabilité des précipitations annuelles du Nord-Ouest de l'Algérie. Sécheresse, vol .20, n°1, p.57-65.

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

MOHAMED. B, Aws ALOUINI, IRESA (2001) : Caractérisation de la sécheresse météorologique et hydrologique : Cas du bassin versant de Siliana en Tunisie.

ONM : Office Nationale Météorologique

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.

SEMMOUD Bouziane. (1986) : Industrialisation et espace régional en Algérie, le cas de l'Oranie littorale, tomes 1 et 2, Alger, OPU, 703 p.

TINTHOIN, (1952) : L'Oranie, sa géographie, son histoire, ses centres vitaux, Oran, Édition L. Fouque Oran, 56 p.

Résumé :

Au cours de la dernière décennie, la pluviométrie 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 cotés du développement durable, de la préservation et de la protection de l'environnement. Pour tenter d'élucider ce problème, il est indispensable d'analyser au préalable le terme précipitation. On a essayé 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 avons étudiée la pluviométrie en utilisant le traitement statistique et l'analyse des indices de sécheresse. Le calcul des indices pour les différentes stations révèle l'existence de deux périodes distinctes humide et sèche. Les années de sécheresse sont remarquables car elles peuvent s'installer pendant 4 ans. On constate une diminution de la pluviométrie pendant cette période d'étude mais elle est aussi interrompue par d'autres années de forte pluviométrie dans certaines régions telles que Chlef et Mostaganem. C'est comme si, plus on vers l'Ouest plus l'impact sécheresse est présent.

Summary:

Over the last decade, the rainfall of climate change has been recognized as one of the major development problems at local, regional and even international levels, alongside sustainable development, conservation and Environmental protection. In order to elucidate this problem, it is essential to analyze the precipitation term. An attempt has been made to address some of the most troubling and fundamental questions, including:

How do we assess the rainfall of our region in space?

Is there a decrease in precipitation over the last decade?

From this perspective, we studied rainfall using statistical treatment and analysis of drought indices. The calculation of the indices for the different stations reveals the existence of two distinct wet and dry periods. The years of drought are remarkable because they can settle for 4 years. There is a decrease in rainfall during this study period but is also interrupted by other years of high rainfall in some areas such as Chlef and Mostaganem. It is as if, the more one goes west the more the drought impact is present.