

**République Algérienne Démocratique et Populaire**  
**الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية**

**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique**  
**وزارة التعليم العالي و البحث العلمي**

**Ecole nationale Supérieure Agronomique El-Harrach - Alger.**  
**المدرسة الوطنية العليا للفلاحة - الحراش - الجزائر**

## **MEMOIRE**

**En vue de l'obtention du diplôme de magister en Sciences Agronomiques**  
**Département : Génie Rural.**

## **THEME**



**Présenté par : M<sup>elle</sup> HAMLAOUI Nadjah.**

**Soutenu le 21 /02 / 2010**

### **JURY :**

- Président thèse : M AIDAOUI A. : Professeur, ENSA**  
**- Directeur de recherche : M HARTANI T. : Professeur, ENSA**  
**, ENSA**
- Examineurs : M CHABACA M. : Maître de conférences, ENSA.**  
**: M MOUHOUCHE : Maître de conférences, ENSA.**

**Année Universitaire : 2009/2010**



و جعلنا من

الماء

كل شيء حي

## ***Remerciements***

***A la mémoire de Mr. ISSOLAH Ali.***

Au terme de ce travail, je tiens à remercier tous ceux qui m'ont aidé dans sa réalisation et ceux qui ont bien voulu le juger.

En premier lieu, j'exprime ma profonde reconnaissance et mes sincères remerciements à Mr. **HARTANI T.**, professeur à l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique d'Alger, pour avoir accepté de diriger ce travail et pour ses orientations dont j'ai bénéficié. Il m'a réservé des moments précieux de discussion et il m'a facilité toutes les conditions pour mener à bien ce travail, malgré ses multiples obligations ; qu'il soit assuré de toute ma gratitude.

Mes sincères remerciements s'adressent également à Mr. AIDAOUI A., professeur à l'ENSA, qui, malgré ses multiples obligations, m'a fait l'honneur d'évaluer mon travail et de présider le jury de soutenance.

Mes sincères remerciements vont à Mr. MOUHOUCHE A., Maître de conférences à l'ENSA, qui a accepté d'évaluer et de juger mon travail.

Mes vifs remerciements vont à Mr. CHABACA N., chargé de cours à l'ENSA, qui a accepté d'évaluer et de juger mon travail.

Mes remerciements vont aussi à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce modeste travail.

## Sommaire

Introduction .....	1
Chapitre I : Recherche bibliographique.....	9
Chapitre II : Traitement et analyse statistique des données pluviométriques.....	10
II.1 Présentation de la zone d'étude .....	10
II.2 Inventaire des données disponibles.....	10
II.2.1 Introduction.....	10
II.2.2 Caractéristique des postes pluviométriques du BV .....	11
II.2.3 Les mesures pluviométriques et leur imprécision .....	12
II.2.4 Origine des données pluviométrique .....	12
II.3 Analyse critique des données Pluviométriques.....	12
II.3.1 Critiques des données .....	13
II.3.2 Traitement statistiques des données .....	13
II.3.2.1 Test des valeurs singulières .....	13
1.1 Test de Grubbs et Beck.....	13
II.3.2.2 Test d'indépendance .....	14
2.1 Test de Wald -Wolfowitz .....	14
II.3.2.3 Tests d'homogénéité .....	16
1. Test de Wilcoxon-Mann-whitney.....	17
II.3.3 Analyse statistique des données .....	18
II.3.3.1 Choix de l'échantillon.....	19
II.3.3.2 Forme de distribution des fréquences théoriques.....	19
1.loi normale.....	19
2.loi log-normale.....	19
3.analyse des fréquences.....	20
II.4 Interprétation des résultats.....	20
Conclusion .....	21
<b>Chapitre III : Etude de régime pluviométrique.....</b>	<b>22</b>
Introduction.....	22
III.1 Etude de la pluviométrie au pas de temps annuel.....	23
III.1.1 Variation des pluies annuelles par rapport à la moyenne .....	26
1-A l'échelle de la station .....	26
2-A L'échelle régionale .....	28
III.1.2 Variation des pluies annuelles par rapport à l'indicateur d'aridité agricole.....	28
Conclusion.....	29
III.1.3 Caractéristiques pluviométriques .....	30
Etude des sept décennies.....	30
III.2 Pas de temps mensuel .....	33
III.3 Etude de la sécheresse sur les régions du littoral et de l'intérieur.....	35
Conclusion.....	37
III.4 Caractérisation de la sécheresse.....	38
III.4.1 Détermination des années sèches .....	38
III.4.1.1 Méthodes des indices de l'écart à la médiane ( Em .....	38
1.Analyse des résultats.....	38
a.A l'échelle régionale .....	38
b.A l'échelle des stations .....	39

III.4.1.2 Méthodes des indices de pluviosité ( $I_p$ ).....	39
1.Calcul des fréquences des années de sécheress.....	40
2.Analyse des résultats .....	40
a.A l'échelle régionale.....	40
b.A l'échelle station.....	40
III.4.1.3 Méthodes des indices Agricoles ( $I_a = 300 \text{ mm}$ ).....	42
1.Analyse des résultats .....	42
a.A l'échelle régionale.....	42
b.A l'échelle de la station.....	42
III.4.1.4 Méthode des indices de sévérité .....	42
a. A l'échelle régionale .....	43
b. A l'échelle de la station.....	43
Conclusion.....	43
Chapitre IV. Analyse en composante principale.....	44
IV.1-Définition.....	44
IV.1.1 Notion d'individu et de caractère.....	44
IV.1.2 Définition algébrique .....	44
IV.1.3 Définition géométrique.....	45
IV.2 Formulation mathématique du problème.....	45
IV. 3 Choix de la métrique.....	46
IV. 4 procède de l'application de L'ACP.....	47
IV. 4 1 Calcul de la matrice de la covariance .....	47
IV. 4 .2 Recherche des axes principaux.....	47
1- Recherche du premier axe.....	47
2- Recherche du second axe .....	48
3- Recherche des autres axes .....	49
IV.5 Calcul des composantes principales .....	49
Conclusion.....	50
IV.6 Résultat de l'ACP sur les totaux annuels pluviométriques.....	51
IV.6.1 Données annuelles .....	51
a. Matrice de corrélation.....	51
b. Vecteur propre.....	52
Interprétation graphique .....	53
Conclusion.....	53
IV. 6.2 Résultats et analyse de l'ACP sur les totaux mensuels .....	53
1. Interprétation graphique.....	53
Conclusion.....	54
Chapitre V : Modèle de prévision.....	55
V. Model de prévision.....	55
V.1 Introduction.....	55
V.2 Model de prévision .....	55
V.2.1 Calage du model.....	57
V.2.2 Test de model.....	57
V.2.3 Exploitation de model.....	57
V.3 Critère de validation .....	57
1. Model de Natsh.....	58

2 .Moyen Biaisée.....	58
1.Indice de coefficient de variation .....	59
V.4 : Prévission des différentes variables climatologiques.....	59
1. Prévission de la pluviométrie.....	59
a- Estimation des résidus.....	59
Conclusion.....	62
Conclusion générale.....	63

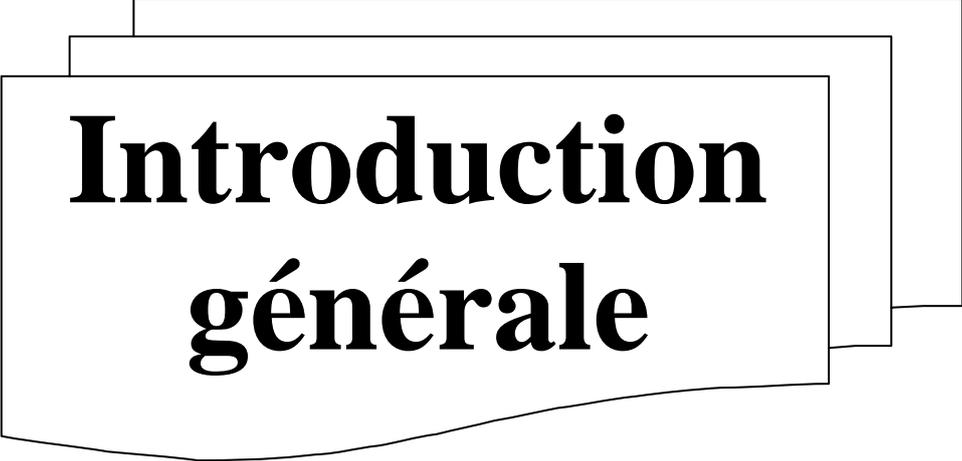
## Liste des tableaux

### Tableaux N° :

II.1 Caractéristiques des postes pluviométriques du BV.....	11
II.2 Résultats du test d'indépendance.....	16
II.3 Résultats du test d'homogénéité.....	18
III. 1 Caractéristiques statistiques des pluies annuelles (1936-2004).....	23
III.2 Nombre des années sèches et humides pour chaque station.....	26
III.3 Nombre des années sèches et humides pour chaque région.....	28
III.4 Paramètres statistiques des sept décennies.....	30
III.5 La moyenne annuelle des régions de Nord Algérien.....	36
III.6 Nombre des années sèches .....	41
IV.1 Matrice de corrélation (1936 – 2004 ) .....	51
IV.2 Les vecteurs propres .....	51
V.1 Qualité du critère de Natsh .....	58
V.2 : Matrice de corrélation des résidus .....	60
V.3 : Résultats des tests de validation.....	61

### Listes des figures

Figure II.1 : Disposition des stations météorologiques .....	11
Figure III.1 : Moyenne annuelles des précipitations pour des stations étudiées .....	24
Figure III.2 : Coefficient de variation des précipitations.....	25
Figure III.3 : Variation de la pluie par rapport à la moyenne (station Blida).....	27
Figure III.4 : Variation de la pluie par rapport au seuil indicateur d'aridité agricole (station Blida).....	29
Figure III.5 : Répartition des moyennes des pluies annuelles des sept décennies .....	32
Figure III.6 : Moyenne des pluies annuelles des trois régions pour les sept décennies.....	33
Figure III.7 : Diagramme ombothermique station Annaba.....	34
Figure III.8 : Diagramme ombothermique station Alger.....	34
Figure III.9 : Diagramme ombothermique station Oran.....	35
Figure III.10 : Moyenne des pluies annuelles des trois régions.....	36
Figure IV. 1 : Cercle de corrélation 1936 – 2004 .....	52
Figure V.I : Evolution des résidus des pluies mensuelles de la station d'Oran.....	59
Figure V.2 : Prévision de l'année 1995 de la station d'Oran.....	61
Figure V.3 : Prévision des pluies mensuelles station d'Oran .....	62



**Introduction  
générale**

## **INTRODUCTION GENERALE**

Le développement économique et social, la croissance des villes des industries aussi que la modernisation de l'agriculture et le développement des loisirs entraînent un accroissement considérable de la demande en eau. L'Algérie, est l'un des pays sud du bassin méditerranéen qui souffre de la pénurie d'eau d'une saison à une autre, et d'une année à une autre, les écoulements en eau sont caractérisés par une irrégularité saisonnière et inter annuelle importante, une violence et une rapidité des crues.

En Algérie, depuis des années le facteur pluie est devenu un élément essentiel dans la vie quotidien du citoyen pour tenter d'élucider ce problème il est indispensable d'analyser au préalable le terme précipitation, ainsi le problème de changement naturel du climat. Pour cela, il faut disposer de longue séries de quantité d'eau recueillies en un nombre aussi grand que possible des stations d'observation, afin de voir si le phénomène détecté se manifeste sur l'ensemble de territoire avec la même ampleur, par ailleurs l'information pluviométrique peut permettre la compréhension de régime pluviométriques et ainsi évaluation du phénomène sécheresse.

C'est dans cet esprit qu'on s'est intéressé à l'étude des précipitations annuelles mensuelle qui est l'élément principale du bilan hydrique C'est l'objectif de la présente recherche qui est une contribution à l'étude du phénomène pluie afin d'expliquer l'évolution et l'évaluation du phénomène sécheresse sur le nord Algérien en tenant compte des régions de l'Est, Ouest et Centre ainsi que de la relation entre la pluie et l'indice de la mer.

Dans notre approche, nous utilisons les statistiques de base qui permettent une compréhension assez globale du phénomène. Notre travail est donc subdivisé :

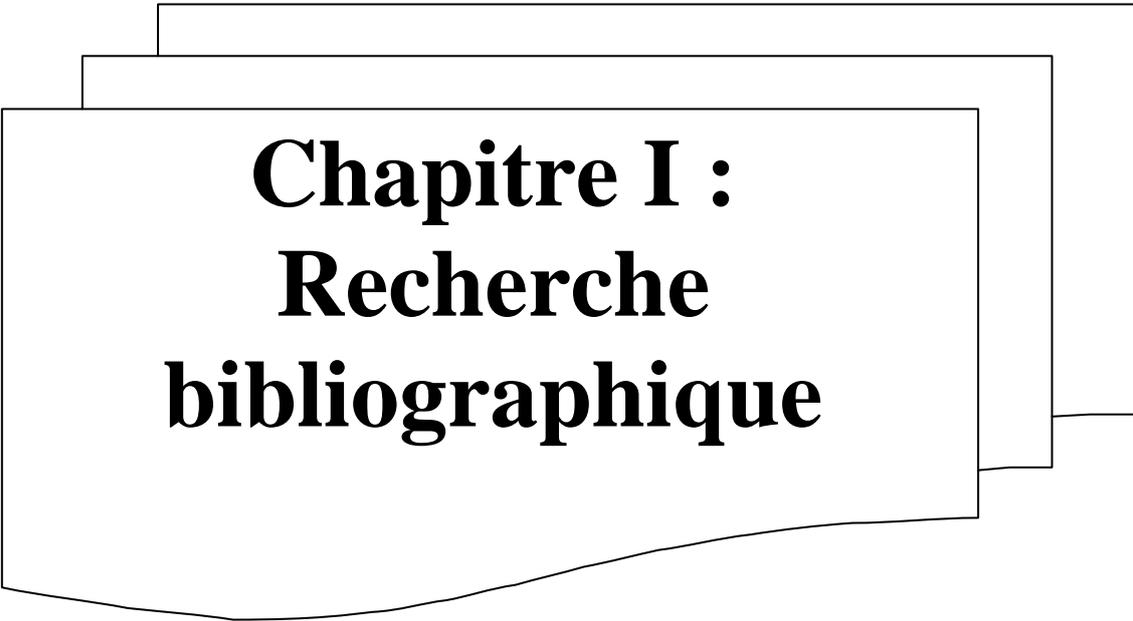
Chapitre I : consacré pour la recherche bibliographique dans laquelle on donne une idée sur les différents travaux effectués dans ce domaine ;

Chapitre II : consacré à la critique des données pluviométriques mises à notre disposition par l'office Nationale de la recherche météorologique (ONM) ;

Chapitre III : consacré à l'étude des précipitations et la sécheresse à l'échelle spatiale et temporelle.

Chapitre IV : s'intéresse à l'étude de la sécheresse par analyse en composantes principales (AC.P) et enfin

Le chapitre V : consacré à l'étude de ce phénomène par le modèle de prévision.



**Chapitre I :**  
**Recherche**  
**bibliographique**

## **Chapitre I : RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE**

L'eau est l'élément naturel le plus précieux, pour accroître et améliorer la production végétale.

L'agriculture en Algérie peut être sérieusement menacée si elle ne fait pas le nécessaire pour devenir aussi parcimonieuse que permettent les techniques modernes.

La pratique de l'irrigation est une pratique essentielle de l'agriculture, son choix dépend de nombreux facteurs qui tiennent compte des conditions naturelles, du savoir faire local, du niveau de développement industriel du pays et des performances économiques.

Nous devons reconnaître que le problème d'irrigation est du à une série de manifestations contraignantes :

- L'envasement des barrages en Algérie a pris de telle proportion qu'il diminue la capacité de retenue de (50 à 80) % (Bellatrache, 1987).

- D'après A.N.R.H (1992), les potentialités en eau par an enregistrées sont 17milliards de m<sup>3</sup> d'eau, dont 12.5milliards m<sup>3</sup> s'écoulent dans nos oueds, et 5 à 6 milliards m<sup>3</sup> seulement sont mobilisés.

- La sécheresse qui a touchée notre pays ces dernières années est la cause principale des diminutions des superficies irriguées et cultivées. Ce phénomène constitue un problème de dimension mondiale puisqu'elle touche toutes les régions du monde, un quart de la surface terrestre du globe est menacée. Elle peut être définie comme étant un déficit des disponibilités en eau par rapport à une situation considérée comme normale pour une période et une région déterminée. Selon le domaine considéré on distingue quatre types de sécheresse :

## **1- La sécheresse météorologique**

Elle 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 interannuelle.

## **2 -La sécheresse hydrologique**

Elle est la réduction de l'écoulement superficiel dans les cours d'eau et, par conséquent, elle conduit à une diminution des volumes stockés dans les ouvrages hydrauliques et à une baisse naturelle du niveau d'eau dans les nappes souterraines.

## **3- La sécheresse agricole**

Elle est définie comme un déficit pluviométrique marqué et suffisant pouvant entraîner une réduction significative de la production agricole. Selon Bensaad (1995) la valeur de 300 mm est une limite approximative de la culture sèche des céréales les moins exigeantes et constitue de ce fait le seuil indicateur d'aridité total, ainsi la sécheresse agricole est atteinte.

## ***4- La sécheresse socio-économique :***

Cette sécheresse se traduit par la pénurie d'eau pour les populations avec toutes les conséquences connues sur le plan social et sanitaire en matière d'alimentation en eau potable et de mode de vie, cette sécheresse entraîne aussi le ralentissement ou même l'arrêt d'unités de production industrielles, ce qui influe négativement sur le développement économique et social.

Pour mieux expliquer ce phénomène sur le Nord Algérien, on s'est basé sur les différents travaux réalisés dans le monde. L'examen de ces travaux montre :

- Levitt (1972), utilise le terme de stress ou contrainte, pour définir l'effort de la sécheresse climatique ou du déficit hydrique du sol subi par la plante, cependant une période sèche commence selon Houerou (1989) lorsque la quantité d'eau par le sol devient inférieure à l'ETP ou égale à la moitié ou encore à 35% de l'ETP. La définition de la sécheresse varie selon le secteur de l'économie Dorize(1990).

La sécheresse est définie, comme étant un Milieu qui subit saisonnièrement ou temporairement un déficit significatif en humidité, Barrou(1991). D'après les résultats obtenus par Zair1991, la sécheresse est définie comme l'état climatique qui s'installe après un déficit hydrique.

Une étude sur l'évolution pluviométrique par rapport à l'indice de normalité sur quelques régions méditerranéennes (Algérie, Italie, France, Grèce, France, Espagne, Maroc, Portugal et Moyen Orient) a été réalisé par Kadi (1992), sur la période de 1930 – 1992, celui ci a déduit que :

- l'occurrence du déficit en précipitations dans de très vastes zone durant les années 1944, 1945, 1970, 1973, 1980, 1981, 1989, et1990, ou au moins entre 4 et 6 des huit sous régions traitées ont été touchées,
- l'Algérie et l'Espagne dans la partie occidentale, la Grèce et le Moyen Orient dans la partie orientale ont été les plus affectées.

Cependant Derraissac (1992), défini la sécheresse lorsque l'eau devient un facteur limitant à la croissance des végétaux.

Le déséquilibre permanent entre la fonction demandée en eau pour une région bien définie et la fonction disponibilité physique ou économique provoque la sécheresse, causant des dégâts importants même, dans les pays très développés. L'Iamas (1993). En effet la sécheresse de 1988 a causé aux Etats–Unis d'Amérique, et au Canada des dégâts estimés respectivement à 40 milliards de dollars canadiens. En France, les conséquences des sécheresses de 1985, 1986 et 1989, ont pesés sur l'économie selon (Abderrahim & Barkat, 1998). Au Maghreb, dont le climat varie du Saharien au Sud à Sub–humide au Nord, a connu durant son histoire de nombreuses sécheresses d'ampleurs variables (1944 – 1980) qui se sont répercutés sur l'économie.

Selon Carbonnel (1995), l'absence de pluie ne définit par la sécheresse car une journée sans pluie qui correspond a une situation météorologique donnée, n'est évidemment pas susceptible d'être cataloguée comme sécheresse même si cette Journée particulière peut être dite « sèche », la sécheresse n'est pas un phénomène isolé et isolable de ses effets, même si l'absence de pluie ait une incidence dans d'autres domaines que celui

de la météorologie, par ailleurs cette sécheresse est la plupart du temps définie par rapport à des normes qui fait dire qu'une période est déficitaire ou excédentaire.

Les résultats obtenus par le travail réalisé par Roghon (1996) avec des méthodes statistiques pour l'analyse de la sécheresse sur des stations situées au Maghreb. Deux approches ont été proposées selon les paramètres suivants :

- A partir de la mesure de la pluie mensuelle et de température
- A partir de la mesure de l'évapotranspiration

Dans le domaine agricole, le Canada, depuis la sécheresse dévastatrice des années 30 qu'elle a subi, s'est dotée d'outils pour atténuer l'impact de ce phénomène sur les productions agricoles, le plus important est l'amélioration des pratiques culturales – D'ailleurs des études sur la détection précoce de la sécheresse en temps réel sont encours de mise en œuvre dans quelques régions canadiennes.

Ces techniques (Boostsma, 1996) sont :

- L'échantillonnage de l'humidité du sol.
- L'estimation de la teneur en eau du sol et les rendements prévus à l'aide des données météorologique récentes comme paramètre d'entrés des modèles de bilan hydrique.
- La surveillance des conditions agricoles dans les champs avec ou sans image satellitaires.

L'étude réalisée par l' O.N.M (1997) a montré que l'Algérie a été victime de la sécheresse durant les vingt dernières années, une sécheresse intense et persistante qui est caractérisée par un déficit pluviométrique important qui est plus remarqué à l'Ouest durant les années (1974 – 1992) qui est de l'ordre 33% par rapport à la moyenne.

Par ailleurs, les statistiques de la production de céréales montrent que les années de faibles productions correspondent aux années de déficit pluviométrique (1910, 1920, 1966, 1977, 1981, 1983, 1988).

Ait Mouhoub (1998), a montré que la sécheresse est saisonnière, plus qu'annuelle ou la diminution du niveau pluviométrique est significative pendant la saison d'automne surtout à l'Ouest et au Centre. Cette sécheresse s'approche de plus en plus vers l'hiver. Par la suite, elle devient une sécheresse annuelle puis pluriannuelle.

Aux Etats-Unis, la sécheresse est définie lorsque une zone étendue reçoit 30 % en moins de précipitations, qu'en temps normal sur un minimum de vingt et un jours. En Australie, on parle de sécheresse quand une région reçoit moins de 10 % de précipitations par rapport à la moyenne annuelle. Lorsqu'elles sont inférieures à 75 % aux normales saisonnières, on dit qu'il y a sécheresse en France.

L'étude du régime pluviométrique sur le littoral Algérien menée par Belgaid, Tebbal 2000, a montré que la région de Ouest est la plus touchée par la sécheresse qui est du principalement au cumul du déficit pluviométrique durant la période de (1980 – 1999).

L'étude menée par l'ANRH (2006), a montré que les potentialités en eau de l'Algérie sont globalement estimées à 198 milliards de m<sup>3</sup>/an, en tenant compte de la sécheresse des 25 dernières années, aussi parmi les conséquences de cette sécheresse on a :

1- Une baisse des quantités d'eau mobilisables à partir des autres retenues

2- Une diminution de la pluviométrie dans les périmètres d'irrigation

3- Une augmentation de la demande climatique (augmentation de l'évapotranspiration), les mêmes résultats ont été constatés par le travail mené par Issolah (1984), en s'appuyant sur des données météorologiques en essayant de déterminer les quantités d'eau nécessaire aux plantes il a constaté que plus le sol est humide plus intense son évapotranspiration.

On remarque que toutes ces définitions, aussi simples soient elles sont fondées sur deux concepts essentiels, à savoir : le déficit pluviométrique et l'année normale.

La sécheresse est définie de façon variable, mais non contradictoire selon la discipline dont il s'emploie comme synonyme de manque d'eau dans les divers secteurs. En absence d'une définition unique de la sécheresse, plusieurs indices et méthodes sont utilisées pour caractériser et identifier le seuil indiquant la sécheresse, sa durée, son étendue spatiale et sa probabilité d'occurrence. Egalement, ils assurent la classification des périodes de sécheresse en fonction de la sévérité

### **1- Indice de l'écart à la moyenne (Em)**

C'est l'indice le plus utilisé pour estimer le déficit pluviométrique à l'échelle de l'année. L'écart à la médiane est le plus utilisé par les agrométéologues. Bien évidemment, quand l'échantillon de données est dissymétrique, la différence entre la moyenne et la médiane est grande. L'écart à la moyenne est la différence entre la hauteur de précipitation annuelle ( $P_i$ ) et la hauteur moyenne inter annuel de précipitation ( $P_m$ ).

$$E_m = P_i - P_m \quad (1)$$

L'écart est positif pour les années humides et négatives pour les années sèches. On parle d'année déficitaire quand la pluie est inférieure à la moyenne et d'année excédentaire quand la moyenne est dépassée. Cet indice permet de visualiser et de déterminer le nombre d'années déficitaires, et leur succession.

### **2- Indice de pluviosité (Ip)**

C'est le rapport de la hauteur de précipitation annuelle à la hauteur moyenne inter annuelle de précipitation.

$$I_p = P_i / P_m \quad (2)$$

Une année est qualifiée d'humide si ce rapport est supérieur à 1, et de sèche s'il est inférieur à 1.

### **3-Rapport à la normale des précipitations (RN)**

Cet indice, qui est exprimé en pourcentage, peut être obtenu en divisant la précipitation annuelle par la précipitation normale et en multipliant le résultat par 100 %. Il est exprimé mathématiquement comme suit :

$$RN (\%) = (P_i/P_n)*100 \quad (2)$$

Où :

RN : rapport à la normale des précipitations (en pourcentage).

P<sub>i</sub> : précipitation annuelle (en mm).

P<sub>n</sub> : précipitation normale (en mm).

Le rapport à la normale en pourcentage permet d'estimer la variation ponctuelle des précipitations par rapport à la normale.

### **4 - Indice de sévérité**

En plus de l'identification des séquences 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. Nous présentons trois méthodes.

#### **4 -1 Indice du nombre d'écart types**

Cet indice peut être calculé par la comparaison de la pluie moyenne annuelle (P<sub>m</sub>) au nombre d'écart types (sigma),

$$\text{Sigma} = [1/(N-1)] \sum (P_i - P_m)^{1/2} \quad (3)$$

Lorsque P<sub>i</sub> est inférieur à P<sub>m</sub> - sigma, on parle d'une sécheresse forte. Il s'agit d'une sécheresse très sévère si P<sub>i</sub> est inférieur à P<sub>m</sub> - 2sigma.

#### **4 -2 Indice de sévérité de la sécheresse de Palmer**

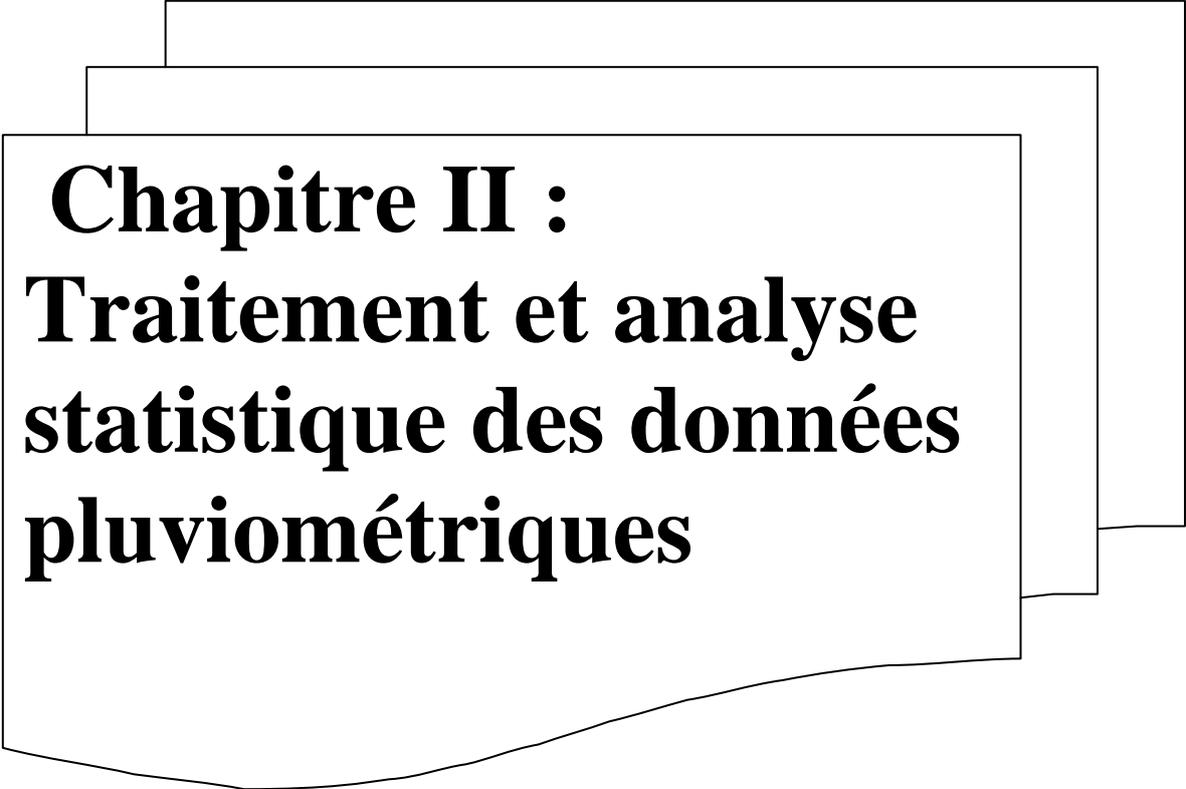
Palmer a développé l'indice PDSI (Palmer Drought Severity Index) afin d'évaluer le début, l'intensité et la fin des sécheresses passées et actuelles et d'effectuer la classification des sécheresses. Mckee et al. Pensent que l'indice de sévérité de Palmer est conçu pour l'agriculture et ne représente pas exactement les effets hydrologiques résultant des sécheresses de longue période.

### **4-3 Indice standardisé de précipitation**

L'indice standardisé de précipitation « SPI » (standardised precipitation index), reflète l'impact de sécheresse sur la disponibilité des différentes ressources en eau. Cet indice est calculé surtout lorsque la précipitation n'est pas normalement distribuée, notamment pour des périodes inférieures à 12 mois. Il est exprimé mathématiquement comme suit :

$$SPI = (P_i - P_m) / \sigma \quad (4)$$

On effectue une classification de la sécheresse suivant les valeurs des SPI. Le SPI est établi pour quantifier le déficit des précipitations pour des échelles de temps multiples qui vont refléter l'impact de la sécheresse sur la disponibilité des différents types de ressources en eau.



**Chapitre II :**  
**Traitement et analyse**  
**statistique des données**  
**pluviométriques**

## **Chapitre II : Traitement et analyse statistique des données pluviométriques.**

### **II.1 Présentation de la zone d'étude**

Avec une superficie de 2 381 741 Km<sup>2</sup> (dont 85% de cette étendue correspond à une zone désertique), l'Algérie est caractérisée par un contraste physique et climatique bien marqué entre les régions Nord et Sud. La zone d'étude située le long de la côte de la Méditerranée s'étend sur environ 1200 km de long sur 400km du Nord au sud.

Nous avons dès le départ choisi de limiter notre étude à cette partie Nord de l'Algérie. C'est dans cette zone que se concentre l'essentiel de l'habitat, de l'agriculture et de l'industrie du pays. C'est également une zone où l'on peut raisonnablement préjuger que les processus hydrologiques seront de même nature.

La zone d'étude est caractérisée du point de vue orographique, de deux ensembles orientés Est- Ouest formant l'ossature des massifs montagneux. Il s'agit de l'Atlas tellien et de l'Atlas saharien, entre ces deux massifs s'intercalent les plaines du Cheliff et de Sidi Bel Abbés à l'Ouest, de la Mitidja au Centre et la plaine d'Annaba à l'Est. Plus au Sud, on retrouve une région des Hauts- Plateaux désertiques qui se présente sous forme de cuvette, ce qui explique la présence de nombreux lacs salés (Chotts) collectant les eaux de surface.

La variété des terrains rencontrés est à la hauteur de la complexité des structures peut être relativement réduite dans l'optique d'une classification hydrologique des terrains. L'analyse des faciès rencontrés permet de se ramener à quatre grands types de terrains : imperméables, semi-perméables, perméables, très perméables.

### **II.2 Inventaire des données disponibles**

#### **II.2.1 Introduction**

Notre travail est basé sur l'étude de la sécheresse dans le Nord Algérien en tenant compte des stations situées à l'Est, Ouest, Centre soit 20 stations par le biais des traitements des données pluviométriques, pour cela il est indispensable d'effectuer un traitement des données et une analyse statistique des séries chronologique des pluies, afin de garantir leur qualité ce qui nous permet d'avoir le maximum d'information sur le phénomène étudié.

Les données recueillies nous ont été gracieusement ou aimablement fournies par l'ONM.

## II.2.2 Caractéristiques des postes pluviométriques du BV :

Les pluviomètres sont caractérisés ici par leur coordonnées : Latitude, Longitude et Altitude. Celles-ci sont résumées dans le tableau 1

**Tableau II.1 :** Caractéristiques des postes pluviométriques (ONM)

Station	Numéro de la station	Code	Latitude (Nord) En (Degré 1/10)	Longitude (E/W)	Altitude (mètre)
Blida	-	-	36.46	2.86	90
Médéa	-	437	36.71	3.25	1030
Alger	6	390	34.68	3.25	25
Boumerdes	-	-	36.55	3.57	5
Tipaza	-	020401	36.59	2.44	80
Tizi ousou	-	395	36.7	4.05	118
Bejaia	7	402	36.71	5.06	2
Tbessa	-	475	35.41	8.11	820
Jijel	8	351	36.8	5.88	8
Setif	-	443	36.18	5.25	1033
Skikda	9	355	36.88	6.9	1
Annaba	10	360	36.83	7.81	3
Constantine	-	419	36.28	6.61	693
Tlemcen	-	530	34.95	-1.28ouest	592
Saida	-	536	34.86	0.15	750
Sidi bel abbes	-	520	35.18	-0.65	475
Mostaganem	5	457	35.88	0.11	137
Mascara	-	507	35.21	0.15	511
Oran	3	490	35.63	-0.6	90
Tiaret	-	511	35.35	1.46	977



**Figure II. 01 :** Disposition des stations métrologique

### **II.2.3 Les mesures pluviométriques et leur imprécision**

La mesure correcte de la hauteur des précipitations est loin d'être exacte et simple qu'il peut le paraître. Quelque soit son type, le pluviomètre crée une perturbation aérodynamique qui modifie plus ou moins le champ de précipitations en créant dans son voisinage immédiat, des sur vitesses et des tourbillons qui affectent la quantité de pluie (Benhamiche, 1997). L'échantillon relevé par le pluviomètre est toujours trop petit par rapport à l'ensemble de la pluie qu'il est supposé déterminer sur une zone toujours trop étendue. Il existe peu de sites, à la fois suffisamment abrités pour réduire au minimum l'effet aérodynamique et assez dégagés pour fournir un échantillon typique valable de la région quelque soit la direction du vent et de la perturbation pluvieuse.

### **II.2.4 Origine des données pluviométrique :**

Toutes les données utilisées dans cette étude proviennent de l'Office Nationale de la Météorologie (ONM) qui s'occupe de l'édition des bulletins quotidiens météorologiques conformément aux normes internationales de l'Organisation mondiale de Météorologie .

### **II.3 Analyse critique des données Pluviométriques :**

La pluviométrie en Algérie a été étudié par plusieurs auteurs (Seltzer 1913 – 1938 et A. Gausson 1918 – 1947, G Medinger 1913 – 1953 , et Paquin 1913 – 1969). La plupart des stations des bassins versants ont été arrêtées pendant la guerre d'Algérie, d'autres ont subi des modifications après 1962, ceci se traduit par des résultats pleins d'erreurs et un nombre élevé de lacunes à l'échelle mensuelle et annuelle, d'autre part, certains stations ont été installées lors de la restriction du réseau pluviométrique Algérien

Les stations retenues pour notre étude sont les suivants :

**Régions Est** : Annaba, Tébessa, Jijel, Constantine, Skikda, Bejaia, Sétif

**Régions Ouest** : Oran, Bel abbés, Saida, Tiaret, Mostaganem, Tlemcen, Mascara

**Régions Centre** : Alger, Tipaza, Tizi-ouzou, Blida, Médéa, Boumerdes

### **II. 3. 1 Critique des données :**

L'étude des tests statistique est très importante avant toute étude et cela pour analyser l'échantillon et s'assurer de sa fiabilité, ce qui permet de dégager une première appréciation de la série à modéliser.

Pour garantir la qualité des données on doit effectuer les étapes suivantes :

#### **1. Compléter les données manquantes dans les séries d'observation :**

Cette opération peut se faire selon plusieurs méthodes :

- Soit en remplaçant les valeurs manquantes de la variable  $x_j$  par la moyenne arithmétique calculée sur les autres données
- Par la méthode de régression linéaire sur les variables mesurés, c'est à dire estimer la valeur manquante de la série d'une station d'une autre valeur explicative de la série d'une autre station
- Méthode de simulation par la fonction de répartition
- Utilisation des composantes principales

Dans notre étude le choix des stations est étudiés ne présentent aucune lacunes

### **II.3.2 Traitement statistiques des données :**

Les tests utilisés sont les hypothèses Indépendance, l'homogénéité des données, ainsi que la détection des valeurs singulières.

#### **II.3. 2 .1 Test des valeurs singulières :**

##### **1 . 1 Test de Grubbs et Beck :**

Ce test permet de détecter les points singuliers de la série en calculant la statistique

$$\begin{aligned} X_n &= EXP(\bar{X} + K_n * S) \\ \text{suivante : } X_1 &= EXP(\bar{X} - K_n * S) \end{aligned} \quad (1)$$

Avec :

$\bar{X}$  et  $S$  : sont respectivement la moyenne et la variance des logarithmes naturels des éléments constituant l'échantillon.

$K_n$ : Représente une valeur statistique de Grubbs et Beck, tabulée pour différentes tailles d'échantillons et de niveaux de signification.

- L'application de ce test ne considère que tous les points supérieurs à  $X_h$  et inférieurs à  $X_l$  comme points singuliers, ou valeurs aberrantes.

### Résultat du test :

Les résultats du test Grubbs et Beck sont résumés comme suit :

Tout les points sont situés à l'intérieur de l'intervalle  $[X_h, X_l]$ , et ce la pour les données annuelles, le test ne signale donc aucune valeur singulière pour un seuil d'erreur de 1% ..

### II.3. 2- Test d'indépendance :

Les tests d'indépendances permettent de vérifier si les observations sont indépendantes. C'est à dire qu'elles ne dépendent pas de leur rang et que la moyenne de la répartition étudiée ne doit pas subir de déplacement de nature monotone ou cyclique.

#### 2. 1 Test de Wald-Wolfowitz:

Il est basé sur le critère qu'aucune observation appartenant à l'échantillon ne doit influencer l'observation suivante.

Pour un échantillon de taille, de Wald- Wolfowitz considère la valeur statistique

$$R = \sum X_i X_{i+1} + X_1 X_n \quad (2)$$

Si les éléments de l'échantillon sont indépendants, R suit une loi normale de moyenne

:

$$\bar{R} = \frac{S_1 - S_2}{n-1} \quad (3)$$

et de variance :

$$Var(R) = \frac{S_2^2 - S_4}{(n-1)} - R_2 + \left( \frac{S_1^4 - 4S_1^2 S_2 + 4S_1 S_3 + S_{21}^2 - 2S_4}{(n-1)(n-2)} \right) \quad (4)$$

Avec :

$$S_r = \sum X_i^r = M_r^r \quad (5)$$

M : Moment d'ordre r de l'échantillon.

$$U = \frac{R - \bar{R}}{\sqrt{\text{Var}(R)}}$$

La valeur statistique (u) suit une loi normale standardisée  $N(0,1)$  et peut être utilisée à un niveau de signification, l'hypothèse de l'indépendance en comparant  $|\mu|$  avec la valeur normale standard  $u_{\alpha/2}$  correspondant à la probabilité de dépassement de  $\alpha/2$ .

Avec :

R : somme des rangs des éléments du premier échantillon de taille n dans la série considérée.

V : Représente le nombre de fois où un élément du premier échantillon suit dans l'ordre un élément du deuxième échantillon.

u : Valeur statistique de Mann\_Whitney, elle est définie par la plus petite des deux valeurs de v et w.

$$u = n_1 n_2 / 2$$

$$\text{Var}(u) = \frac{1}{12(n_1 + n_2)n_1 n_2} \quad (6)$$

La fonction de répartition de u est donnée par un risque d'erreur  $\alpha$  par l'expression suivante :

$$|\mu| = \frac{\mu - \bar{\mu}}{\sqrt{\text{Var}(\mu)}} \quad (7)$$

Cette valeur est comparée avec la variable standardisée correspondant à une probabilité de dépassement  $\alpha/2$

## Résultats du test :

**Tableau II.2 : Résultats du test d'indépendance**

Stations	U	1%	5%	10%
Blida	0,7	1	1	1
Médéa	1,4	1	1	1
Alger	1,5	1	1	1
Boumerdes	1,9	1	1	1
Tipaza	1,8	1	1	1
Tizi-Ouzou	1,0	1	1	1
Bejaia	1,4	1	1	1
Tébessa	2,0	1	1	1
Jijel	1,1	1	1	1
Sétif	2,7	1	1	1
Skikda	2,2	1	1	1
Annaba	1,8	1	1	1
Constantine	1,8	1	1	1
Tlemcen	1,7	1	1	1
Tiaret	1,3	1	1	1
Saida	2,1	1	1	1
Sba	3,0	1	1	1
Mostaganem	2,1	1	1	1
Oran	2,0	1	1	1
Masacara	2,2	1	1	1

Avec 1 → Accepté et 0 → Rejetée

Le tableau ci-dessus montre que les données pluviométriques sont indépendante puisque les résultats obtenus à 1%, 5%, 10% sont significatif.

### II.3.2. 3 Tests d'homogénéité :

L'hypothèse d'homogénéité exprime que les échantillons extraits de la même population sont identiques et par conséquent ont les mêmes fonctions de répartition.

- Une série de données est dite homogène si les propriétés statistiques de l'erreur de mesure affectant les données sont restées invariables au cours de la période d'observation.

- L'objectif des tests d'homogénéité est de détecter la non - homogénéité des données que ce soit entre deux échantillons d'une même station, ou entre deux séries homologues de deux stations différentes.

### 3.1. Test de Wilcoxon-Mann-whitney:

Ce test utilise les numéros des observations dans la série variationnelle obtenue en ordonnant l'échantillon global de taille N. Le numéro d'observation  $X_i$  dans l'échantillon ordonné s'appelle ordre ou rang et sera désigné par  $R_{i,N}$ . La série  $X_i$ , ( $i=1,N$ ) classée par ordre croissant est subdivisée en deux échantillons de taille  $n_1$  et  $n_2$  ou  $n = n_1 + n_2$  ( $n_1 \leq n_2$ .)

Le test de Wilcoxon-Mann-whitney considère les quantités suivantes :

$$V = R - n_1(n_2 + 1) / 2, W = n_1 n_2 - V \quad (8)$$

Avec :

R : somme des rangs des éléments du premier échantillon de taille  $n_1$  dans la série considérée

V : représente le nombre de fois ou l'élément de l'échantillon un ( $01$ ) suit dans l'ordre un élément de l'échantillon deux ( $02$ )

U : Valeur statistique de Mann-Whitney, elle est définie par la plus petite des deux valeurs de V et W

$$\bar{U} = n_1 n_2 / 2 \quad (9)$$

$$\text{Var}(U) = 1 / 12 (n_1 + n_2) n_1 n_2 \quad (10)$$

La fonction de répartition de U est définie pour un risque d'erreur par la quantité

$$\|U\| = (U - \bar{U}) / (\text{var}(U))^{1/2} \quad (11)$$

Cette quantité est comparée avec la variable standardisée correspondant à une probabilité de dépassement  $\alpha / 2$ . La convergence est très rapide si  $n_1$  et  $n_2 > 8$

## Résultats de test

**Tableau II. 3 : Résultats du test d'homogénéité**

Stations	U	1%	5%	10%
Blida	2,5	1	1	0
Médéa	2,9	1	1	0
Alger	3,0	1	1	0
Boumerdes	3,4	1	1	0
Tipaza	4,0	1	1	0
Tizi-ouzou	3,9	1	1	0
Bejaia	4,2	1	1	0
Tébessa	3,2	1	1	0
Jijel	4,0	1	1	0
Setif	4,0	1	1	0
Skikda	5,0	1	1	0
Annaba	4,2	1	1	0
Constantine	3,7	1	1	0
Tlemcen	3,3	1	1	0
Tiaret	2,9	1	1	0
Saida	3,0	1	1	0
Sba	4,0	1	1	0
Mostaganem	3,4	1	1	0
Oran	3,2	1	1	0
Masacara	3,4	1	1	0

Avec 1 → Accepté et 0 → Rejetée

D'après le tableau II.3 en remarque que toutes les données pluviométrique sont homogènes puisque le test utilisé ne détecte aucune non homogénéité soit à 1%, 5%, sauf à l'échelle de 10% cette non signification est due a l'existence des valeurs maximales et minimales

### II.3.3. Analyse statistique des données

Afin d'avoir le maximum possible de renseignements sur la loi de distribution fonctionnelle des données pluviométriques on procède à l'ajustement des séries des stations étudiées Ces ajustements ont pour but de vérifier qu' un échantillon provient ou non d une variable aléatoire de distribution connue  $F_0(x)$

Soit  $F(x)$  la fonction de répartition de la variable échantillonnée il s'agit donc de tester  $H_0$

$$F(x) = F_0(x)$$

Contre  $H_1 : F(\bar{x}) \neq F_0(x)$

### II.3.3.1 Choix de l'échantillon

Le choix de la loi de probabilité dépend essentiellement de deux types de critères (AIVAZIAN 1983), qui suit :

- Critères physiques : contraintes imposées par le phénomène.
- Critères statistiques : contraintes imposées par les caractéristiques de l'échantillon

On utilise les lois normales et log normale

### II.3.3.2 Forme de distribution des fréquences théoriques

#### 1. Loi normale

On dit que  $x$  suit une loi normale  $(\bar{x}, \sigma)$  si sa densité est

$$f(x) = 1/\sigma \sqrt{2\pi} \exp(-1/2((x-\bar{x})/\sigma)^2) \quad (12)$$

Avec le changement de variable aléatoire  $U = (x - \bar{x})/\sigma$  on trouve que la densité de  $U$  est :

$$f(u) = 1/\sqrt{2\pi} \exp(-1/2 u^2) \quad (13)$$

$U$  est une LG  $(0, 1)$  donc toute variable  $X \sim LG(0, 1)$  se ramène simplement à la variable

$$U \text{ par } X = \bar{x} + \sigma u$$

#### 2. Loi log- normale

C'est la loi d'une position  $X$  telle que son logarithme népérien suit une loi de LAPLACE-GAUSS

$$\ln X \sim LG(\bar{x}, \sigma)$$

Sa densité s'obtient par un simple changement de variable on trouve

$$f(x) = 1/\sigma \sqrt{2\pi} \exp(-1/2((\ln \bar{x} - x)/\sigma)^2) \quad (14)$$

Ces paramètres sont

$$E(x) = \bar{x} + \sigma^2/2 \quad (15)$$

$$V(\bar{x}) = [\text{Exp}(2x + \sigma^2/2)] [\exp \sigma^2 - 1] \quad (16)$$

### 3. Analyse des fréquences

Le problème de l'ajustement comprend quatre étapes Selon Arlery (1973) et Dagnelie (1975)

- Choix de la forme théorique
- Détermination de la valeur numérique des paramètres de cette loi de distribution
- Calcul des fréquences théoriques correspondant à celles - ci
- Examen de la valeur de l ajustement

La méthode graphique est la plus utilisée pour interpréter le phénomène de façon visuelle. Elle consiste à positionner sur un papier approprié les paires de valeurs (x, fréquence), et de tracer ensuite une ligne droite qui suit bien ces points dits expérimentaux

La formule de Weibull est très utilisée pour calculer la fréquence expérimentale f

$$f = m - 1/2 / (n + 1) \quad (17)$$

Où

m : rang occupé par une observation dans un échantillon classé par ordre décroissant

n : Nombre total d observation

Les étapes de l'analyse de fréquence graphique sont les suivantes :

- Classer les évènements par ordre croissant
- Calculer la fréquence pour chaque avènement
- Positionner les points sur le papier graphique approprié
- Tracer la meilleure ligne droite à travers le nuage de points
- Interpoler l'évènement correspondant à une probabilité
- Interpoler l'évènement correspondant à une probabilité voulue

Les ajustements graphiques effectués sur les stations étudiées sont présentés dans les figures (VI.01 et VI.02)

### VI. 4 Interprétation des résultats

On constate que la majorité des séries étudiées ne s'ajustent pas à la loi normale, les points singuliers constatés ils caractérisent le régime pluviométrique enregistrée durant cette période c'est à dire les quantités des pluies minimums et maximums tombée

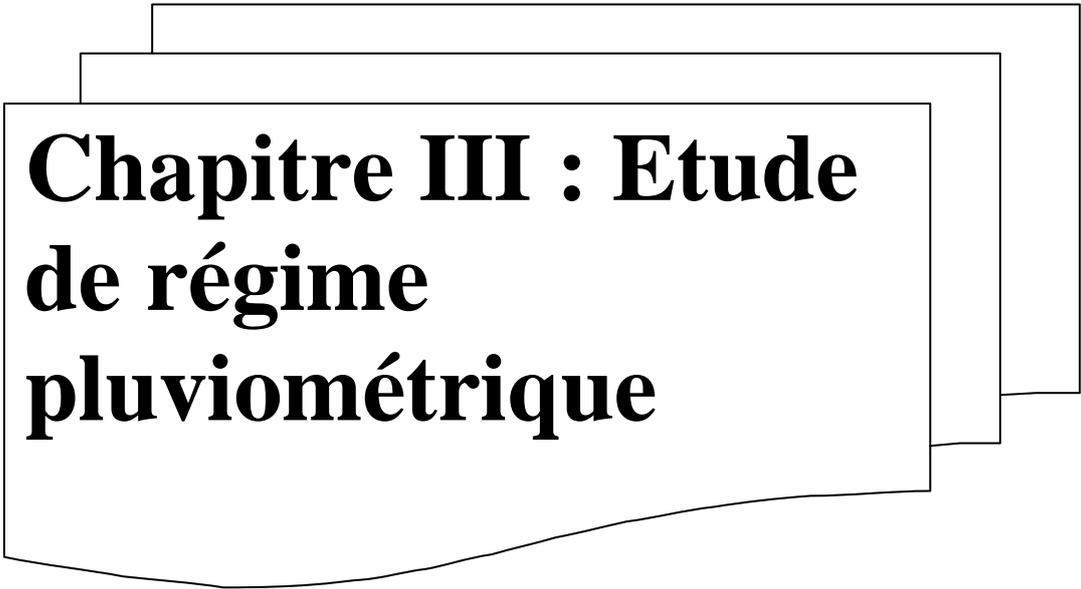
La loi log-normale permet de rendre compte de la totalité des valeurs observées elle justifie la répartition uniforme des données entre les courbes de l'intervalle de confiance à 95%

## **Conclusion**

L'examen des résultats obtenus par l'analyse et traitements des données montre que sur la période d'étude de 1936 à 2004 les séries sont homogènes et indépendantes

Les séries étudiées ne s'ajustent pas à la loi normale cela montre le caractère du régime pluviométrique (effet régional) de la zone d'étude.

Nous pouvons dire que ces données pluviométriques suivent une loi de distribution bien définie, qui est la loi log-normale pour les valeurs annuelles et mensuelles. Ce résultat confirme la qualité des données utilisées.



**Chapitre III : Etude  
de régime  
pluviométrique**

## Introduction

La connaissance des conditions climatiques joue un rôle important dans les études de planification économique, elle permet de mieux maîtriser les apports non contrôlés qui engendrent le bon fonctionnement du système de prévision et de gestion des ressources hydriques à court moyen et long terme.

Ainsi les climatologues, ont classé le climat on fonction de la quantité de pluie tombée par rapport à la moyenne:

1. Climat désertique : la quantité de pluie tombée soit comprise entre :  
 $120\text{mm} < p_m \leq 250\text{mm}$
2. Climat semi-aride : la quantité de pluie tombée soit comprise entre  
 $250\text{mm} < p_m \leq 500\text{mm}$
3. Climat modérément humide : la quantité de pluie tombée soit comprise entre  
 $500\text{mm} < p_m \leq 1000\text{mm}$
4. Climat humide : la quantité de pluie tombée soit comprise  
 $1000\text{mm} < p_m \leq 2000\text{mm}$
5. Climat excessivement humide : la quantité de pluie tombée est supérieur à 2000 mm

Avec:

$P_m$  : pluie moyenne ( mm ) .

L'objectif de ce chapitre est de répondre à la question suivante : Est ce que la sécheresse a touchée toutes les régions du Nord Algérien, cette sécheresse est elle importante dans les stations qui se trouvent sur le littoral Algérien ou les stations qui se trouve à l'intérieur, et cela en analysant de manière approfondie la pluviométrie à différent pas de temps ( mensuel et annuel ) pour la période de 1936 à 2004 soit 69 ans sur plusieurs stations.

Dans notre travail nous avons pris en considération deux types de sécheresse :

1. sécheresse météorologique : lorsque les totaux annuels seront inférieurs à la moyenne
2. sécheresse agricole : lorsque les totaux annuelles seront inférieurs à l'indice de Bensaad.

### III. 1 Etude de la pluviométrie au pas de temps annuel

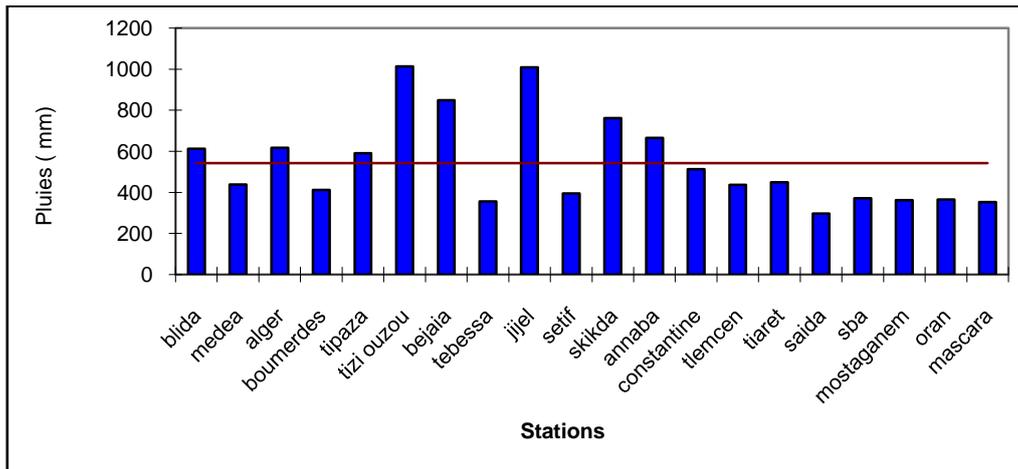
Les caractéristiques statistiques de la pluviométrie des stations étudiées sont présentées dans Le tableau N° (III. 1)

**Tableau N° III.1 : Caractéristiques statistiques des pluies annuelles (1936 – 2004)**

Nombre	Stations	Moyennes (mm)	Ecart type (mm)	CV ( % )
01	Blida	612	243,8	39,8
02	Medea	437,6	148,3	33,9
03	Alger	617,8	137,3	22,2
04	Boumerdes	411,2	120	29,2
05	Tipaza	590,7	145,5	24,6
06	Tizi- ouzou	1 013,7	258,2	25,5
07	Bejaia	848,9	197,1	23,2
08	Tebessa	355,3	107,6	30,3
09	Jijel	1 008,8	251,1	24,9
10	Sètif	395,4	98,1	24,8
11	Skikda	762	150,2	19,7
12	Annaba	665,1	154,8	23,3
13	Constantine	513	135,7	26,5
14	Tlemcen	436,2	130,2	29,8
15	Tiaret	450,0	150,7	33,5
16	Saida	297,2	97,1	32,7
17	Sidi bel abbés	370,9	90,4	24,4
18	Mostaganem	361,5	105,7	29,3
19	Oran	365,3	110,6	30,3
20	Mascara	352,2	104,3	29,6
Moyenne générale (mm ) des stations de littoral			643.7	
Moyenne générale (mm ) des stations de l'intérieur			420.4	

Les résultats obtenus permettent de classer le climat du Nord Algérien en fonction de la quantité de pluie tombée :

- les stations de littoral appartiennent au climat modérément humide
- les stations de l'intérieur appartiennent au climat semi aride
- La moyenne des précipitations annuelles sur la zone d'étude est de l'ordre de 550 mm. Le minimum pluviométrique est enregistré dans les stations de l'Ouest, il est de l'ordre de 297.2 mm alors que le maximum est enregistré dans les stations de l'Est et du Centre ou il dépasse les 1000 mm. Cela montre que le Nord Algérien est caractérisé par un gradient Est - Centre plus marqué et un gradient Ouest plus faible.



**Figure N°III.1 : Moyenne annuelle des précipitations pour des stations étudiées.**

La Figure N°III.1, montre une inégalité de la quantité de pluie enregistrée entre les différentes stations étudiées, en effet, celle-ci augmente de l'Ouest à l'Est, avec des maxima de pluies enregistrés sur le littoral (Jijel, Annaba, Skikda, Tizi-ouzou et Bejaia) et des minima enregistrés un peu plus au Sud c'est à dire à l'intérieur (Sidi bel abbés, Saida, Mascara). On a déterminé l'intensité des irrégularités pluviométriques pour caractériser le climat du Nord Algérien. Pour cela, on a calculé le coefficient de variation qui selon Arley (1973), est un coefficient qui se révèle le plus satisfaisant dans les mesures de dispersion des variables autour de la moyenne, il est utilisé dans les études de comparaison de la variabilité des précipitations sur plusieurs stations.

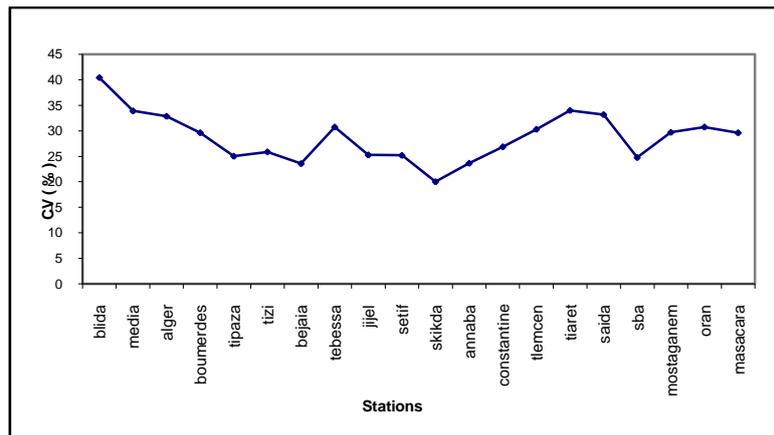


Figure N° III.2 : Coefficient de variation des précipitations.

La figure N° III.2 montre que le coefficient de variation varie entre 20 et 40 %, cette différence montre l'irrégularité du régime pluviométrique sur le Nord Algérien.

### III.1. 1 Variation des pluies annuelles par rapport à la moyenne

#### 1- A l'échelle de la station

**Tableau III.2 :** Nombre des années sèches et humides pour chaque station

<b>Stations</b>	<b>Nombre des années sèches</b>	<b>Nombre des années humides</b>
Blida	33	36
Medea	38	31
Alger	40	29
Boumerdes	43	23
Tipaza	34	35
Tizi- ouzou	37	32
Bejaia	38	31
Tebessa	42	27
Jijel	36	33
Sètif	32	37
Skikda	30	39
Annaba	36	33
Constantine	37	32
Tlemcen	36	33
Tiaret	38	31
Saida	35	34
Sidi bel abbés	35	34
Mostaganem	32	37
Oran	39	30
Mascara	36	33

L'examen des résultats pour chaque station montre une irrégularité entre le nombre d'années sèches et humides, nous avons remarqué que dans certaines stations, le nombre des années sèches est plus important que le nombre des années humides (Alger, Boumerdes, Tébessa, Oran).

Pour mieux expliquer le régime pluviométrique dans la zone d'étude nous avons représentés dans la figure N° III.3 la variation de la pluie par rapport à la moyenne

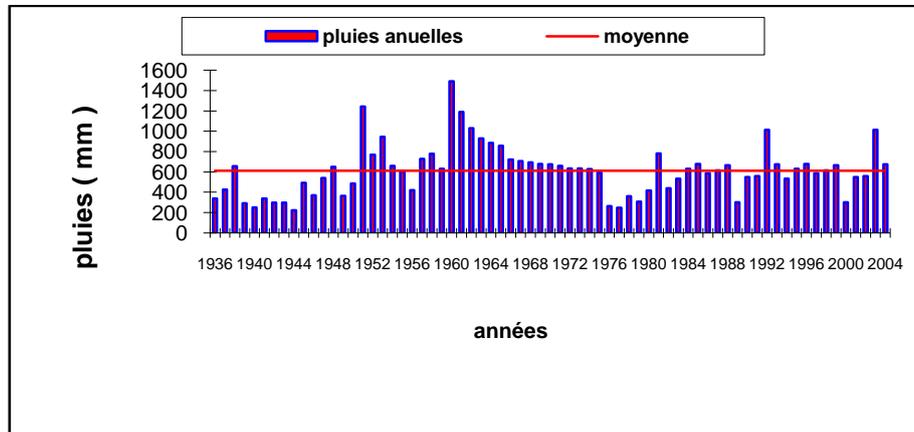


Figure N° III.3 : Variation de la pluie par  
Rapport à la moyenne  
(station Blida)

Les Figures des autres stations sont données en Annexe A.

L'examen des résultats de la variation de la pluie par rapport à la moyenne montre que :

La station d'Oran a subi chaque fois au moins trois années humides durant la période de 1978 - 2000, le minima des pluies est enregistré dans la station de Saida avec 108.9mm et le maximum est enregistré dans la station de Tlemcen avec 882.5mm.

Les faibles quantités de pluies sont enregistrées durant la période 1986-2004.

Un maximum enregistré dans la station de Tizi-ouzou avec 1833.3mm et un minimum à Alger avec 213mm

La station d'Alger a connu une période humide entre 1965 et 1971.

Dans la station de Boumerdes il a été enregistré 23 valeurs supérieures à la moyenne dont deux ans successifs. Par ailleurs, la station de Boumerdes est humide durant la période de 1986 à 2002 par contre la station de Tizi-ouzou les faibles quantités de pluie sont enregistrées en 1977- 2002.

Aussi, pour la station de Constantine les faibles quantités de pluies ont été enregistrées de 1936 à 1965. Le maximum de pluie est enregistré à Jijel qui dépasse les 1500mm, 1200 mm à Bejaia. Dans la station de Sétif la distribution de pluie est relativement irrégulière. Les faibles valeurs rencontrées au niveau de la station de Skikda sont entre 1973 – 1978, la distribution

est modérément symétrique entre humide et sèche jusqu' à 1986, entre 1987- 1996, il y a une succession d'années sèches que d'années humides. Au niveau de la station de Annaba, la distribution des pluies est relativement irrégulière par rapport au seuil considéré, généralement les années sèches sont observées entre 1960 – 1978

## 2- A l'échelle régionale

**Tableau III.3 :** Nombre des années sèches et humides pour chaque région

<b>Régions</b>	<b>Nombre des années sèches</b>	<b>Nombre des années humides</b>
<b>Centre</b>	34	35
<b>Est</b>	37	32
<b>Ouest</b>	35	34

On remarque d'après ce tableau que la région Est et la plus touchée par la sécheresse par rapport aux autres régions ou le nombre des années sèches et presque égale au nombre des années humides.

Aussi, la période de 1936 à 1955 est une période pluvieuse pour la région Centre et la période de 1976 à 2002 est une période sèche pour la région Est.

### III. 1. 2 Variation des pluies annuelles par rapport à l'indicateur d'aridité agricole

Pour mieux situer le problème de la sécheresse dans le domaine agricole, dont la variabilité de climat est la cause principale des faibles niveaux de rendement.

Selon ( Mouhouche , Issolah ,1993 ), l'utilisation rationnelle de l'eau en agriculture nécessite la maîtrise d'un certain nombre de concepts régissant le complexe

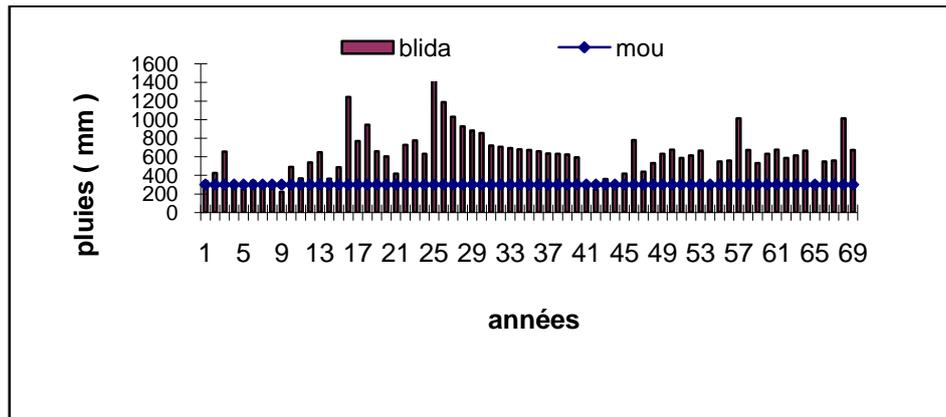
Climat- sol- plante

A cet effet, nous avons procédé a l'utilisation de l'indice agricole de Benssad

Nous avons représentés dans la figure N° III. 4 la variation des pluies par rapport un seuil d'aridité agricole qui égale = 300 mm.

Les résultats obtenus montrent que dans le domaine agricole la sécheresse était importante dans les régions de l'Ouest, et la station de Saida est la plus touchée car le déficit y est remarqué, durant les périodes de 1953 – 1958 et de 1989- 1990

En outre, les stations qui se trouvent à l'intérieur du pays sont les plus touchées par la sécheresse (Sétif, Tébessa, Blida).



**Figure N° III.4 : Variation de la pluie par rapport au seuil indicateur d'aridité agricole (Station Blida)**

Les figures des autres stations sont données en Annexe A

## **Conclusion**

D'après les résultats obtenus on constate, que :

- la sécheresse a touché toutes les régions avec des intensités différentes.
- les quantités de pluies tombées décroissent au fur et à mesure que l'on s'éloigne du littoral,
- aussi, on remarque que pour la période d'études 1936 – 2004 le nombre des années sèches enregistrées est important dans la région EST.
- Les variations des précipitations est importante pour toutes les stations et est temporelle et non cyclique
- La sécheresse est un phénomène stationnaire dont la durée est comprise entre trois et six ans par rapport à la moyenne.

### III.1. 3 Caractéristiques pluviométriques

Pour mieux caractériser les variations pluviométriques, on a subdivisé la période d'étude en sept décennies :

<b>1<sup>ère</sup> Décennie</b>	<b>1936 - 1945</b>	<b>Série 1</b>
<b>2<sup>ème</sup> Décennie</b>	<b>1946 - 1955</b>	<b>Série 2</b>
<b>3<sup>ème</sup> Décennie</b>	<b>1956 - 1965</b>	<b>Série 3</b>
<b>4<sup>ème</sup> Décennie</b>	<b>1966 - 1975</b>	<b>Série 4</b>
<b>5<sup>ème</sup> Décennie</b>	<b>1976 - 1985</b>	<b>Série 5</b>
<b>6<sup>ème</sup> Décennie</b>	<b>1986 - 1995</b>	<b>Série 6</b>
<b>7<sup>ème</sup> Décennie</b>	<b>1996 - 2004</b>	<b>Série 7</b>

#### 1. Etude des sept décennies

La moyenne et l'écart type pour chaque décennie et pour chaque station sont représentés dans le tableau N° III.4

**Tableau N°III. 4 Paramètres statistiques des sept décennies**

Décennies	caractéristique s statistiques	Stations						
		blida	alger	boum	tipaza	tizi	media	bejaia
<b>1<sup>ère</sup> Décennie</b>	<b>Moyenne (mm)</b>	361,3	392,2	392,3	628,3	954,3	361,3	929,7
	<b>Ecart type</b>	130,4	102,5	125,3	195,1	324,3	130,4	186,4
<b>2<sup>ème</sup> Décennie</b>	<b>Moyenne (mm)</b>	663,13	583,6	371,3	587,7	1 060,4	466,9	970,7
	<b>Ecart type</b>	269,14	156,3	87,0	133,6	159,1	93,8	108,2
<b>3<sup>ème</sup> Décennie</b>	<b>Moyenne (mm)</b>	893,4	730,7	335,3	608,6	1 169,4	454,9	917,6
	<b>Ecart type</b>	298,1	168,4	65,6	124,8	216,7	89,8	246,6
<b>4<sup>ème</sup> Décennie</b>	<b>Moyenne (mm)</b>	662,1	810,1	318,2	666,3	1 126,0	387,9	835,3
	<b>Ecart type</b>	40,08	196,21	38,84	109,2	263,4	121,3	127,0
<b>5<sup>ème</sup> Décennie</b>	<b>Moyenne (mm)</b>	465,8	676,4	429,8	571,6	965,3	350,4	771,4
	<b>Ecart type</b>	183,1	189,1	117,7	103,0	178,5	59,0	248,4
<b>6<sup>ème</sup> Décennie</b>	<b>Moyenne (mm)</b>	612,7	528,6	509,0	463,8	976,6	433,3	720,0
	<b>Ecart type</b>	175,7	137,0	120,7	102,5	224,9	169,8	134,8
<b>7<sup>ème</sup> Décennie</b>	<b>Moyenne (mm)</b>	626,8	601,3	534,4	610,3	824,6	626,8	791,2
	<b>Ecart type</b>	184,8	179,0	106,1	193,2	338,5	184,8	214,8

Décennies	caractéristiques statistiques	Stations						
		jijel	setif	skikda	annaba	constantine	tiemcene	tiaret
1ère Décennie	Moyenne (mm)	1 376,4	402,1	836,9	743,4	446,0	530,8	389,5
	Ecart type	224,2	62,1	105,2	184,3	75,0	161,1	94,9
2ème Décennie	Moyenne (mm)	1 124,4	410,5	761,0	718,1	495,2	543,9	506,9
	Ecart type	177,0	116,4	108,2	126,1	156,5	115,5	118,8
3ème Décennie	Moyenne (mm)	1 043,5	414,7	811,5	633,6	527,2	447,8	412,8
	Ecart type	163,1	96,5	192,1	152,5	143,0	153,9	105,2
4ème Décennie	Moyenne (mm)	927,9	355,4	666,7	545,5	499,4	449,1	667,6
	Ecart type	185,8	104,8	123,3	110,7	119,5	76,3	114,7
5ème Décennie	Moyenne (mm)	784,4	373,9	765,8	698,8	569,9	374,4	471,0
	Ecart type	176,8	132,9	208,7	209,7	205,0	98,1	151,2
6ème Décennie	Moyenne (mm)	868,1	397,0	722,3	618,1	501,2	347,1	331,6
	Ecart type	164,5	87,6	124,7	99,7	107,7	69,2	84,4
7ème Décennie	Moyenne (mm)	928,1	416,1	770,2	701,7	556,2	351,6	362,0
	Ecart type	186,6	96,9	151,4	130,2	122,8	75,7	124,0

Décennies	caractéristiques statistiques	Stations					
		tebessa	mostaganem	oran	saida	sba	masacara
1ère Décennie	Moyenne (mm)	302,9	335,0	332,7	307,9	367,4	455,9
	Ecart type	100,5	123,4	157,6	60,1	80,4	122,4
2ème Décennie	Moyenne (mm)	313,9	425,3	413,1	272,4	446,6	423,8
	Ecart type	114,6	126,3	88,0	95,2	87,1	63,9
3ème Décennie	Moyenne (mm)	411,6	368,5	401,4	220,0	373,8	327,7
	Ecart type	103,5	90,9	90,3	79,8	57,2	95,0
4ème Décennie	Moyenne (mm)	382,7	322,3	434,6	318,6	434,3	403,2
	Ecart type	128,5	95,1	134,0	111,9	63,2	59,0
5ème Décennie	Moyenne (mm)	336,1	396,0	314,1	299,7	320,6	297,3
	Ecart type	81,7	95,0	93,0	109,8	77,2	45,2
6ème Décennie	Moyenne (mm)	366,1	294,5	319,7	317,4	266,8	277,5
	Ecart type	131,7	98,1	68,9	74,5	64,4	73,3
7ème Décennie	Moyenne (mm)	375,1	391,7	338,9	349,7	388,0	271,6
	Ecart type	76,5	78,5	86,4	120,8	82,8	81,1

Le tableau ci-dessus, montre que la période humide est importante pour les stations qui se trouvent sur le littoral et dans les zones à altitude importante, ce qui confirme les résultats obtenus par J. P. LABORDE lors de l'étude pluviométrique menée conjointement avec

l'ANRH, que l'apparition de précipitation est liée au mouvement des masses d'air, or le déplacement est fortement influencé par le relief et cela à différentes échelles.

La figure N°III.5 représente la répartition de la moyenne des pluies annuelles des 20 stations de nord Algérien pour les différentes décennies.

L'analyse de cette figure montre que la quantité de pluies tombées est plus importante pour les stations de Jijel, Tizi-ouzou, Skikda, Bejaia, durant la 4<sup>ème</sup> décennie, dont le maxima des pluies est de 1376 mm enregistré dans la station de Jijel.

Pour Sidi Bel Abbes, Oran, Mascara et Constantine durant la 2<sup>ème</sup> décennie, les stations de Sétif et Saida durant la 7<sup>ème</sup> décennie.

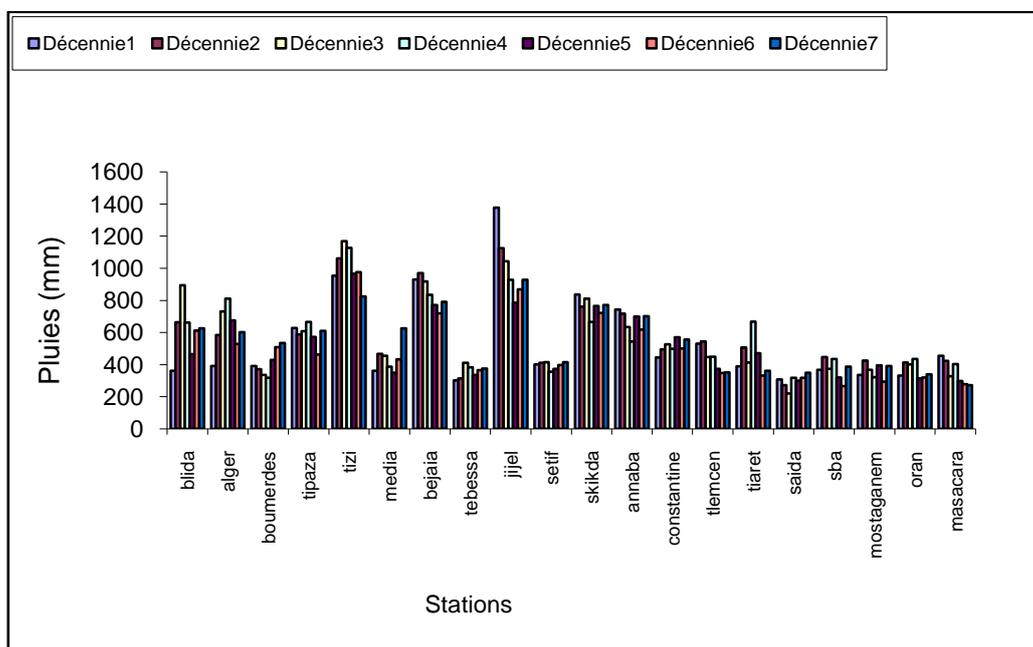


Figure N° III.5 : Répartition des moyennes des pluies  
Annuelles des sept décennies

Pour approfondir cette étude nous avons représentés dans la figure N°III.6

La moyenne des pluies annuelles des trois régions pour les sept décennies

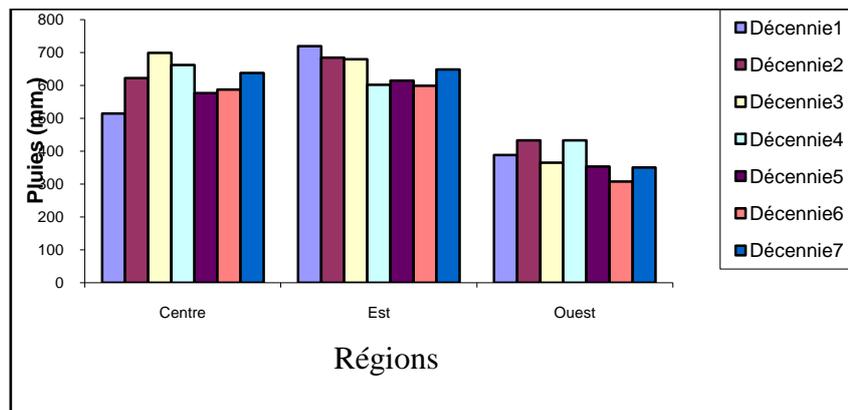
L'analyse des résultats montre que le maximum des pluies est enregistré dans les régions de l'Est et du Centre, le minimum est enregistré dans les régions de l'Ouest.

Cette différence montre un effet régional qui défini le caractère pluviométrique dans le Nord Algérien qui est le résultat de la conjugaison de deux facteurs :

- La direction de vent qui est généralement Nord Ouest, fait que l'Ouest Algérien ne bénéficie pas suffisamment de l'humidité apporté par ce vent
- La chaîne montagneuse du Rif (située à l'Est du Maroc) qui constitue une barrière géographique, fait que l'Ouest Algérien souffre du manque de pluie (effet de Foher)

Par ailleurs, le déficit enregistré à l'Ouest est de l'ordre de 50 % par rapport à celui enregistré à l'Est et au Centre, cela montre que la région de l'Ouest est la région la plus touchée par la sécheresse.

Enfin, On remarque que pour toutes les régions la période humide est importante dans les quatre premières décennies.



**Figure N° III.6 : Moyenne des pluies annuelles des trois Régions pour les sept décennies.**

### III. 2 Pas de temps mensuel

On a représenté dans les tableaux N° (B.1, B.2) la moyenne et l'écart type pour les différentes Stations.

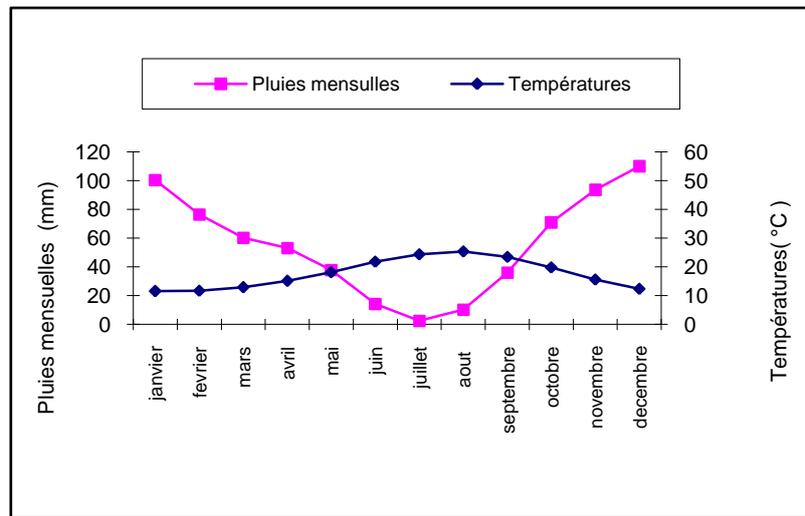
En ce qui concerne les précipitations mensuelles, le contraste est bien marqué entre l'hiver et l'été. Les minima pluviométriques sont atteints en Juillet ou Août (inférieur à 5mm), alors que les maxima sont atteints en Janvier, Novembre, Décembre (entre 407 et 521.4 mm). Le contraste entre l'hiver et l'été s'accroît fortement en s'éloignant de la mer

Pour un mois d'une année donnée, il n'est pas possible de mettre en évidence l'effet du relief, en effet les conditions de développement des précipitations masquent cette influence du relief. L'activité pluvieuse augmente de l'Ouest vers le Centre pour tous les mois de l'année.

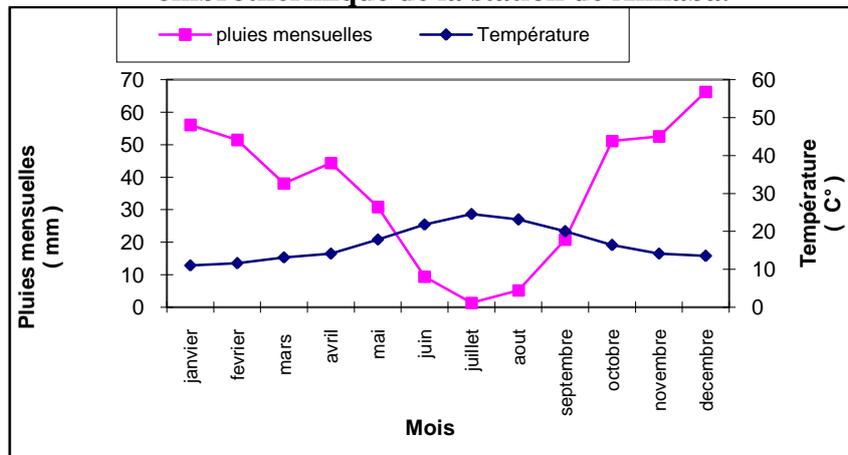
Pour fixer le début et la fin de la période sèche, nous avons représentés les diagrammes Ombrothermiques dans les figures N° III . (07, 08,09).

D'après Bougouls et Gaussen (1953), les diagrammes ombrothermique permettent de fixer le début et la fin d'une période sèche aux intersections des courbes des valeurs mensuelles de la pluviométrie et de température.

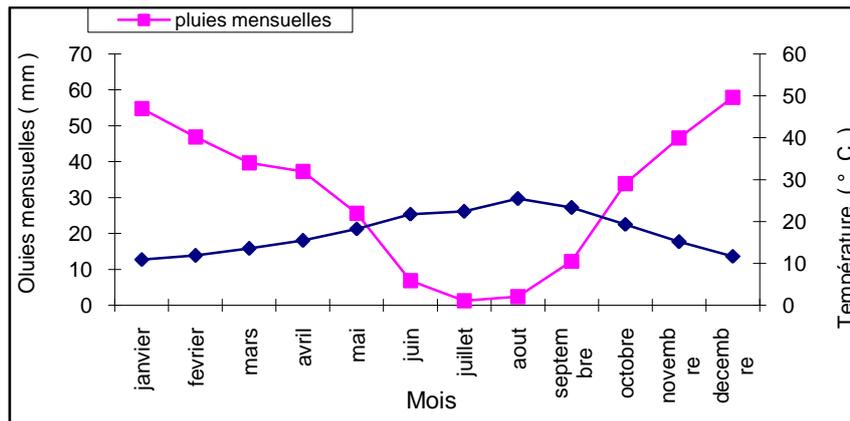
L'examen des trois diagrammes fait apparaître deux périodes, l'une sèche qui s'étale pour la station d'Oran du mois d'Avril à Novembre soit huit mois, la station d'Annaba du mois Avril à Octobre soit sept mois, pour la station d'Alger du mois Avril à Septembre soit six mois. Cela montre que la période sèche est plus longue dans les stations de l'Ouest



**Figure N° III.7 : Diagramme ombrothermique de la station de Annaba.**



**Figure N° III.8 : Diagramme ombrothermique de la station de Alger.**



**Figure N° III.9 : Diagramme ombrothermique de la station d'Oran.**

Afin d'affiner les résultats obtenus nous avons réalisé les figures N° (A. 3) Annexe A, qui représentent l'évolution du moyen mensuel inter annuelle des précipitations pour les différentes périodes ces résultats confirment bien qu'il existe deux périodes humides et sèches.

Cela, permet de conclure que l'année est divisée en deux saisons, douce et humide en hiver et chaude et sèche en été.

Aussi, d'après les résultats obtenus on remarque :

que le maxima thermique sont atteints en juillet et Août ( entre 25 et 30 ° C ) pour toutes les stations , alors que le minima thermique sont atteints en Décembre et janvier( inférieur à 10° C ). En effet dans les régions de l'Est citant par exemple la station de Annaba Figure N°III /07, montre que les températures enregistrées en hiver sont égales 10 °C et les précipitations tombées dépassent les 100 mm.

### III. 3 Etude de la sécheresse sur les régions du littoral et de l'intérieur

Pour montrer la relation entre la quantité de pluie tombée et l'indice de la mer, nous avons représentés dans le tableau ci- dessous la moyenne annuelle pour chaque région.

**Tableau N° III.5 : la moyenne annuelle des régions de Nord Algérien**

Régions	Centre	Est	Ouest
<b>Précipitation (mm) sur le littoral</b>	658,13	820,84	387,30
<b>Précipitation (mm) sur l'intérieur</b>	526,23	421,63	367,24

L'examen des résultats représentés dans le tableau ci-dessus, permet de classer le climat de chaque région en fonction de la quantité des précipitations tombées par rapport à la moyenne on a :

- La région Centre est caractérisée par un climat modérément humide
- La région Ouest est caractérisée par un climat semi-aride
- La région d'Est est caractérisée par deux types de climats :
  1. Stations qui se trouvent sur le littoral sont caractérisées par un climat modérément humide
  2. Stations qui se trouvent à l'intérieur sont caractérisées par un climat semi-aride

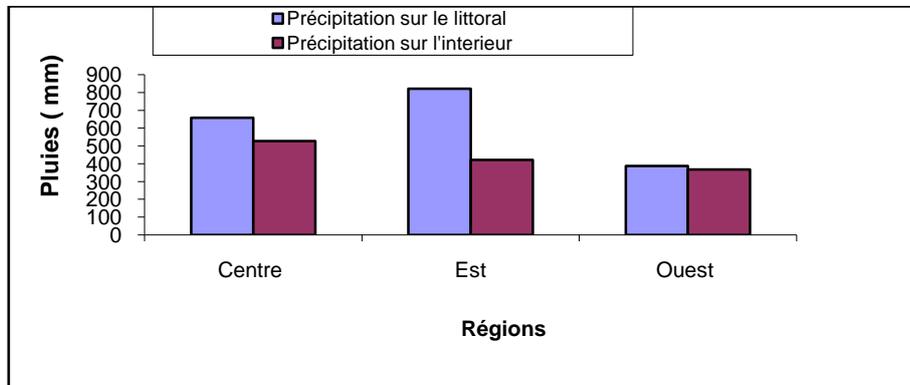


Figure N° III.10 : Moyenne des pluies  
Annuelles des trois régions.

L'analyse de cette figure, montre les faibles quantités de pluies enregistrées dans les régions de l'Ouest, les régions de l'Est et du Centre sont les plus favorisées.

Aussi, on remarque pour toutes les régions l'augmentation des précipitations est fortement influencé par le relief et l'indice de la mer.

## **Conclusion**

L'étude de pluie qui est un élément essentiel dans l'étude de la sécheresse les résultats obtenus montre que :

La variation temporelle des précipitations est presque importante pour toutes les régions étudiées, aussi la différence entre ces stations réside dans l'intensité et la sévérité de cette sécheresse.

La distribution de pluies est importante dans les régions du Centre et l'Est, par contre les régions de l'Ouest sont les régions les plus touchées par la sécheresse cela est du au caractéristiques topographiques, l'altitude et l'éloignement de la mer.

Nous avons remarqué ainsi que la période de 1966 – 2004 est une période sèche presque pour toutes les stations.

Les deux dernières décennies sont les périodes les moins humides.

L'évolution du coefficient de variation en fonction de temps a montré l'irrégularité de régime pluviométrique

Les résultats obtenus montrent que l'année est divisée en deux saisons

(Saison humide qui s'étale de mois de Janvier – Décembre et une période sèche

Enregistrés durant les mois de Septembre – Août

La région de Nord de l'Algérie est caractérisée par un effet régional

### III. 3 Caractérisation de la sécheresse

#### III. 3. 1 Détermination des années sèches

Les différentes définitions données à la sécheresse en climatologie, agronomie, hydrologie, économie sont basées sur le déficit pluviométrique. Malheureusement la définition de ce phénomène est loin d'être simple, pour cela les climatologues utilisent généralement des indices de normalité pour déterminer l'évolution pluviométrique .

L'objectif de ce chapitre est de déterminer la pluviosité propre à chaque année

Pour cela nous avons utilisé les quatre méthodes citées en bibliographie à savoir :

1. Méthode des indices de l'écart à la médiane ( Em )
2. Méthode des indices de pluviosité ( Ip )
3. Méthode des indices agricoles ( Ia = 300mm )
4. Méthode des indices de sévérité

#### III. 1 Méthode des Indices de l'écart à la médiane (Em)

Cette méthode permet le calcul de la différence entre la hauteur des précipitations annuelles  $P_i$  et la hauteur de la médiane inter annuelle des précipitations

$$E_i = P_i - P_m \quad ( 1 )$$

Nous avons représenté dans le tableau ci –dessous la pluviosité

<b>Ecart</b>	<b>Etat</b>
<b><math>E_i &gt; 0</math></b>	<b>Année Humide</b>
<b><math>E_i &lt; 0</math></b>	<b>Année sèche</b>

#### 1 - Analyse des résultats

Les résultats obtenus sont représentés dans les tableaux annexes B N° ( 9 et 10) qui montrent :

- a) A l'échelle régionale

Sur toute la période d'observations pour les régions du Nord Algérien, le nombre des années sèches :

- Région Centre il est égale à 35 dont les périodes de 1936 à 1949 et 1969 à 1993 sont les plus touchées.

- Région Est le nombre d'années sèches est égale à 34 dont la période de 1960 à 2001 est la plus touchée, celle-ci est entrecoupée d'une courte période humide,.

- Région Ouest le nombre d'années sèches est égale à 35 années

On remarque en outre, qu'il y'a autant d'années sèches que d'années humide sur toutes la période d'observations et ce quelque soit la région d'étude.

#### b) A l'échelle des stations :

L'examen des résultats montre que le nombre des années sèches est différent d'une station à une autre avec un maxima enregistré dans les stations de Blida et Mascara avec 34 années sèches, pour les autres stations ce dernier varie de 20 à Alger à 32 dans la station de Tiaret.

### III . 2 Méthodes des indices de pluviosité ( Ip )

Dans cette méthode, on distingue

- ❑ **Un seuil tolérable** : déficit atteint sans qu'il y ait une sécheresse
- ❑ **Un seuil de sécurité** : déficit atteint sans crainte de sécheresse
- ❑ **Un seuil d'alerte** : qui correspond au déficit minimum enregistré pendant une **année** sèche
- ❑ **Un seuil critique** : déficit à partir duquel une sécheresse est certaine
- ❑ **Un seuil maximum** : déficit maximum atteint durant la période étudiée

Pour cela on a calculé l'écart à la moyenne,

$$E_i = ((P_i - P_m) / p_m) * 100 \quad ( 2 )$$

Nous avons représenté dans le tableau ci-dessous la pluviosité qui est caractérisée par un indice pluviométrique I calculé pour deux seuils  $\alpha$

( $\alpha = 10 \%$ ,  $\alpha = 20\%$ ) tel que

Indice	Ecart	Etat
<b>I = 1+</b>	<b><math>E_i &gt; \alpha</math></b>	<b>Année humide</b>
<b>I = 0+</b>	<b><math>0 &lt; E_i &lt; \alpha</math></b>	<b>Année normale</b>
<b>I = 0-</b>	<b><math>-\alpha &lt; E_i &lt; 0</math></b>	<b>Année normale</b>
<b>I= 1-</b>	<b><math>E_i &lt; -\alpha</math></b>	<b>Année sèche</b>

### **III. 2. 1 Calcul des fréquences des années de sécheresse.**

Pour déterminer la probabilité d'apparition d'une année sèche dont le déficit enregistré dépasse les 20%, on calcule sa fréquence à partir de la relation suivante:

$$f = (\text{nombre d'année sèche} / \text{nombre d'année totale}) * 100 \quad (3)$$

### **III. 2. 2 Analyse des résultants**

Les résultats obtenus sont représentés dans le même annexe que précédemment et montrent que :

#### **a) A l'échelle régionale**

Sur toute la période d'observations pour les trois régions, et en adoptant deux seuils pour étudier la tendance de ce phénomène à 10% et 20%, il apparaît l'existence des périodes à tendance sèche et période à tendance humide, on remarque que le nombre d'années sèches enregistrée pour un seuil de 10% pour la région Est est égale à 17, pour la région Centre ce nombre est égale à 21 alors que pour la région Ouest il n'est que de 16. Pour un seuil égale à 20% le nombre des années sèches enregistrée pour la région de Centre est égale à 5, pour la région Ouest il est égale à 12 , pour la région de Est égale à 7

On remarque aussi que pour la région Est de 1960 à 2001 la tendance sèche est entrecoupée d'une courte période humide de 1972 à 1984.

Pour la région Centre que de 1960 à 2002 et de 1936 à 1956 la tendance sèche est entrecoupée d'une courte période humide 1938 , 1951 , 1952, 1953, 1984 , 1985 et de 1975 à 1992 .

Pour la région Ouest la période de 1981 à 2004 la tendance sèche est entrecoupée d'une courte période humide en 2003 et 2004

#### **b) A l'échelle station**

Les résultats d'années sèches enregistrés pour un seuil de 10% et 20% sont donnés dans le tableau suivant :

**Tableau N° III. 6 : Nombre des années sèches**

<b>Stations /Nombre</b>	<b>10%</b>	<b>20%</b>	<b>Fr (20%)</b>
Blida	25	20	29
Alger	27	22	32
Médéa	31	13	19
Boumerdes	24	20	29
Tipaza	24	19	28
Tizi-ouzou	28	13	19
Bejaia	19	11	16
Tébessa	30	20	29
Jijel	24	15	22
Sétif	26	15	22
Skikda	20	10	14
Annaba	24	14	20
Constantine	25	18	26
Télemcen	26	21	30
Tiaret	31	24	34
Saida	26	20	29
Sidi bel abbes	20	15	22
Moustaganem	28	21	30
Mascara	31	22	32
Oran	30	21	30

L'examen des résultats étudiés montre que sur toute la période d'observations pour les vingt stations, l'existence des périodes à tendance sèche et des périodes à tendance humide, on remarque ainsi que la fréquence maximal d'années sèche est égale à 34 et enregistré à Tiaret, le minimum est enregistré à Skikda avec une fréquence qui est égale à 14 .

Ce qui confirme que les tendances sèches sont importantes dans les stations qui se trouvent éloignées de la mer.

### III . 3 Méthodes des indices Agricoles ( Ia = 300 mm )

Cette méthode permet de calculer la différence entre la hauteur des précipitations  $P_i$  et la valeur de 300 mm qui représente la limite approximative de la culture sèche la moins exigeante en eau :

$$E_i = P_i - ( I_a = 300\text{mm} ) \quad ( 4 )$$

Ecart	Etat
$E_i > 300\text{mm}$	Année Humide
$E_i < 300\text{mm}$	Année sèche

#### 1- Analyse des résultats

##### a) A l'échelle régionale

L'indice  $I_p = 300$  utilisé comme indicateur de la sécheresse agricole, n'indique pas les mêmes résultats trouvés par la méthode des indices de pluviosité qui est utilisé comme indicateur de la sécheresse météorologique car d'après les résultats obtenus on a constaté que la sécheresse agricole est plus remarquée dans la région Ouest dont le nombre est égale à 10 soit une fréquence de 15 % , alors que les régions de l' Est non pas été touchées par ce type de sécheresse .

##### b) A l'échelle de la station

Les résultats représentées dans l'annexe B , montre que les stations qui enregistrent des quantités de pluies inférieures à  $I_p = 300$  mm sont les stations de Sétif avec un nombre égale à 14 années sèches et les stations de Saida, Tiaret, Mascara avec un nombre égale à 20 années sèches soit une fréquence de 29% .

### III. 4 Méthodes des indices de sévérité

En complément des résultats obtenus par les trois autres indices , qui déterminent les séquences sèches et leurs caractérisation , cette méthode permet de déterminer l'ampleur de la sécheresse en terme de sévérité

Cette méthode permet de calculer la différence entre la hauteur des précipitations moyenne  $P_m$  et le nombre d'écart – type sigma

Cet indice permet de déterminer 2 cas :

$$\text{Cas 1} : |E_i| = P_m - \text{sigma} \quad ( 5 )$$

Cas 2 :  $2E_i = P_m - 2 \text{ sigmas}$  ( 6 )

Ecart	Etat
$1E_i > p_i$	Sécheresse forte
$2E_i > p_i$	Sécheresse très sévère
$( 1E_i, 2E_i ) < p_i$	Année humide

Les résultats obtenus montrent que le nombre des années dont la sécheresse était forte et sévère est :

**a) A l'échelle région**

Le nombre des années dont la sécheresse était sévère dans les régions Centre et Ouest et est égale à 12 années soit une fréquence de 17%, la région Est le nombre est égale à 11 soit une fréquence de 15 %

**b) A l'échelle station**

L'examen des résultats montre que la sécheresse était sévère dans les stations de Blida durant la période de 1939 à 1944, station de Sidi bel abbés avec un nombre de 13 années, et les stations de Sétif, Constantine, Tiaret, Saida, Skikda avec un nombre des années sèches égale à 11 années

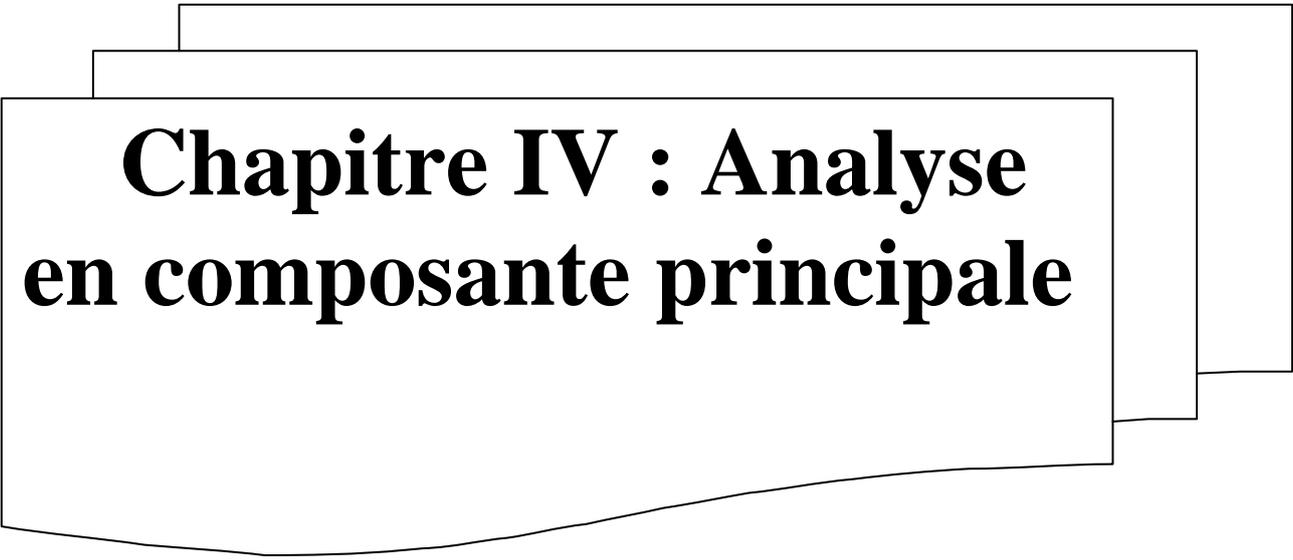
**Conclusion**

Dans les différentes régions étudiées, on remarque que

- la sécheresse a touchée presque toutes les stations, mais avec des intensités différentes.
- le déficit enregistré est important dans les stations qui se trouvent à

L'intérieur

- Les régions Ouest sont les régions les plus touchées par la sécheresse (météorologique et agricole)
- La sécheresse est importante durant les années hydrologiques 1936 à 1949 et de 1960 à 2001 pour la région du Centre, pour la région Est la période sèche est enregistrée durant la période 1960 à 2001.
- l'utilisation de la méthode des indices de normalité comme indicateur de la sécheresse météorologique et agricole montre un effet régional qui caractérise le climat du Nord algérien



# **Chapitre IV : Analyse en composante principale**

## Chapitre IV : ANALYSE EN COMPOSANTES PRINCIPALES

### IV. 1 Définition

Dans le domaine de l'hydrologie et devant la quantité importante d'information, l'étude des phénomènes hydrométéorologiques constitue une tâche très complexe. C'est ainsi que l'analyse en composantes principales (ACP), par sa capacité de concentrer le maximum d'information dans un nombre réduit de nouvelles variables, s'est imposée en tant que technique efficace d'analyse des données.

#### IV. 1.1 Notions d'individu et de caractère

On distingue généralement deux ensembles : les individus et les caractères relatifs à ces individus. Le terme (individu) peut désigner selon le cas, une année observation ou une autre unité de temps. L'ensemble des individus peut provenir d'un échantillonnage dans une population ou il peut s'agir de la population toute entière (cas rare surtout en hydrologie).

L'individu  $i$  est décrit par le vecteur appartenant à  $R$

$$X_i = (X_{ij} / j = 1 \text{ à } P) \quad (1)$$

Sur un individu, on relève un certain nombre de caractères (dits aussi variables) désignant en général un paramètre intervenant dans un phénomène complexe étudié (la répartition spatiale ou temporelle des précipitations dans un bassin versant). Le caractère (ou variable)  $j$  est décrit par le vecteur de  $R^N$

$$X_j = (X_{ij} / i \text{ à } N) \quad (2)$$

Si l'ensemble des individus doit être homogène, l'ensemble des variables peut être hétérogène.

#### IV. 1. 2 Définition algébrique

L'ACP considère  $P$  variables pour lesquelles on dispose de  $N$  individus, donc matrice

$[X]$  résultante du croisement  $N \times P$  est la matrice de données  $[X]$  tel que :

$$[X] = \begin{pmatrix} X_{11} & X_{12} & \dots & X_{1j} & \dots & X_{1p} \\ X_{21} & X_{22} & \dots & X_{2j} & \dots & X_{2p} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ X_{i1} & X_{i2} & \dots & X_{ij} & \dots & X_{ip} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ X_{N1} & X_{N2} & \dots & X_{Nj} & \dots & X_{Np} \end{pmatrix}$$

Le tableau [X] est remplacé par un tableau [Y] (individus X nouvelles variables) en réduisant le nombre de variable nécessaires pour décrire les individus, avec une perte minimale d'information, ces nouvelles variables sont appelées composantes principales (ou CP).

$$C_1 = a_{10} + a_{11}X_1 + \dots + a_{1N}X_N$$

$$C_2 = a_{20} + a_{21}X_1 + \dots + a_{2N}X_N$$

$$\dots$$

$$C_i = a_{i0} + a_{i1}X_1 + \dots + a_{iN}X_N$$

$$\dots$$

$$C_N = a_{N0} + a_{N1}X_1 + \dots + a_{NN}X_N$$

$C_j$  :  $j^{i\text{eme}}$  composante principale

$X_j$  : Vecteur variable initiale

$a_{jK}$  : Coefficient du système

On note au passage que le terme  $a_{j0}$  désigne le vecteur permettant la translation de l'origine de l'ancien repère vers le centre de gravité du nuage de points. Un centrage des données initiales annule les coefficients  $a_{ji0}$

#### IV.1.3 Définition géométrique

L'analyse en composantes principales est puissante par son support géométrique, la méthode consiste à rechercher un premier axe qui soit le plus proche possible de tous les points au sens des moindres carrés, tel que la somme des carrés des distances des N points à cet axe serait minimale ou encore la projection de ces derniers sur cet axe possède une dispersion minimale. Cet axe est appelé axe factoriel. Un second axe obtenu après projection des N points sur un hyperplan orthogonal au premier axe, tel que la dispersion des projections des N points sur celui – ci serait toujours minimal et le procédé se réitère P fois.

#### IV. 2 Formulation mathématique du problème

La recherche des composantes principales est faite sous deux contraintes :

- Elles doivent être indépendantes, c'est à dire, prise deux à deux, elles présentent obligatoirement des corrélations nulles
- Les axes factoriels doivent être déterminés par ordre d'importance décroissante, le premier axe expliquera le maximum de la variance totale tandis que le second expliquera le maximum de la variance résiduelle non expliquée par le premier,



Les données ainsi transformées se présentent sous forme d'une matrice dont toutes les variables sont de moyenne nulle et d'écart type unité.

#### IV. 4 Procède d'application de l'ACP

##### IV.4.1 Calcul de la matrice des covariances

La matrice des covariances, notée [R] est la base de l'ACP, elle est obtenue en appliquant la relation suivante :

$$[R] = (1/n) [X]^t [M] [X]$$

[R] : Matrice de covariance de dimension (P x P)

[X] : Matrice de données.

[X]<sup>t</sup> : Matrice transposée de [X].

[M] : Métrique.

##### VI.4.2 Recherche des axes principaux

Le but est de construire un nouveau système d'axes avec un minimum de variables assurant un maximum de variance.

###### 1. Recherche du premier axe

Tel que mentionné précédemment, la contribution maximale est donnée par le premier axe principal. On doit donc maximiser la variance relative à celui-ci, la recherche du premier axe principal consiste à résoudre le problème.

$$\text{Max Var } (C_i)$$

$$V_i^t [M] V_i = 1$$

On peut déterminer la variance de  $C_j$  à l'aide de la matrice des covariances [R] du vecteur :

$$X = (X_1, X_2, \dots, X_j, \dots, X_p)$$

$$\text{Var } (C_i) = V_i^t [M] [R] [M] V_i$$

En utilisant la méthode du multiplicateur de LAGRANGE on peut écrire :

$$L = V_i^t [M] [R] [M] V_i - \lambda (V_i^t [M] V_i - 1)$$

La dérivée par rapport à V est nécessairement nulle :

$$\partial L / \partial V_i = 2 [M] [R] [M] V_i - 2 \lambda_i [M] V_i = 0$$

Puisque la matrice [M] est inversible :

$$[R] [M] V_i = \lambda_i V_i$$

Donc  $V_i$  est le vecteur propre de la matrice  $[R] [M]$ . Il suffit de choisir comme vecteur  $V_i$  le vecteur propre associé à la plus grande valeur propre  $\lambda_i$  de la matrice  $[R] [M]$  pour maximiser la variance de  $C_i$

## 2. Recherche du second axe

On cherche à déterminer le vecteur unitaire  $V_2$  de telle façon que la composante  $C_2$  soit de variance maximale et non corrélée à  $C_1$ .

$$\text{Var} (C_2) = V_2^t [M] [R] [M] V_2$$

$$V_2^t [M] V_2 = 1$$

$$\text{COV} (C_1, C_2) = 0$$

L'expression de  $\text{COV} (C_1, C_2)$  est donnée par

$$\text{COV} (C_1, C_2) = V_1 [M] [R] [M] V_2$$

Comme la covariance ne tient pas compte de l'ordre on a :

$$\text{COV} (C_1, C_2) = \text{COV} (C_2, C_1) = V_2^t [M] [R] [M] V_1$$

Or on sait que  $V_i$  est un vecteur propre de  $[R] [M]$

associé à la valeur propre  $\lambda_i$  on en déduit que :

$$\text{COV} (C_1, C_2) = \lambda_i V_2^t V_1 = 0$$

Une covariance nulle entre  $C_1$  et  $C_2$  est équivalente à l'orthogonalité des vecteurs propre  $V_1$  et  $V_2$  :

$$\text{COV} (C_1, C_2) = 0 \quad \rightarrow \quad V_1^t V_2 = 0$$

En appliquant la même méthode pour la recherche du deuxième axe on aura

$$L = V_2^t [M] [R] [M] V_2 - \lambda_2 (V_2^t [M] V_2 - 1) - \mu (V_2^t [M] V_1)$$

$$\partial L / \partial V_2 = 2 [M] [R] [M] V_2 - \lambda_2 [M] V_2 - \mu V_1 = 0$$

En simplifiant par  $[M]$  on obtient :

$$2[R] [M] V_2 - \lambda_2 V_2 - \mu V_1 = 0$$

On multiplie à gauche par  $V_2^t [M]$

On obtient

$$2 V_2^t [M] [R] [M] V_2 - \lambda_2 V_2^t [M] V_2 - \mu V_2^t [M] V_1 = 0$$

$$V_2^t [M] V_2 = 1 \quad (\text{par hypothèse})$$

Donc :

$$V_2^t [M] [R] [M] V_2 = V_2^t [M] [R] [M] V_1 = \lambda_2 (V_2^t [M] V_1) = 0$$

Puisque le vecteur  $V_1$  est unitaire :

$$V_2^t [M] V_1 = 0$$

Le multiplicateur de Lagrange  $\mu$  est donc nul, et on est ramené au problème précédent. On peut donc énoncer la définition suivante : le second axe est défini par le vecteur  $V_2$ , vecteur propre unitaire de la matrice  $[R] [M]$  orthogonal à  $V_1$  et associé à la plus grande valeur propre  $\lambda_2$  inférieure ou égale à  $\lambda_1$

### 3. Recherche des autres axes

En répétant le procédé, on détermine donc les valeurs propres et les vecteurs propres de la matrice  $[R] [M]$  pour obtenir la  $i^{\text{ème}}$  composante principale  $C_i$

Le vecteur propre unitaire de la matrice  $[R] [M]$  définit le  $i^{\text{ème}}$  axe orthogonal à  $V_1, V_2, \dots, V_{i-1}$  et associé à la  $i^{\text{ème}}$  plus grande valeur propre  $\lambda_i$

On constate que la mise en équation de ces règles aboutit aux résultats suivants :

- On appelle  $i^{\text{ème}}$  vecteur principal : le vecteur propre unitaire  $V_i$  de la matrice  $[R] [M]$  associé, qui fournit les coefficients qui pondéreront les variables initiales pour le calcul des composantes principales .
- On appelle  $i^{\text{ème}}$  axe principal, le droit engendré par le  $i^{\text{ème}}$  vecteur principal.
- Chaque composante  $C_k$  est portée par le  $k^{\text{ème}}$  axe principal
  - la dispersion des projections des variables sur la composante  $C_k$  est mesurée par la valeur propre  $\lambda_k$
  - les valeurs sont rangées par ordre décroissant :  $\lambda_1 > \lambda_2 > \lambda_3 > \dots > \lambda_Q$
  - les CP sont rangées de 1 à Q dans l'ordre des valeurs propres.
  - la moyenne de chaque CP est nulle.

Si on veut normer les CP (imposer à chacune d'entre elles d'avoir un écart type unité) il suffit de diviser chacune d'elle par la variance expliquée  $(\lambda_k)^{1/2}$  correspondante

### 5. Calcul des composantes principales

On désigne par CP, la projection du nuage de points initiale sur le nouveau système d'axes fournit par les vecteurs propres.

Notons  $[C]$  la matrice des CP

$$[C] = [A]^t [X]$$

$[X]$  : Matrice des données initiales.

$[A]^t$  : Matrice transposée de la matrice composée par les vecteurs propres.

## **Conclusion**

L'analyse en composantes principales dans son aspect qualitative permet d'établir deux sortes de bilan :

- un bilan de liaisons entre les variables pouvant nous renseigner sur les variables qui sont liées positivement et celles qui s'opposent.

- un bilan de ressemblance entre individus permettant de savoir quelles sont les individus qui se ressemblent et ceux qui différent ? et s'il existe –t-il des groupes homogènes d'individus ?

Ce qui nous permettra de confirmer les résultats constatés dans le chapitre précédent concernant le caractère pluviométrique sur la Nord Algérien.

## IV. Résultats de l'A. C. P sur les totaux annuels pluviométriques

### IV. 1 Données annuelles

Les résultats obtenus par l'application de l'analyse en composante principale sur les données annuelles sont les suivants :

#### a) Matrice de corrélation

**Tableau N° IV.01 : matrice de corrélation 1936 - 2004**

R (%)	Blida	medea	Alg	Bou	tipaza	tizi	beja	Tbess	Jije	set	ski	ann	cons	tlem	tiar	said	sba	most	oran	maas
Blida	1																			
medea	0.46	1																		
Alger	0.01	0.01	1																	
boum	-0.10	0.22	-0.38	1																
tipaza	0.09	0.17	-0.003	-0.05	1															
tizi	0.35	0.07	0.25	-0.36	-0.06	1														
beja	0.07	0.12	0.15	-0.13	-0.06	0.13	1													
Tbess	0.26	0.31	0.18	-0.14	-0.06	0.3	0.24	1												
Jijel	-0.2	0.001	0.13	-0.27	0.14	0.06	0.4	0.06	1											
setif	0.06	0.25	0.08	-0.04	-0.17	0.02	0.52	0.16	0.29	1										
skik	-0.17	-0.04	-0.02	-0.12	0.2	-0.1	0.08	0.11	0.29	0.13	1									
anna	-0.21	0.09	0.15	-0.11	-0.07	0.011	0.60	0.21	0.32	0.51	0.18	1								
cons	0.13	0.32	0.26	-0.02	-0.06	0.06	0.44	0.4	0.05	0.47	-0.09	0.54	1							
tlem	0.03	0.001	0.02	-0.09	0.12	0.27	0.3	0.15	0.31	0.001	0.05	0.01	-0.15	1						
tiar	0.09	-0.05	0.28	-0.31	0.23	0.23	0.09	0.04	-0.13	-0.2	-0.01	-0.21	0.1	0.31	1					
said	0.02	0.17	0.18	0.09	0.09	0.11	0.03	0.06	-0.08	0.19	-0.18	0.26	0.21	0.01	0.04	1				
sba	0.13	0.15	0.35	-0.09	0.1	0.13	0.26	0.07	0.12	-0.12	-0.15	0.04	0.1	0.45	0.37	0.08	1			
most	0.05	-0.01	0.07	0.17	0.01	0.07	0.04	0.03	-0.05	-0.03	0.02	0.02	0.06	0.17	0.15	0.001	0.5	1		
oran	0.08	0.06	0.42	-0.11	0.03	0.02	0.33	0.03	0.06	0.2	-0.16	0.15	0.09	0.23	0.24	0.09	0.53	0.23	1	
maas	-0.02	-0.08	0.2	-0.2	0.18	0.09	0.26	0.08	0.34	0.001	-0.01	0.12	-0.10	0.61	0.37	0.13	0.52	0.19	0.45	1

b) Les vecteurs propres

Tableau N° IV.02 : les valeurs propre période 1936 – 2004

	C P1	C P2	C P3	C P4	C P5	C P6	C P7	C P8	C P9	C P1 0	C P1 1	C P1 2	C P1 3	C P1 4	C P1 5	C P1 6	C P1 7	C P1 8	C P1 9	CP 20
varia nc ( %)	18 .8 3	13 .5 8	10 .9 9	8. 31	7. 24	5. 89	5. 46	4. 57	4	3. 72	3. 03	2. 68	2. 26	2. 17	1. 67	1. 43	1. 35	1. 3	0. 93	0. 59
Cum ule (% )	18 .8 3	32 .4 1	43 .4 1	51 .7 1	58 .9 5	64 .8 5	70 .3 1	74 .8 8	78 .8 8	82 .6 6	85 .6 3	88 .3 3	90 .5 7	92 .7 3	94 .4 3	95 .8 3	97 .1 8	98. 48	99 .4 1	10 0

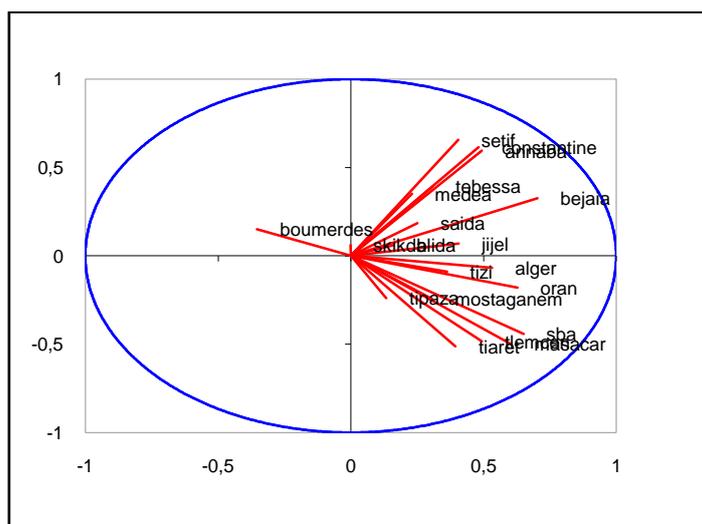


Figure N° IV. 01 : cercle de corrélation période 1936 – 2004

D'après les résultats obtenus on remarque que le coefficient de corrélation n'est pas significatif, même entre les stations appartenant à la même région, les seuls coefficient de corrélation significatifs enregistrée entre Bejaia – Sétif le coefficient de corrélation  $r = 0.52$ , Constantine - Annaba le  $r = 0.54$ , Oran – Sidi bel abbes  $r = 0.53$ , Annaba – Bejaia  $r = 0.60$ ,

Cela montre la relation qui existe entre la quantité de pluie tombée et les caractéristiques topographique, la distance à la mer, altitude,

Nous avons représenté dans le Tableau N°02, les variances expliquées pour chaque CP, ce qui nous a permis de constater que les vecteurs sont déterminés dans l'ordre des valeurs propres décroissantes, ainsi que la somme obtenue est égale au nombre des variables, dont La deuxième CP donnent plus de 20% de la variance totale pour expliquer le phénomène

#### **IV. 1. 2 Interprétation de graphique**

L'analyse de graphique N°V. 1, qui représente le cercle de corrélation de la période (1936 - 2004) basée sur des données annuelles montre que les stations qui se retrouvent dans la même région elles sont bien corrélées, ainsi les stations des régions de l'Est et Centre sont corrélées positivement avec le premier et deuxième axe et les stations de l'ouest se trouvent corrèles négativement avec le troisième axes ce qui montre l'existence d'un effet régional

#### **Conclusion**

Les résultats obtenus montrent l'existence d'un effet régional qui permet de distinguer entre les régimes pluviométriques des différentes régions du nord Algérien qui est déterminée par le changement climatique d'une station à l'autre

#### **3- Résultats et analyses de l'A. C. P sur les totaux mensuels**

Pour avoir des résultats plus approfondis nous avons appliqué l'analyse en Composante principale sur des données mensuelles, afin de visualiser les variations climatiques d'un mois à l'autre et essayons de définir une nouvelle répartition des pluies mensuelles

##### **1. Interprétation des graphiques**

L'analyse des cercles de corrélation pour chaque décennie montre l'existence de deux saisons

**Saison humide** : qui regroupe les mois janvier, février, mars, avril, novembre, décembre

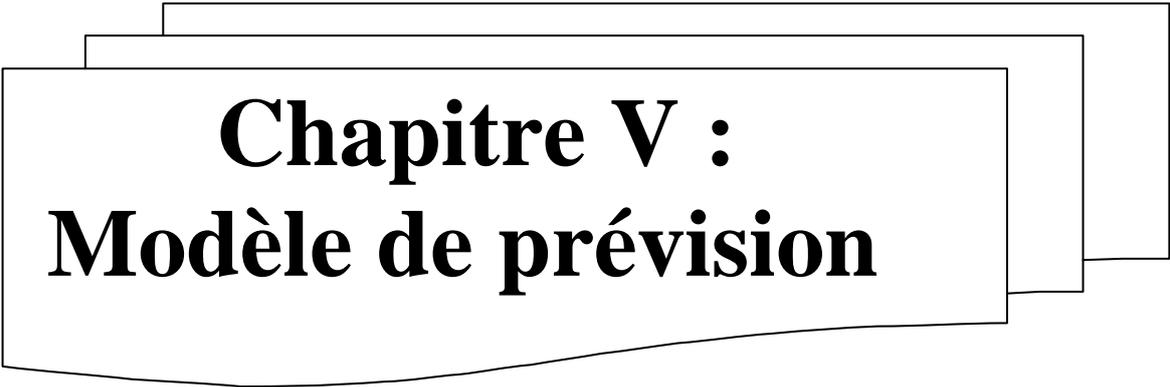
**Saison sèche** : regroupe les mois suivant mai, juin, juillet, août

Durant les mois humides on remarque que toutes les stations sont bien corrélées, sauf pour le cas de la station de Boumerdes durant le mois de novembre et la station de Tiaret qui sont les plus touchées par la sécheresse car leurs écart types s'approche de zéro

Par ailleurs, on remarque pendant les mois de juin et juillet, Août, Mai que les stations sont dispersées ce qui signifie le changement climatique, cette dispersion débute à partir de mois de Mai, cela est expliquée par la chute des quantités de pluies dans les différentes stations Aussi, on remarque que les stations suivantes :  
Tipaza, Médéa , Boumerdes, Jijel , Tiaret leurs écarts-types est nul durant les mois de juillet , ce qui montre qu'elles sont sèches

### **Conclusion**

L'analyse en composante principale illustre la distribution du régime pluviométrique par le graphisme elle montre  
Que les régions de centre et de l'Est sont bien corrélées à l'exception de quelques stations qui sont éloignées cela est expliqué par la variabilité irrégulière de la répartition des pluies  
Le changement de la situation climatique est important est ressenti durant les saisons d'automne et d'hiver que les saisons de printemps et d'été  
La diminution des pluies est remarquée durant les mois de juin, juillet et août



**Chapitre V :**  
**Modèle de prévision**

## V.1 INTRODUCTION

La prévision est une estimation préalable de l'état futur d'une grandeur bien déterminé à différentes échéances. Les déficits et les excédents de précipitations (sécheresse ou inondations respectivement), les fortes pluies d'orage dans les régions très urbanisée ont, sur les activités humaines, des conséquences souvent dommageables. Les organismes qui ont en charge la sécurité civile, l'assainissement pluvial, l'annonce des crues, la protection des végétaux, la sécurité routière, attendent des services de la météorologie des informations qui leur permettent de mettre en œuvre, en temps opportun, les moyens de prévention et d'intervention dont ils ont la maîtrise.

Pour avoir une bonne gestion des ressources en eau la prévision des précipitations demeure indispensable et ne serait efficace en dehors d'une vision globale des différents facteurs constituant le régime hydrologique, à savoir, les indicateurs de l'atmosphère (température, vent, humidité), l'état du couvert végétal et le degré de saturation des sols. Plusieurs tentatives de mise au point d'une méthode fiable pour une prévision à long terme ( $\geq 1$  mois) n'ont pas abouti jusqu'à présent, la difficulté peut être liée :

- Au caractère aléatoire du phénomène.
- A la longueur des séries étudiées.

La question qui persiste et qui mérite beaucoup d'attention est relative à la connaissance de l'évènement (sécheresse ou manque d'eau) à des échéances allant d'un mois, une saison voir plus à l'avance, cette question d'importance capitale commence à connaître un début de réponse avec les récents progrès enregistrés par le projet de la prévision mensuelle et saisonnière des précipitations sur le bassin méditerranéen (Kadi, 1995). Le modèle de prévision étudié est basé sur l'analyse en composante principale appliquée dans un contexte prévisionnel sur des variables normées. Dans notre étude nous avons travaillées avec des mesures mensuelles historiques de la station d'Oran entre 1936-2004.

## V.2 Modèle de prévision

Pour faire une bonne prévision sur l'évolution future d'une variable :

- Il faut un bon modèle
- Il faut nourrir ce modèle avec des informations de qualité

A supposer que le modèle soit de la forme :

$$Y_t = \alpha + \beta X_t + \varepsilon_t \quad (1)$$

Et que les coefficients  $\alpha$  et  $\beta$  soient déjà connus, la qualité de la prévision sur  $Y$  est tributaire de la qualité des prévisions sur  $X$ . L'idéal, serait de pouvoir construire à la date  $t$ , une prévision sur  $Y_{t+k}$  qui serait fondée sur l'histoire de cette seule variable

Nous pouvons parfois lire l'état de la variable  $Y$  à la date  $t$  comme étant le reflet :

- De ses valeurs antérieures
- Des perturbations passées et présentes

Ce qui nous intéresse, c'est de savoir s'il est possible de tirer dans l'histoire des valeurs passées de  $Y$ , et dans celle des perturbations qui ont affectées cette variable des informations utiles pour prévoir les valeurs ultérieures de cette dernière

À supposer qu'on se soit fixé pour objectif la prévision des valeurs futures de  $Y$ , l'idée principale pour la construction d'un modèle est la suivante : la valeur de  $Y$  à la date  $t$  est la résultante des valeurs prises antérieurement par les variables :  $X_1, X_2, \dots, X_k$ , mais

- L'identification exhaustive de ces variables est souvent difficile
- En admettant qu'on puisse définir ces variables, l'appréciation de l'influence spécifique de chacune d'elles sur les  $Y_t$  est très délicate
- Enfin, nous pouvons admettre que la chronique des valeurs passées de  $Y$  contient elle-même toute l'information nécessaire pour une prédiction efficace de  $Y$ , en d'autres termes, les influences des valeurs passées de  $X_1, \dots, X_k$  sur  $Y_t$  se trouvent en quelque sorte résumées dans la chronique des valeurs passées de  $Y$

L'approche préconisée dans cette partie, pour la prévisibilité de la variable  $Y$ , ne tiendra donc compte que des variables étudiées à savoir la pluviométrie. Le modèle de prévision élaboré est basé sur l'analyse en composantes principales appliquée dans un contexte prévisionnel sur des variables brutes et normées, aléatoires et cycliques, et sur chaînes de Markov

$$X = \sum_{i=1}^Q \beta_{ji} C_i + \varepsilon_j \quad (2)$$

Celle de modèle normé est donnée par :

$$X = \beta_{j0} + \sum_{i=1}^Q \beta_{ji} C_i + E_j \quad (3)$$

$\beta_{j0} = X_j$  (la moyenne de la variable d'ordre  $j$ )

$$E_j = \sigma_{xj} \varepsilon_j$$

En se basant sur la structure de ces deux modèles de prévision, nous déterminons :

- Les éléments de matrice  $[\beta]$  : les vecteur de la matrice ont pour composante les coefficients de régression entre variable et les CP
- Les éléments de la matrice CP :  $[C]$
- Les éléments de la matrice des résidus  $[E]$

Dans le cas d'une ACP normée, celles-ci est constitué, en outre, d'un premier vecteur  $\beta_0$ , dont les éléments sont les moyennes mensuelles inter annuelles de la série historique .

### **V-2-1 Calage du modèle :**

Cette étape dénommé « calage » ou « calibration » est une phase purement quantitative qui se résume en terme mathématique à « minimiser » l'écart entre les valeurs calculées du modèle et celle observées du phénomène étudié

### **V-2-2 Test de modèle**

Cette étape consiste à tester la capacité du modèle, c'est à dire, à vérifier l'aptitude du model calé à prévoir la réalité, et à évaluer les performances finales du modèle

Bien que très fréquemment négligé, le test est le seul moyen objectif permettant de préciser l'ordre de grandeur des erreurs à attendre lors de l'exploitation du modèle

### **V-2-3 Exploitation de modèle**

Cette étape ne pose théoriquement aucun problème des lors que le calage et le test ont été bien conduits.

## **V-3 Critère de validation**

Pour juger la qualité d'une prévision, nous faisons appel à des fonctions critères qui permettent d'apprécier quantitativement et qualitativement les résultats mensuels, estimant globalement l'écart entre les sorties calculées ( Pluies mensuelles prévues ) et les variables historiques ( Beldring ,2002 ), il existe deux types de critères :

- Les critères graphiques : l'analyse graphique est indispensable et primordiale, cela est obtenu en portant sur un graphique les valeurs observées et celle calculées sur une période test

➤ Les critères numériques (Rognon, 1996, Motovilov et al, 1999)

### 1- le critère de Nash (NS)

Est défini par :

$$NS = [1 - \frac{\sum_{i=1}^n (Q_i - \overline{Q_i})^2}{\sum_{i=1}^n (Q_i - \overline{Q_i})^2}] * 1000 \quad (4)$$

$Q_i$  : Valeurs des données observées

$\hat{Q}_i$  : Valeurs prévues par le modèle

$\overline{Q_i}$  : Moyenne des données observées

Ce critère à beaucoup séduit les hydrologues, il à été utilisé au début pour juger un modèle fonctionnant par épisodes (Nash et al, 1970 ; O'Connell et al, 1970). Il exprime le pourcentage de la variance de la série mesurée expliqué par le modèle, ou en d'autre termes, il explique ce que l'on gagne par rapport à un modèle médiocre qui donnerait comme valeurs calculées la moyenne des valeurs observées ( Nascimento, 1995 )

Le critère de Nash peut prendre des valeur de  $-\infty$  à 100 %. Dans le cas générale une bonne ou une mauvaise valeur du critère de Nash sont définies comme suit( Rakem, 1999 )

**Tableau V.1: Qualité du critère de Nash**

Valeurs de Nash (%)	Qualité
Nash < 70	Très insuffisant
$70 \leq \text{Nash} < 80$	Insuffisant
$80 \leq \text{Nash} < 85$	mediocre
$85 \leq \text{Nash} < 90$	correct
$90 \leq \text{Nash} < 95$	Bon
Nash $\geq 95$	Très

### 2- Moyenne biaisée

C'est la différence entre la moyenne des valeurs observées et prévues.

Celles –ci est donnée par la relation suivante ( Legates et al , 1999 ) :

$$\{B\} = x_{m_{\text{prév}}} - x_{m_{\text{obs}}} \quad (5)$$

$x_{m_{\text{prév}}}$  : Moyenne des valeurs prévues durant la période test

$x_{m_{\text{obs}}}$  : Moyenne des données observées durant cette période

Lorsque  $\{B\}$  tend vers zéro, les moyennes coïncident

### 3- Indice de coefficient de variation

La validation de modèle peut être complétée en comparant les coefficients de variation des valeurs observées et celle calculées

$$I = C_{vc} / C_{vo} \quad (6)$$

$C_{vc}$  : Coefficient de variation des valeurs calculées pendant la période de test  $C_{vo}$

Coefficient de variation des données observait pendant la période de test

Si l'indice  $I$  est proche de l'unité, la prévision est parfaite

## V. 4 Prévision des différentes variables climatologiques

Afin de confirmer la fiabilité des résultats obtenus, nous avons utilisés un model de prévision afin d'étudier le phénomène pluie qui est une variable aléatoire par simulation.

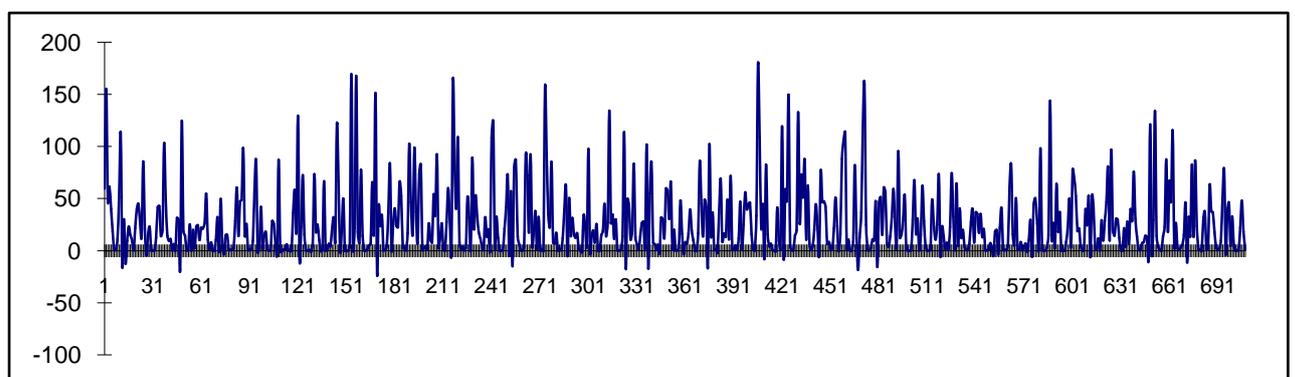
### 1. Prévision de la pluviométrie

#### a) Estimation des résidus

Le résidu  $\varepsilon_j$  est défini comme étant la perte d'information dues au CP négligées, il donné par différence entre la variable observée et celle prévue.

$$\varepsilon_j = x_j - (B_{ji} * c_j) \quad (7)$$

La figure V.1, illustre l'évolution résiduelle en fonction de temps, montre le caractère aléatoire des  $\varepsilon_j$



**Figure V.1** : Evolution des résidus des pluies mensuelles de la station d'Oran

Pour l'estimation de ce paramètre, on s'est basé sur l'application de modèle Markovien multi classes d'ordre 1.

Les bornes sont choisies de telle manière à avoir une bonne répartition des valeurs observées dans toutes les classes, pour cela, nous proposons

- Un nombre de classe égale à 4
- Les bornes de classes suivantes

**Classe 0**    **Classe 1**    **Classe 2**    **Classe 3**  
 $] -\infty \quad 50 [ \quad ] 50 \quad 100 [ \quad ] 100 \quad 200 [ \quad ] 200 \quad \infty [$

Pour prévoir l'année 1995, le modèle Markovien multi classe appliqué sur les résidus de 59 ans donne la matrice de passage suivant

**Tableau V.2 :** Matrice de corrélation des résidus

		Classe du mois prévu			
		0	1	2	3
Classe de mois précédent	0	0.557	0.185	0.09	0.168
	1	0.473	0.101	0.124	0.302
	2	0.471	0.235	0.059	0.235
	3	0.422	0.221	0.104	0.253

Les résultats obtenus montre que la probabilité inconditionnelle d'obtenir trois jours sec est de 56 %, la probabilité d'obtenir trois jours humides ne dépasse pas les 25 %, ces résultats confirme les résultats obtenus dans les chapitres précédant , que la station d'Oran à été touchée par sécheresse

Aussi, Cette matrice sera représentée par des probabilités conditionnelles cumulées, par exemple, si la classe 0 est la classe initiale, les probabilités s'écrivent comme suit :

**0.000 ↔ 0.577 ↔ 0.742 ↔ 0.832 ↔ 1.000**  
**Classe 0    classe 1    classe 2    classe 3**

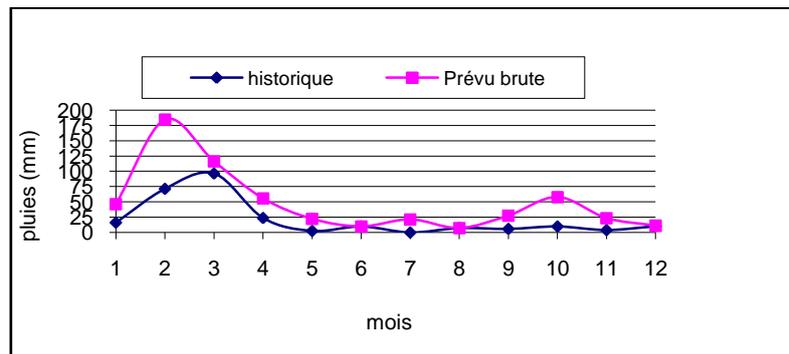
En effectuant un tirage d'un nombre aléatoire (compris entre 0 et 1), le résultat obtenu, qui est une probabilité, sera comparé aux seuils des fréquences cumulées et indiquera la classe de

prévu, en tenant compte de la classe précédente, nous lui attribuerons ensuite la valeur correspondante de la série historique des résidus

Une fois les paramètres du modèle déterminée, le calcul de la valeur de la pluie mensuelle prévue se fait comme suit :  $X_j = \sum_{i=1}^m \beta_{ji}C_i + \varepsilon_j$

Pour la prévision du 2eme mois, la même démarche est appliquée en effectuant un tirage aléatoire, mais le résidu dans ce cas la représenté par le 1ere tirage

Les mêmes options se répètent pour prévoir toute les années (en gardant le même nombre de classe et les mêmes seuils



**Figure N° V.2 : Prévion de l'année 1995 de la Station d'Oran.**

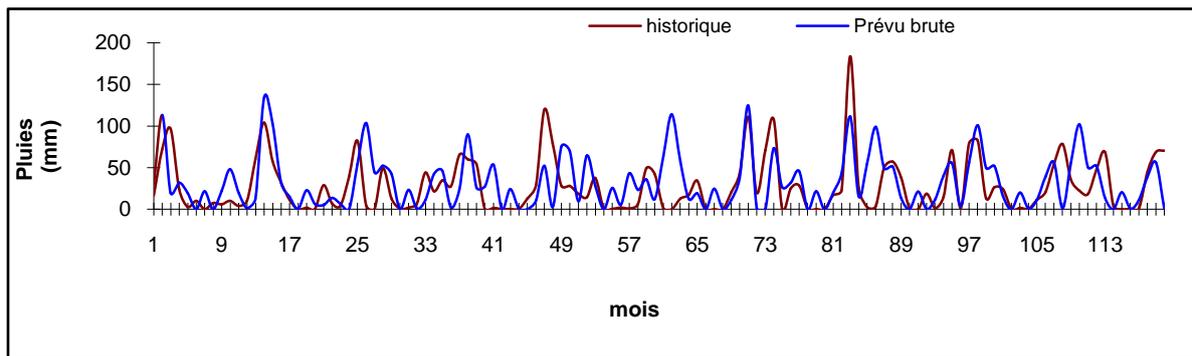
Les séries mensuelles observées et prévues des pluies pour les autres années sont représentées dans l'annexe

Les résultats des critères numériques obtenus par application des testes de validation sur chaque années sont résumés dans le tableau N°

**Tableau V.3 : Résultats des tests de validation.**

Années	Variables observées			Variables prévues					
	xm	sx	Cv	xm	sx	Cv	C NASH (%)	{ B }	I
<b>1995</b>	21.52	30.4	0.71	27.18	30.52	1.12	78.67	5.66	0.63
<b>1996</b>	28.84	32.16	0.9	29.22	43.27	1.48	86.19	0.38	0.61
<b>1997</b>	23.77	25.09	0.95	35.04	29.96	0.85	41.55	11.27	1.11
<b>1998</b>	18.87	17.73	1.05	32.67	25.70	0.79	39.59	13.80	1.35
<b>1999</b>	35.06	39.85	0.86	25.81	27.46	1.06	79.11	9.25	0.83
<b>2000</b>	21.62	31.57	0.68	38.72	42.97	1.11	63.06	17.09	0.62
<b>2001</b>	40.17	55.51	0.72	32.41	32.89	1.01	92.02	7.76	0.71
<b>2002</b>	21.6	25.66	0.84	33.33	30.02	0.9	50.89	11.73	0.93
<b>2003</b>	32.58	32.09	1.02	33.48	30.75	0.92	78.83	0.89	1.11
<b>2004</b>	31.66	27.99	1.13	33.46	31.21	0.93	52.36	1.8	1.21

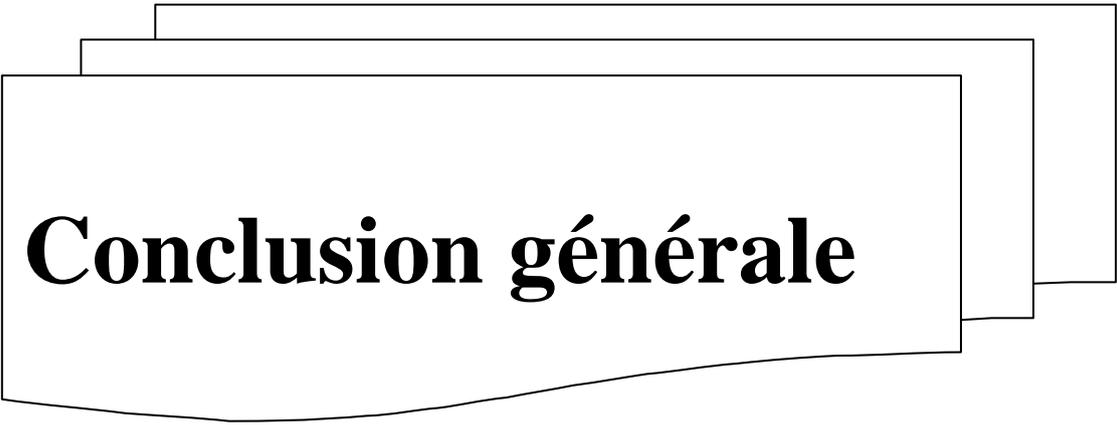
Les valeurs du critère Nash obtenues ne sont pas satisfaisantes et les moyennes des mois prévus ne coïncident globalement pas avec les moyennes de la série observée, ceci s'explique par l'écart parfois trop important entre les valeurs observées et celles calculées. La figure N°V.3 qui représente l'évolution des valeurs prévues et observées pour toute la période de test montre un écart significatif en général entre les deux courbes. En outre, nous remarquons que l'écart entre les valeurs observées et celle calculées sur mois ne dépasse pas ( 20mm ) soit en moyenne 52% des mois prévus



**Figure N° V.3 : Prédiction des pluies mensuelles de la station d'Oran.**

### **Conclusion**

Un modèle de prévision des pluies mensuelles a été élaboré, celui ci est basé sur la combinaison de l'analyse en composantes principales et les chaînes de Markov. Les résultats obtenus sont satisfaisants du fait que la tendance du phénomène étudié est bien reproduite.



# **Conclusion générale**

## CONCLUSION GENERALE

L'ensemble des résultats obtenus dans le cadre de cette étude fournit des éléments de réponse aux objectifs initiaux.

Cependant, les principaux paramètres étudiés nous ont permis de faire les constatations suivantes :

- l'analyse statistique des données a montré que la pluviométrie sur le nord algérien, n'est pas uniforme et elle diffère d'une station à l'autre
- la quantité de pluie tombée décroît au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la mer, c'est à dire que les stations qui se trouvent sur le littoral sont plus pluvieuses que celles qui se trouvent à l'intérieur
- la moyenne des précipitations annuelles sur la zone d'étude est de l'ordre 550mm, le minimum pluviométrique est enregistré dans la région de l'ouest, il est de l'ordre 297.2mm, alors que le maximum est enregistré dans les régions de l'est et le centre, où il dépasse les 1000mm, ce qui montre que la région d'étude est caractérisée par un gradient est-centre plus marqué et un gradient ouest plus faible, cette différence montre un effet régional qui définit le caractère pluviométrique de nord algérien
- l'étude de ce phénomène en utilisant les méthodes des indices de sécheresse ont montré que la sécheresse a touché toutes les stations mais avec des intensités différentes (méthode des indices de sévérité), dont il était plus long comme le montre les résultats obtenus par les diagrammes ombothermiques dans la région de l'ouest
- les résultats obtenus par l'analyse en composante principale montrent que les régions de centre et l'est sont bien corrélés par rapport à la région de l'ouest
- les variations des précipitations sont temporelles et non cycliques
- la sécheresse est saisonnière plus qu'annuelle où la diminution de la quantité de pluie tombée pendant la saison d'automne que l'hiver et cela pour toutes les régions d'études. Par la suite, elle devient annuelle ce qui nous a permis de diviser l'année en deux saisons une saison douce et humide en hiver et chaude et sèche en été
- la quantité des pluies tombées est plus importante :
  - **A l'échelle station**
    - 4<sup>ème</sup> décennie pour les stations de Jijel, Tizi-ouzou, Skikda, Bejaia
    - 2<sup>ème</sup> décennie pour les stations Sidi bel abbés, Oran, Mascara, Constantine
    - 7<sup>ème</sup> décennie pour les stations de Sétif et Saida

### **- A l'échelle région**

La période humide est importante dans les 4 premières décennies

### **- A l'échelle temporelle**

Deux périodes se font distinguer, la période sèche qui s'étale de 1960- 2001 pour la région de l'est et de 1960- 2002 pour les régions de centre et de 1981-2004 pour la région de l'ouest

- les résultats obtenus nous ont permis de classer le climat du nord algérien en fonction de la quantité de pluie tombée :

1- Climat modérément humide

2- Climat semi-aride

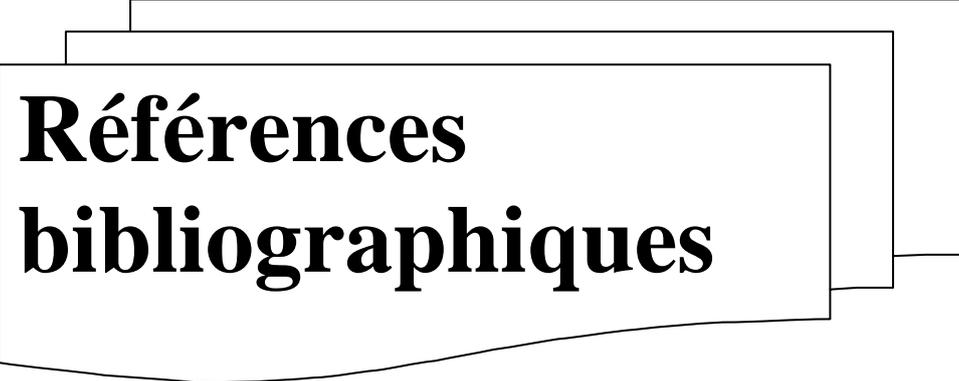
En se basant sur la structure du modèle de l'analyse en composante principale nous avons élaboré un modèle de prévision des pluies au pas de temps mensuel celui-ci est basé sur la combinaison de l'analyse en composante principale et des chaînes de markov.

Dans ce chapitre nous avons effectués des tirages de nombre aléatoire pour l'estimation des résidus .D'après les tests de validation, les résultats obtenus sont satisfaisants

A la fin, nous avons conclu qu'il y a autant d'année sèches sur toutes les périodes d'étude et ce, quelque soit la région d'étude

Aussi, on peut dire que l'utilisation de l'analyse en composante principale qui est une technique simple dans la prévision d'une variable aléatoire, a donné lieu à des résultats satisfaisants qui peuvent être améliorés en affinant l'estimation des paramètres

Notons au passage, qu'il demeure absolument nécessaire à l'heure actuel de planifier l'utilisation de l'eau dans les différents secteurs



**Références  
bibliographiques**

## Recherche Bibliographique

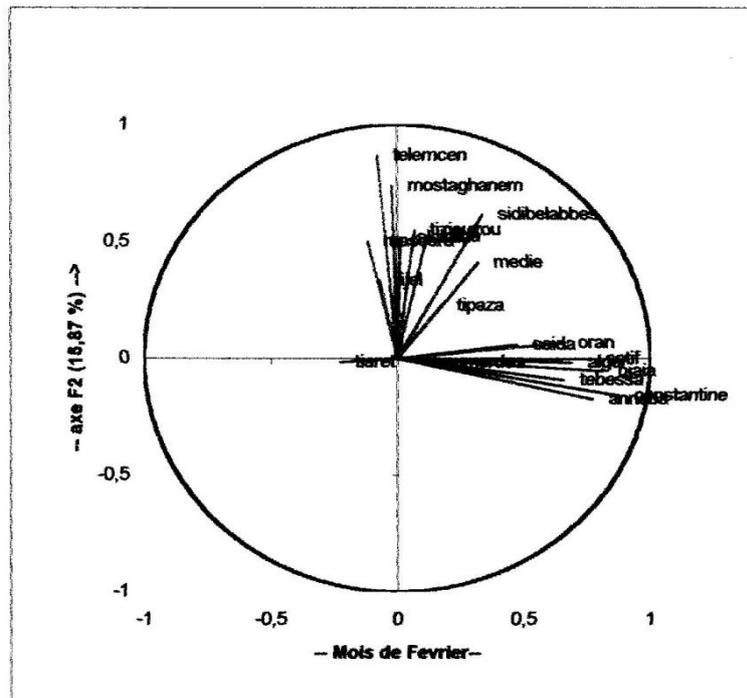
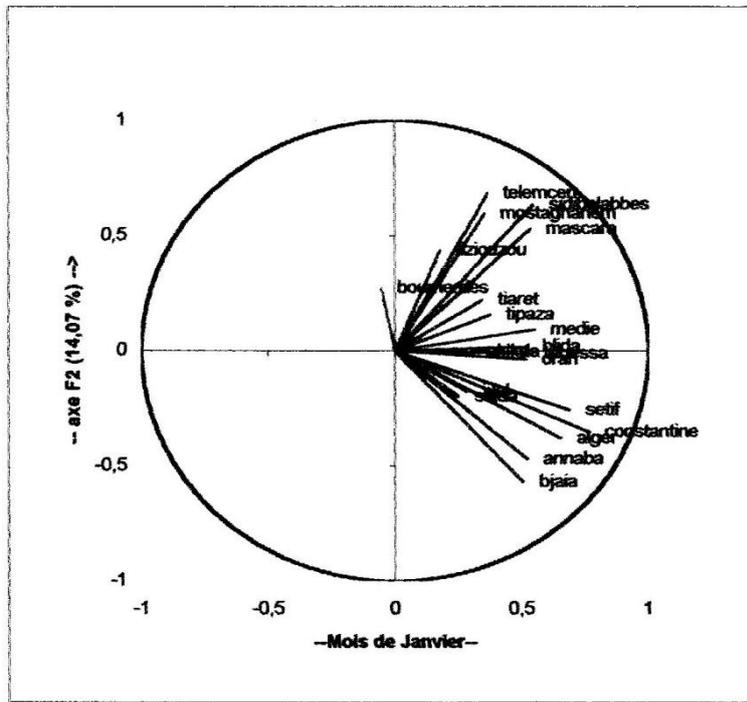
- **AIT MOUHOUB, Dj, 1998.** Contribution à l'étude de la sécheresse sur le littoral Algérien par le biais de traitement des données pluviométriques et la simulation. Thèse de Magister, ENP, EL Harrach
- **BENKACI Ali (2000).** Contribution à la modélisation de la relation PLUIE - DEBIT au pas de temps mensuel et journalier par les modèles conceptuels et les réseaux de neurones, Thèse de » magister (INA)
- **BELLATRACHE.M, 1987.** Recensement hivernal des oiseaux d'eau dans le marais de Reghaia. Institut National Agronomique (INA)
- **BELGAID. K et TEBBAL. N (2000),** étude et prévision du régime pluviométrique sur le littoral Algérien
- Bulletins mensuels d'information climatologique et agrométéorologique, office nationale de la météorologie ( ONM )
- Compagnie générale des eaux et de l'IAURIF : l'eau et l'objectivité locale. Edition du Moniteur , Paris . 1991
- **CHOUGAHAL Nacira (2002),** Modélisation agrométéorologique du bilan hydrique par simulation de la pluviométrie et de l'évapotranspiration potentielle de la région d'Alger
- **DECHEMI, N, HAMRICHE, A. (1994)** .Simulation des débits moyens mensuels en zone semi-aride par l'analyse en composante principales (ACP). Hydrologie continental, vol.9, N°1, pp 17. 24
- **DECHEMI, N. (1997)** Modélisation of water balance by the simulation of potential évapotranspiration and rainfall for the region of Annaba. Arab Golf journal of scientifique research, 18 (1) , pp 63-89
- **DECHEMI, N, AIT MOUHOUB, Dj, SOUAG, D, 2000.** Contribution à l'analyse du régime pluviométrique sur le littoral Algérien. Sécheresse

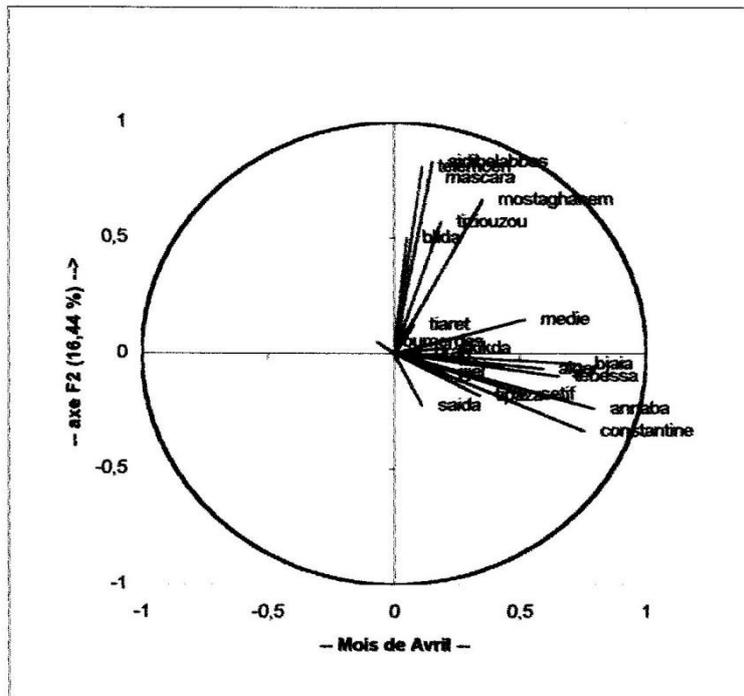
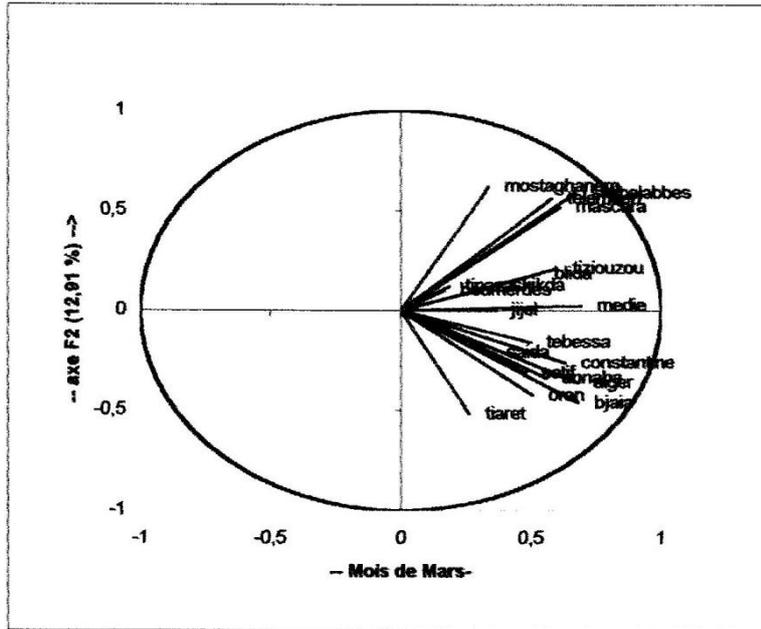
- **DELAGARDE, j. (1983)** .Initiation à l'analyse des données. DUNOD
  
- **DRIOUCHE, F , EL HAMLY , M , EL KHATARI , S , MOKSSIT , A , SEBBARI , R , ( 1999 )** . Le programme scientifique de recherche sur la prévision saisonnière des précipitations au MAROC. Direction de la météorologie Nationale (DMN), note synthétique .MAROC
  
- **DE MARSILY, G, (1994)**. Quelques réflexions sur l'utilisation des modèles en hydrologie. Revue des sciences de l'eau, 7(1) , pp . 219-234
  
- **DERRAISSAC M. (1992)**. Mécanisme d'adaptation à la sécheresse et maintien de la productivité des plantes cultivées. Agro. Tropical
  
- **HAMLAOUI- MOUALI, L. (1995)**. Etude des précipitations maximales journalière dans la région du centre Algérien. Thèse de magister ENP Alger
  
- **HOUEROU. N 1989**, impact d'un déficit hydrique sur feuillaison
  
- **ISSOLAH, A, 1984**, contribution à l'étude de l'évapotranspiration et des besoins en eau du Mais grains, Thèse de Magister, INA, El-Harrach
  - **J.P LABORDE**. Eléments d'hydrologie de surface. Université de NICE – SOPHIA 1995
  
  - **KADI, M. (1992)**. Quelque aspect de la sécheresse en Afrique du Nord et dans le bassin Méditerranéen. Les climats subtropicaux et leur évolution, de l'observation spatiale à la modélisation. Ecole d'été, CNES, CEPAUDUES édition, Toulouse

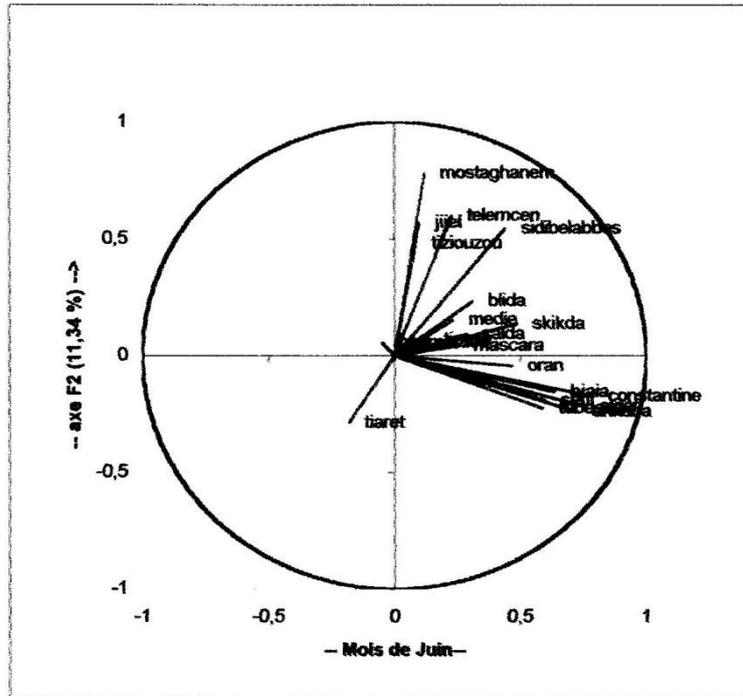
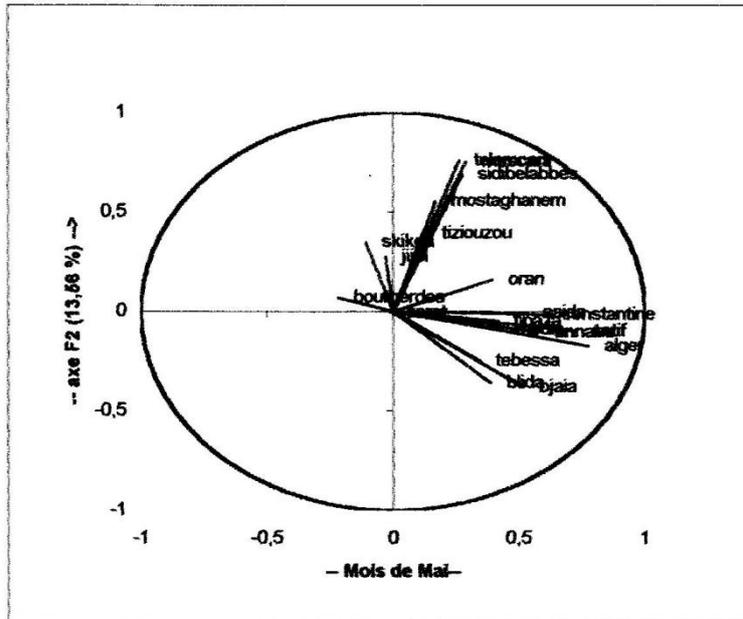
- **LEVITT J. (1972).** Réponse of plants to environmental stresses. Academic press New York and London
- **LIAMAS, j (1985).** Hydrologie générale : principe et application, Gaetan Morin, Québec
- **MEDINGER.G, (1956),** Hauteurs de pluies en Algérie
- **M. JEAN. A. GALAND.** Gestion des périmètres d'irrigation en temps réel en face d'une sécheresse. La houille Blanche. N° 7/8 1989
  - **MOUHOUCHE B. et ISSOLAH A. (1996) :** Besoins en eau des cultures et avertissement à l'irrigation . INSID
- **NADIR BENHAMICHE (1996).** Modélisation de la relation pluie – relief en vue de cartographie par Krigeage cas de Bassin versant de la Soummam, Thèse de Magister
- **ROCHE. M. (1963).** Hydrologie de surface
- **SELTZER .P . (1946),** Le climat de l'Algérie
- **ZAIR M. (1991).** Contribution à l'étude du déficit hydrique sur le développement du Blé en zone semi-aride. Céréaliculture 24

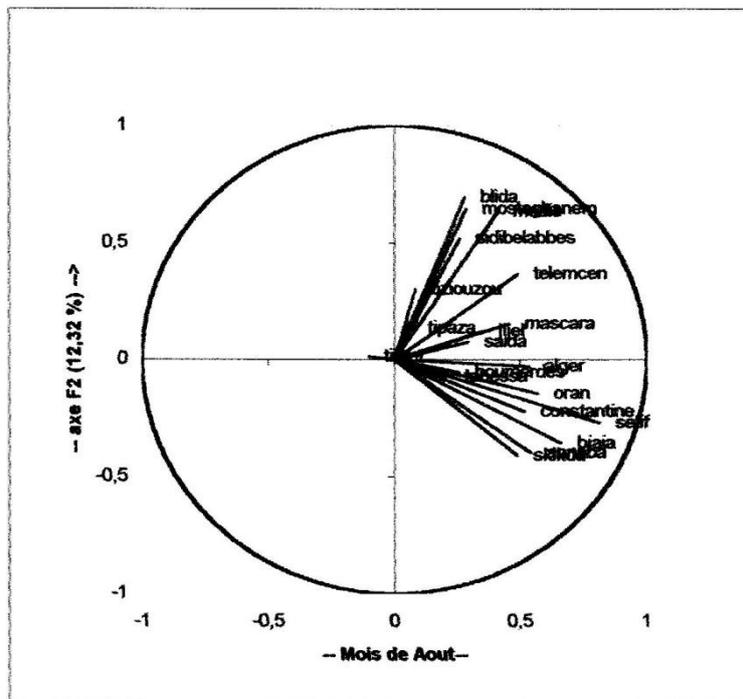
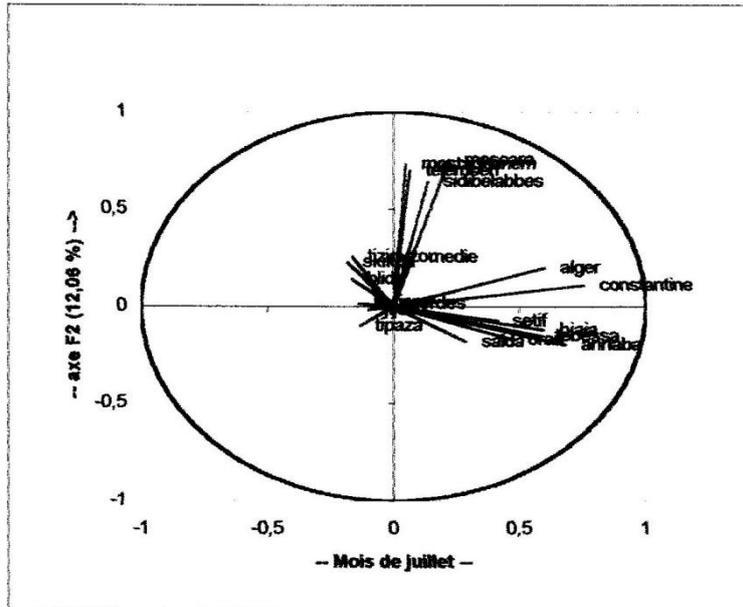


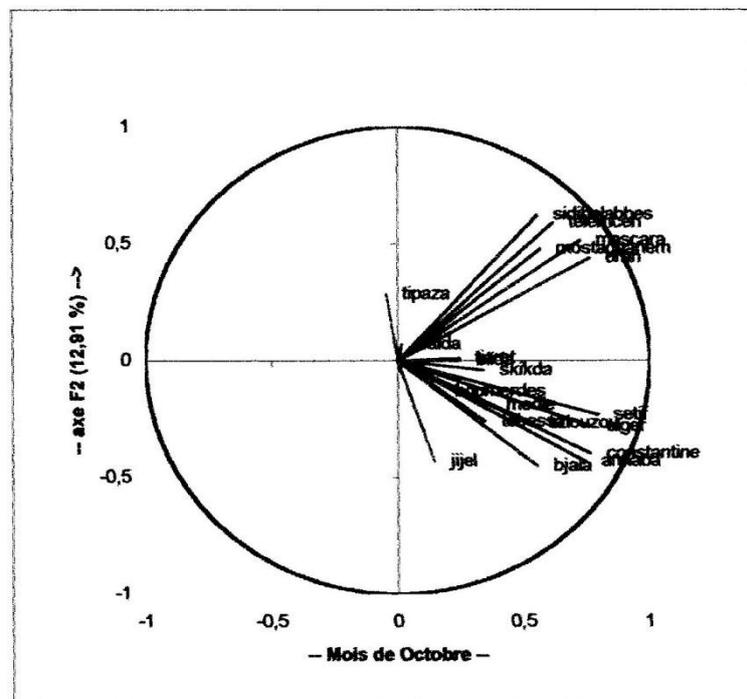
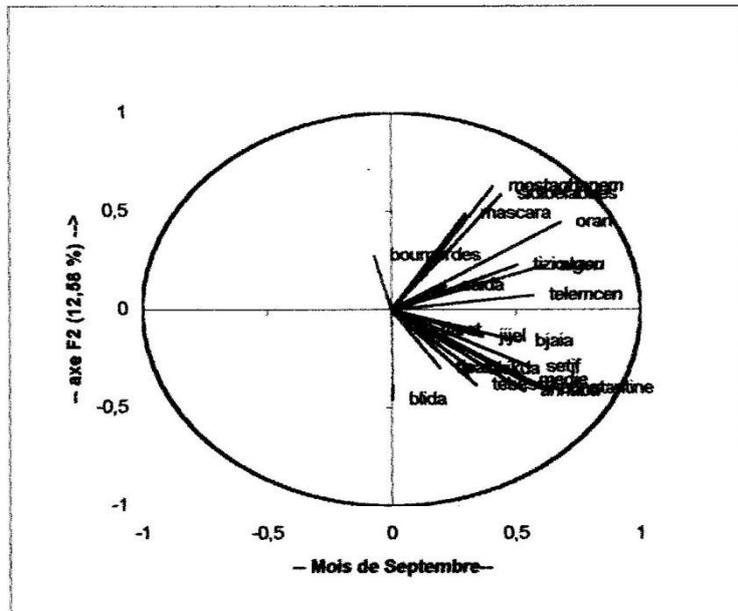
**Annexes**

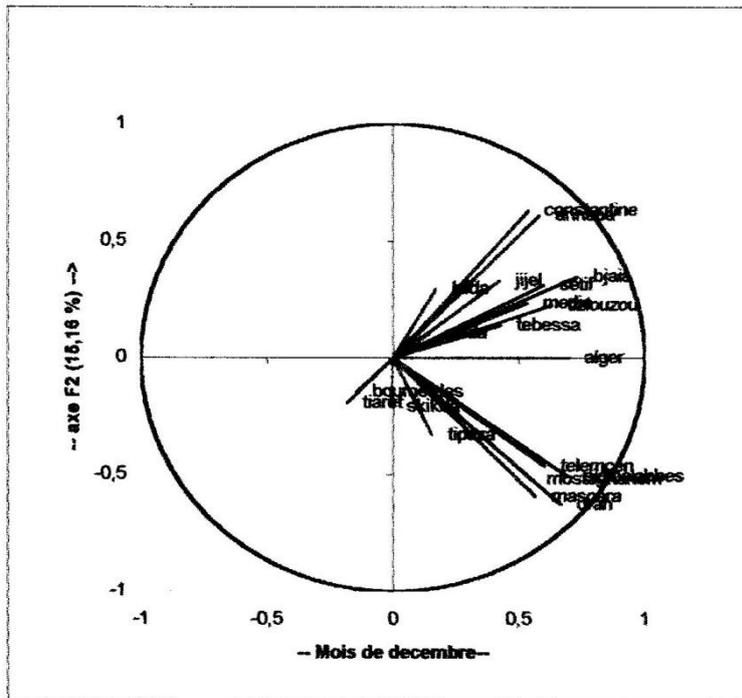
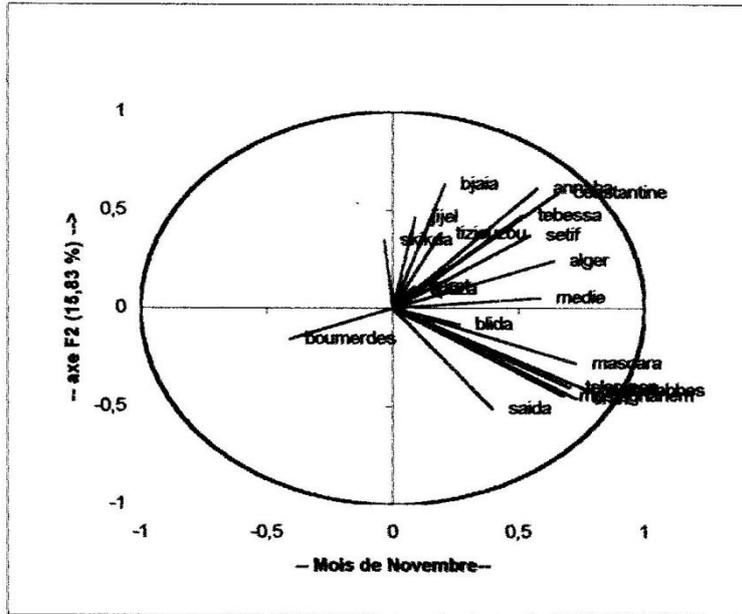


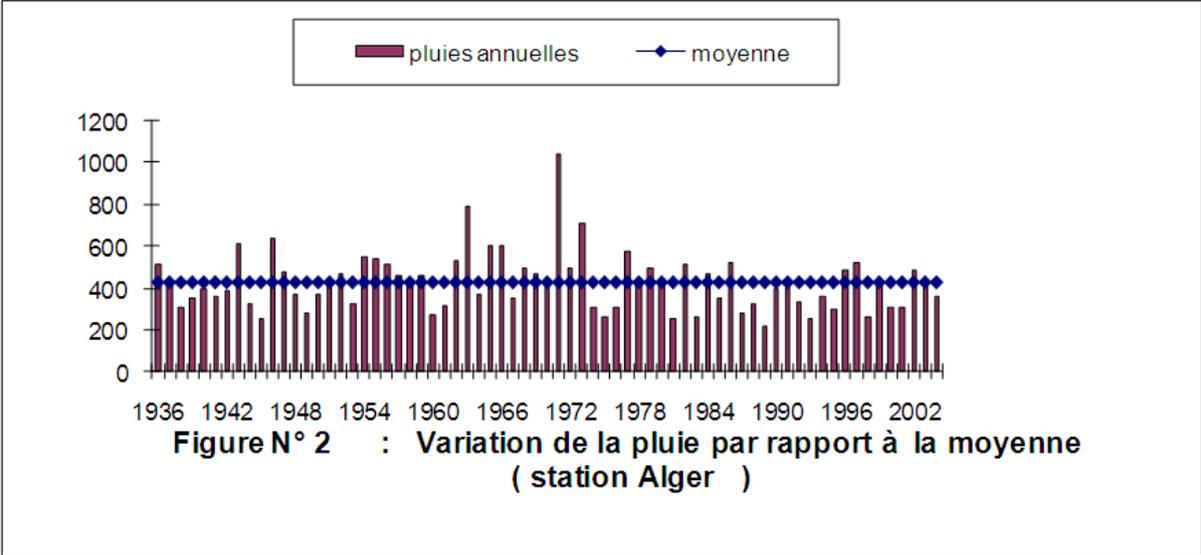
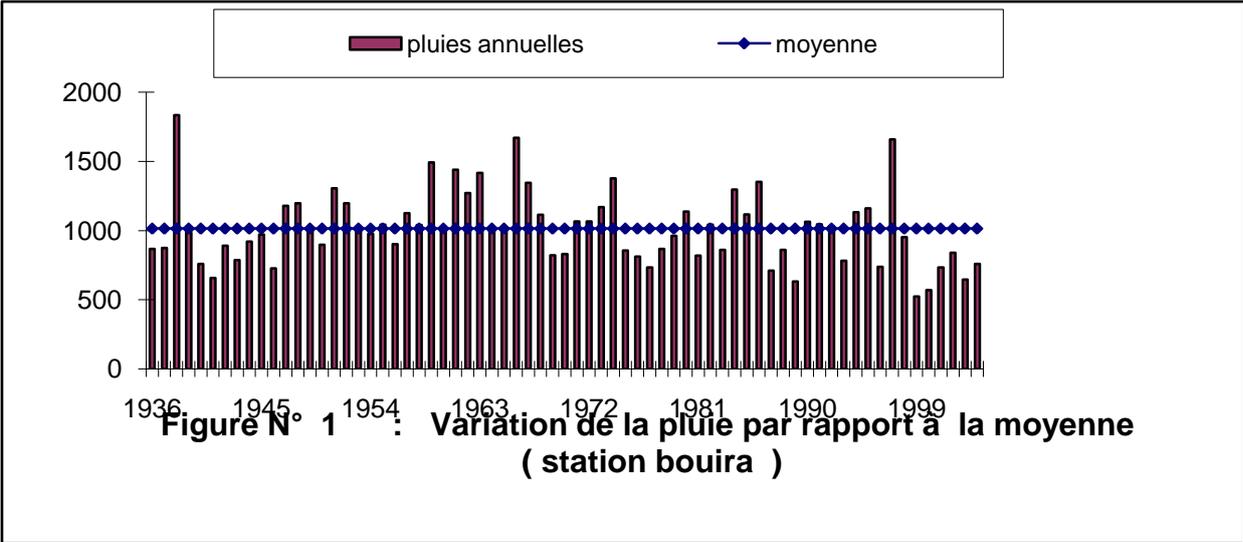


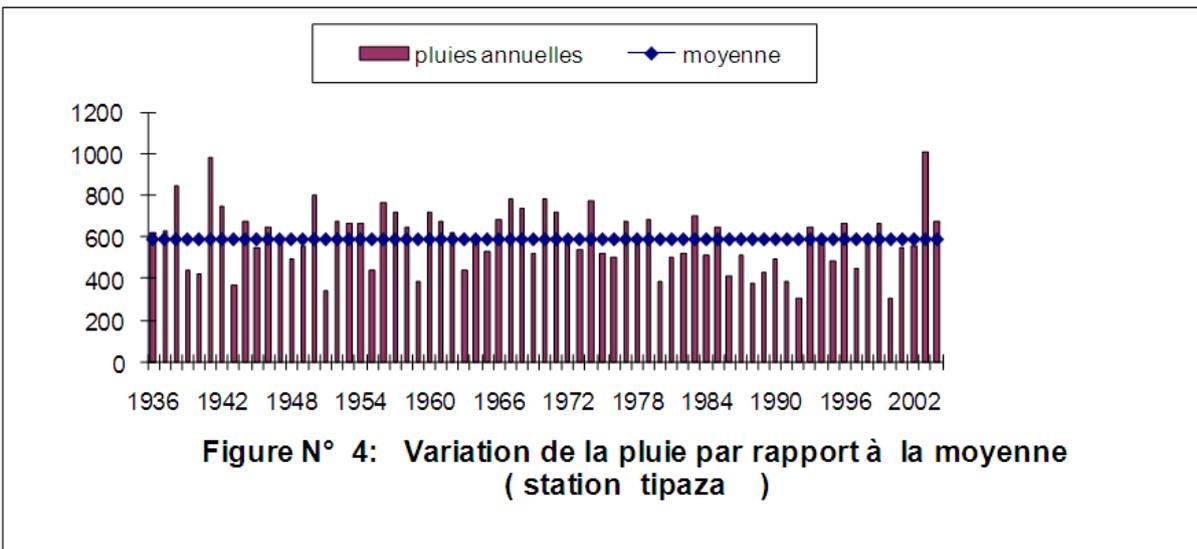
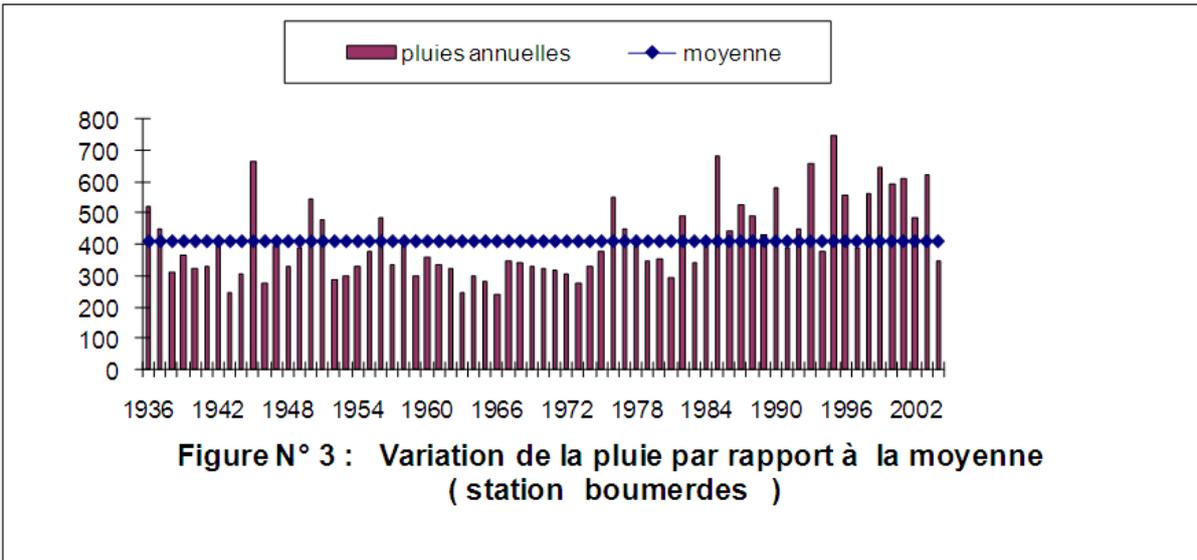


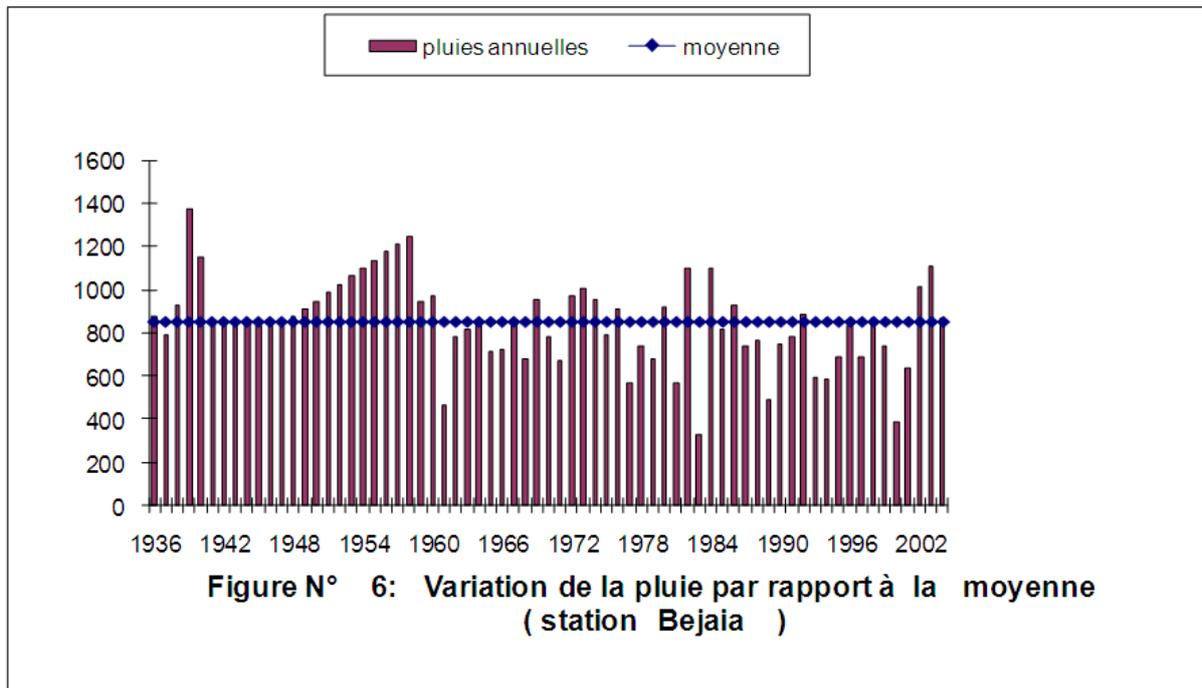
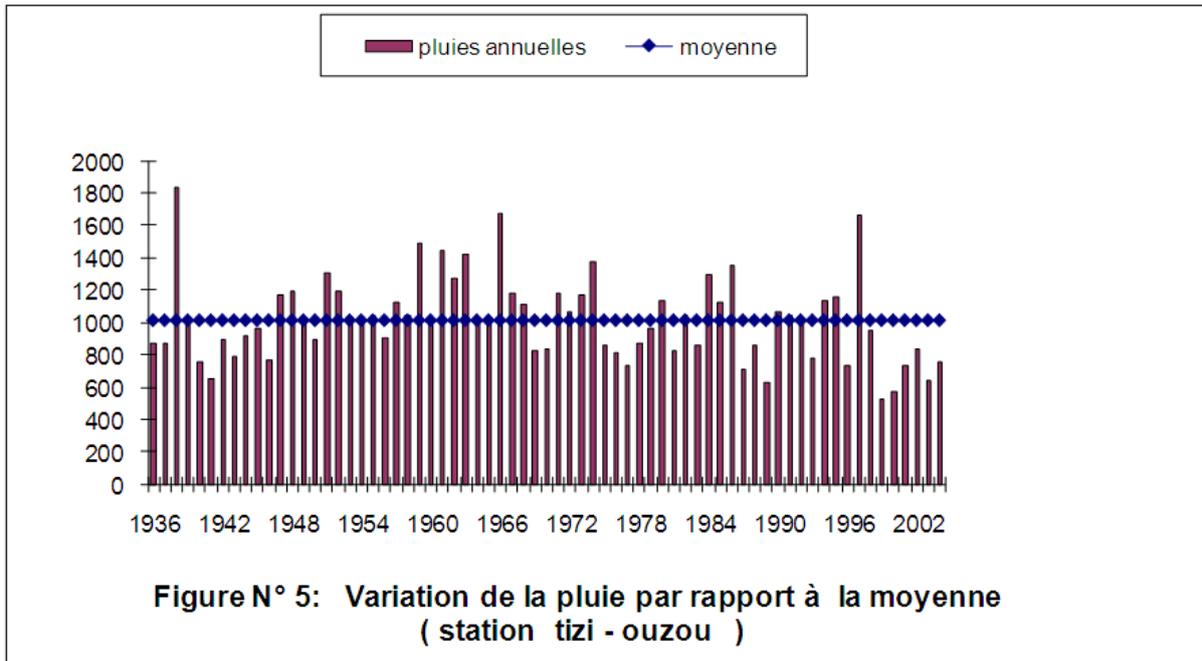


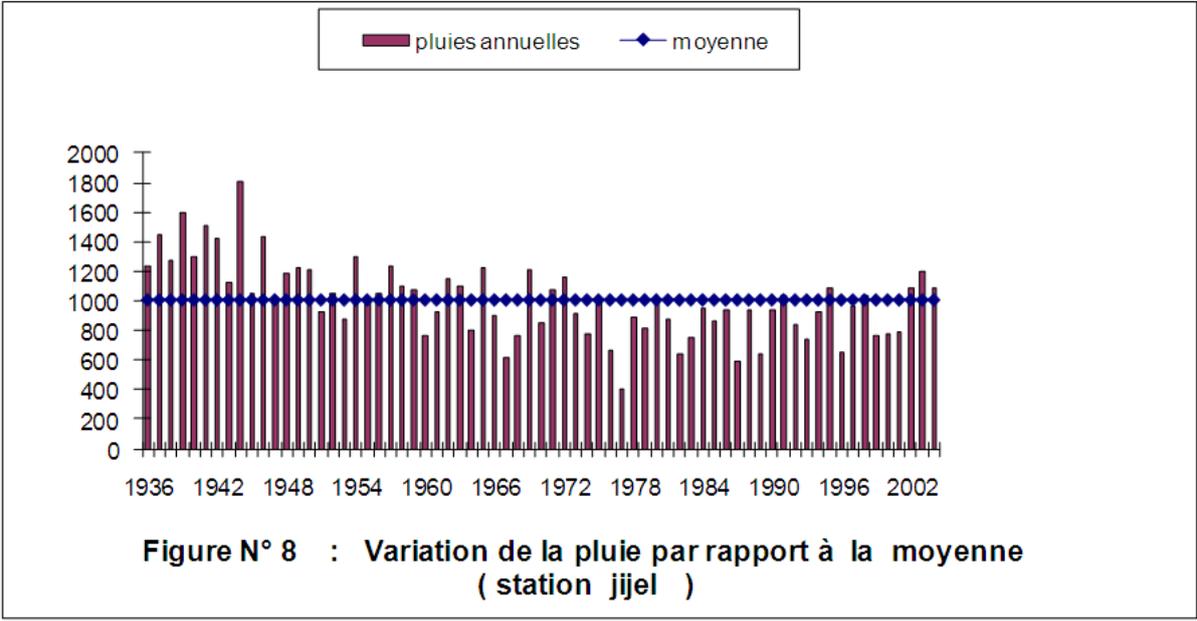
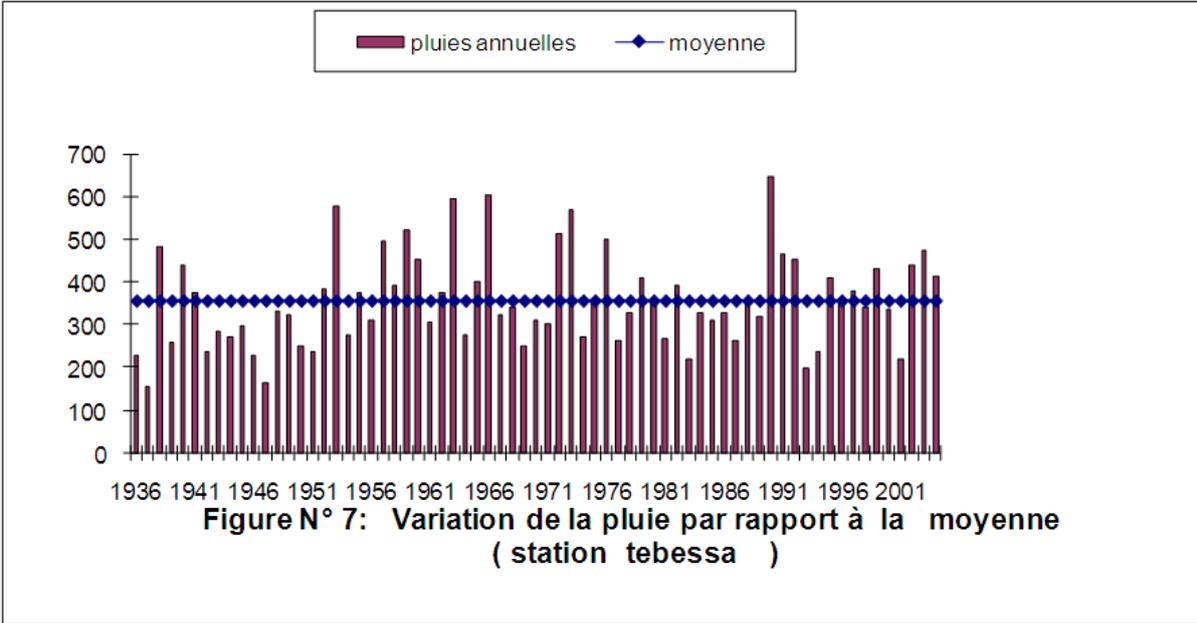


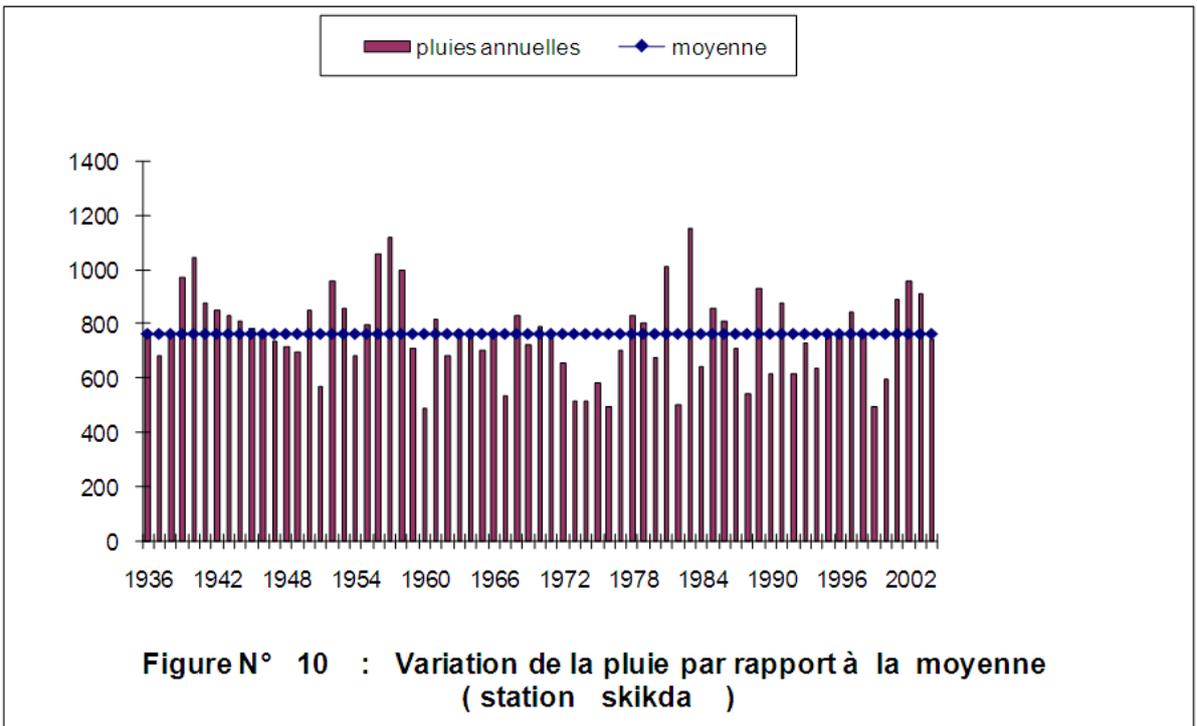
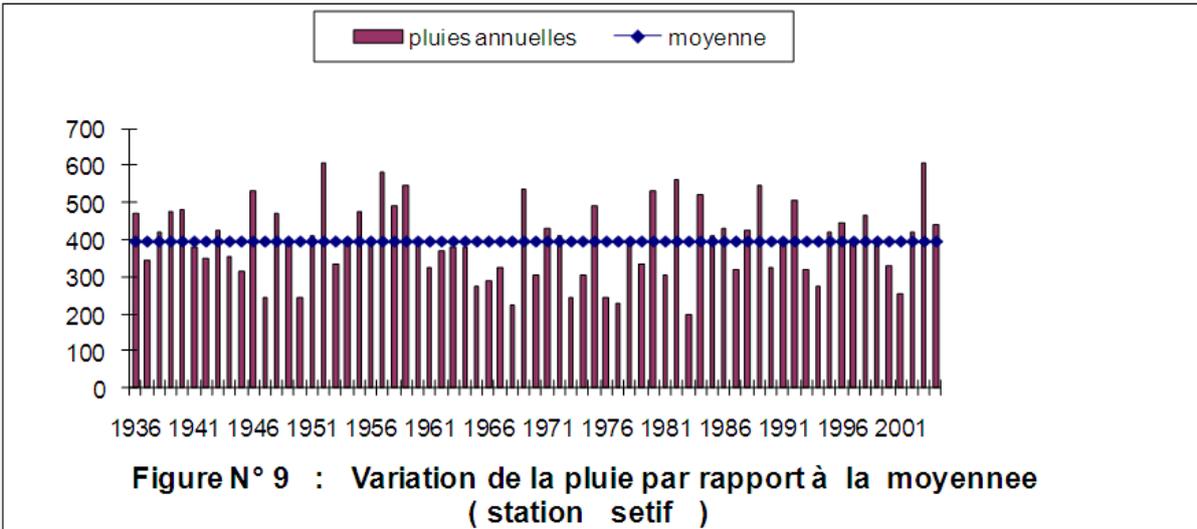


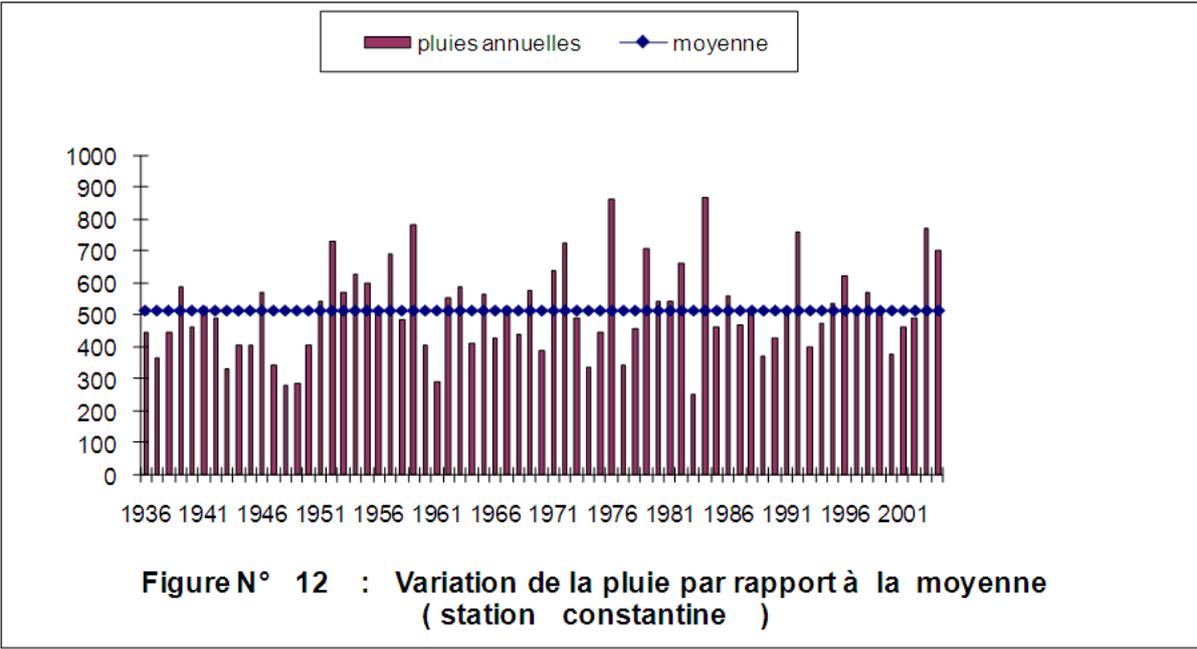
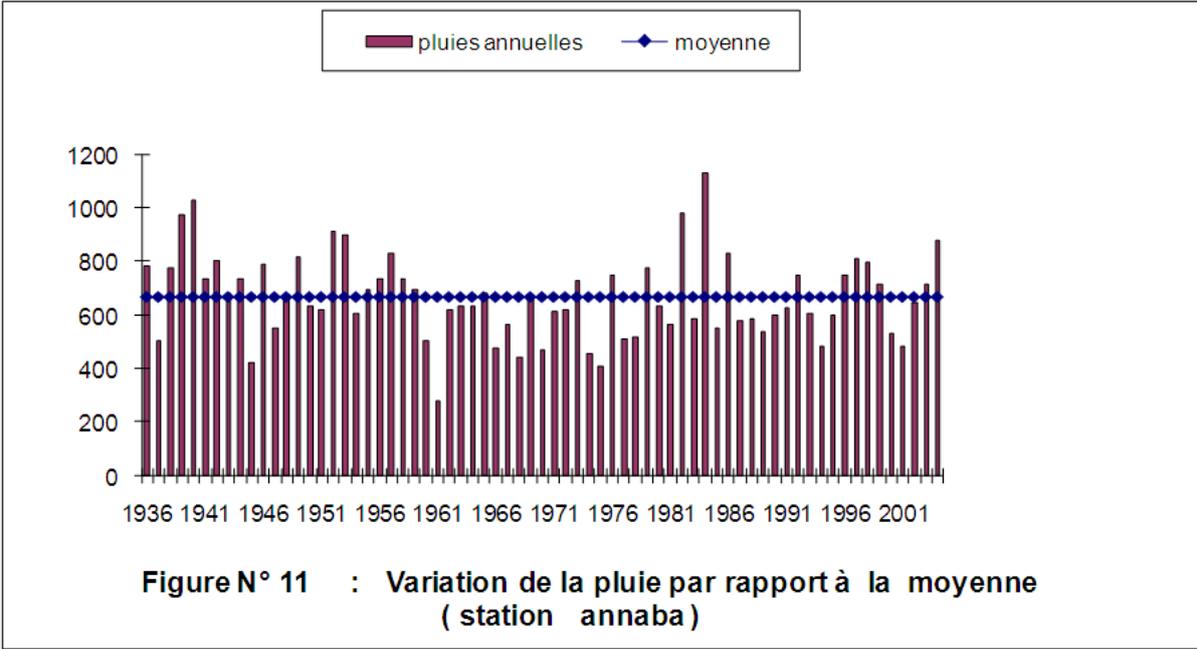


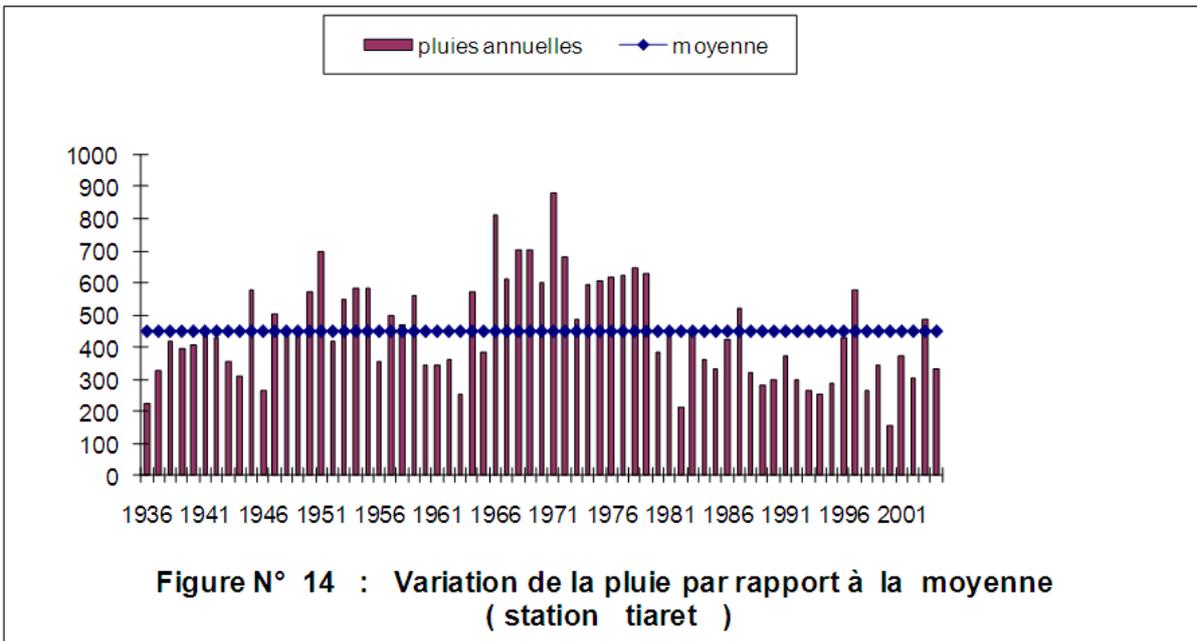
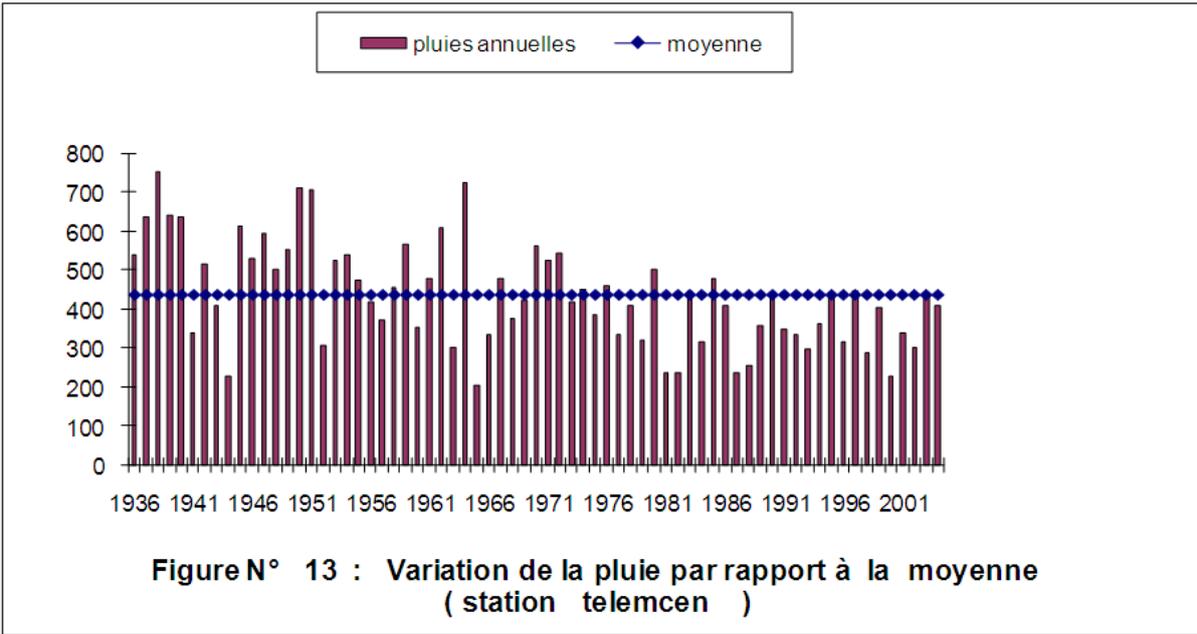


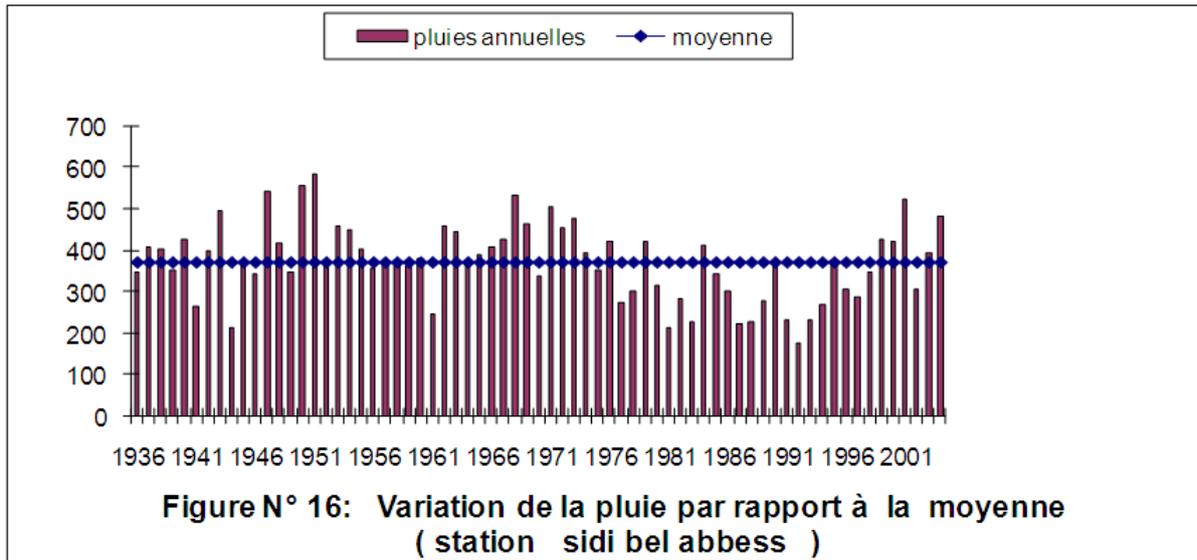
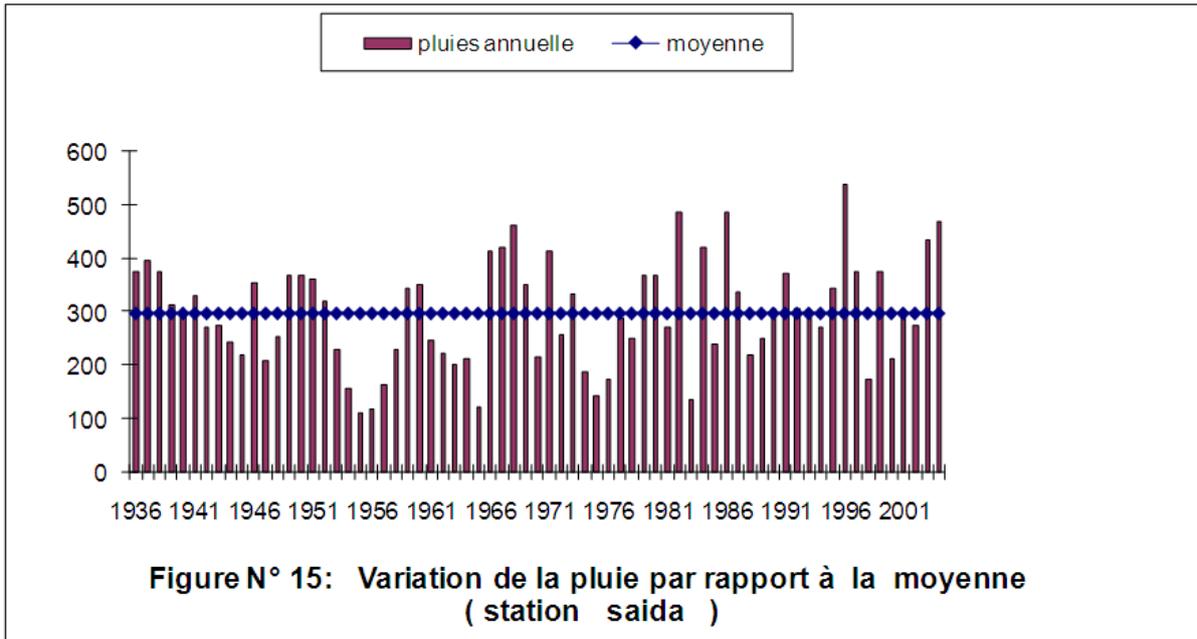


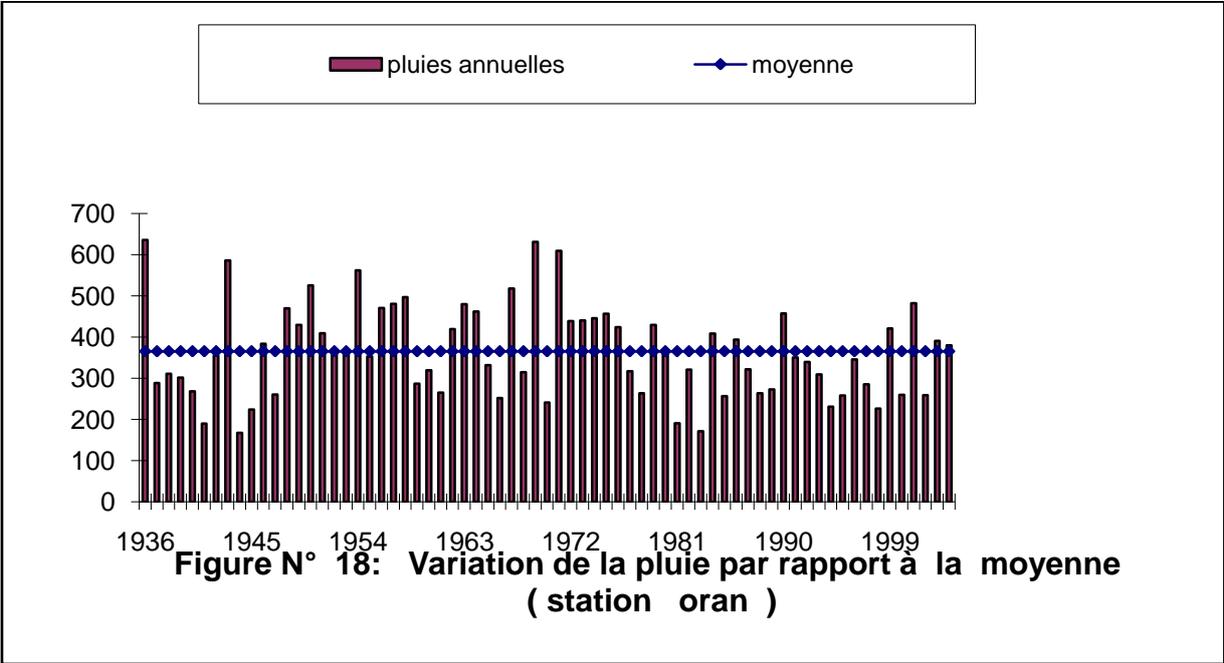
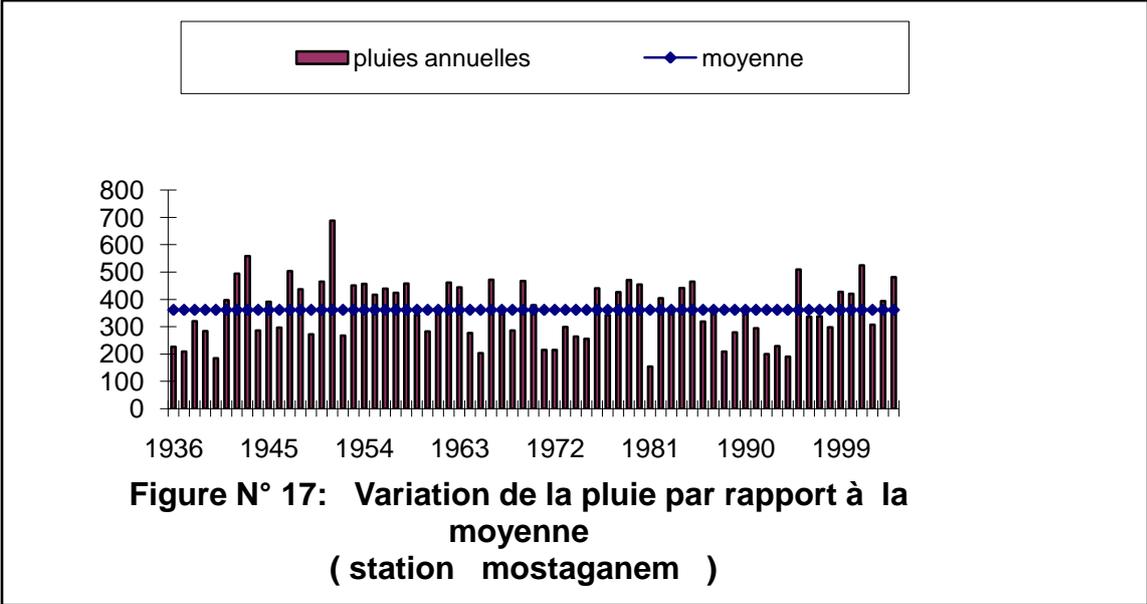


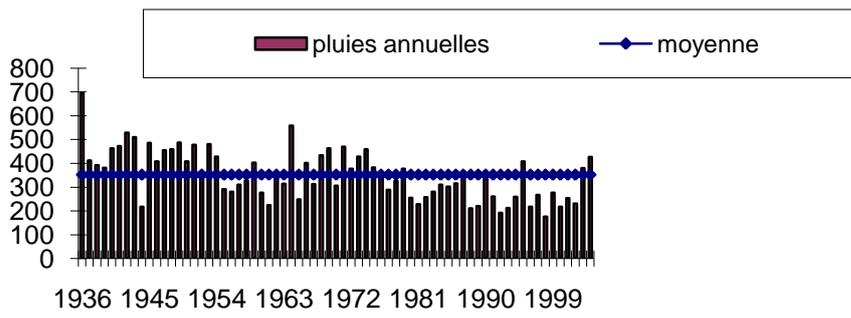












**Figure N° 19: Variation de la pluie par rapport à la moyenne ( station mascara )**

Tableau N° B.1 : Moyennes mensuelles inter annuelles des différentes périodes

Stations	Périodes	janv	fev	mars	avr	mai	jui	juill	aou	sep	oct	nov	dec
<b>Blida</b>	<b>66-76</b>	91.98	101.54	94.83	59.41	50.93	8.80	3.18	2.84	30.64	66.07	94.87	112.27
	<b>76-86</b>	80.56	44.13	53.83	62.73	43.22	14.97	11.26	3.59	26.48	42.32	38.36	44.44
	<b>86-96</b>	106.34	58.88	38.97	59.62	42.76	4.58	1.59	9.65	32.63	56.48	101	100.24
	<b>96-04</b>	97.48	76.31	34.78	74.19	49.91	5.01	3.38	10.34	26.66	43.46	101.79	103.51
<b>Alger</b>	<b>66-76</b>	59.9	75.64	54.67	68.04	42.79	12.15	1.01	5.61	16.06	66.04	51.14	75.73
	<b>76-86</b>	41.76	62.53	38.67	31.68	36.61	7.06	1.25	6.22	12.35	59.01	52.93	59.88
	<b>86-96</b>	45.81	42.77	36.8	27.93	16.12	10.49	1.88	2.71	20.63	45.28	42.31	49.97
	<b>96-04</b>	59.62	41.12	32.48	50.31	31.2	1.58	1.54	7.96	21.89	39.53	71.99	53.2
<b>Boumerdes</b>	<b>66-76</b>	30.47	35.28	44.8	40.4	21.87	43.88	9.27	3.4	2.23	16.10	41.86	28.71
	<b>76-86</b>	31.67	41.8	47.15	54.97	36.77	18.69	8.91	3.88	16.37	43.06	33.63	17.18
	<b>86-96</b>	29.23	24.45	21.2	22.25	25.41	15.74	6.11	3.99	14.41	24.59	28.42	19.37
	<b>96-04</b>	17.47	25.94	26.76	23.06	24.33	22.66	7.16	9.63	28	24.07	11.12	15.99
<b>Tipaza</b>	<b>66-76</b>	79.10	67.99	80.53	51.74	52.23	16.66	1.1	6.37	32.05	110.23	82	86.37
	<b>76-86</b>	70.26	87.91	62.76	41.14	36.19	4.32	3.9	3.74	15.49	70.68	86.01	89.2
	<b>86-96</b>	70.61	52.94	58.35	49.83	29.89	9.41	1.41	9.58	33.53	39.16	59.7	49.48
	<b>96-04</b>	93.79	74.72	40.71	53.49	60.61	2.82	1.73	6.54	26.71	57.31	86.09	95.83
<b>Bouira</b>	<b>66-76</b>	146.04	135.14	162.25	113.1	56.88	24.44	5.87	7.7	56.4	122.62	114.44	175.33
	<b>76-86</b>	131.59	118.51	134.55	85.35	51.46	4.99	3.47	9.81	24.34	100.49	140.18	160.54
	<b>86-96</b>	170.83	137.45	90.85	114.01	44.67	13.72	3.43	6.69	39.15	72.1	98.44	185.3
	<b>96-04</b>	131.22	71.88	63.73	116.47	61.81	9.13	2.52	15.16	43.36	92.54	95.37	121.48
<b>Tizi-ouzou</b>	<b>66-76</b>	146.04	143.58	162.25	113.10	56.88	24.44	5.87	7.7	59.94	128.17	85.88	180.64
	<b>76-86</b>	131.59	118.51	134.55	85.35	51.46	4.99	3.47	9.81	24.34	100.49	140.18	160.54
	<b>86-96</b>	170.83	137.45	90.85	114.01	44.67	13.72	3.43	6.69	39.15	72.1	98.44	185.3
	<b>96-04</b>	131.22	71.88	63.73	116.47	61.81	9.13	2.52	15.16	43.36	92.54	95.37	121.48
<b>Tlemcen</b>	<b>66-76</b>	43.91	58.74	83.96	56.42	48.33	7.05	0.11	0.32	14.76	35.59	48.68	51.31
	<b>76-86</b>	44.58	62.20	48.08	35.25	30.76	7.01	1.16	1.09	7.57	25.69	49.23	61.82
	<b>86-96</b>	53.26	61.29	57.22	33.69	28.17	3.13	5.05	2.55	15.06	14.61	39.86	33.21
	<b>96-04</b>	57.89	38.77	38.28	25.50	22.88	1.98	0.47	7.58	21.38	28.63	61.12	47.14
<b>Tiaret</b>	<b>66-76</b>	54.2	74.52	87.53	109.43	76.94	49.85	17.37	4.25	1.26	31.49	99.08	61.69
	<b>76-86</b>	49.09	60.04	62.04	62.39	56.93	47.12	8.62	0.49	7.73	12.12	42.32	62.16
	<b>86-96</b>	38.01	44.19	37.34	40.62	28.85	28.39	13.79	5.95	11.64	14.24	35.53	33.06
	<b>96-04</b>	49.67	41.17	37.4	18.86	47.64	32.94	8.41	4.57	17.31	28.9	32.96	42.18
<b>saida</b>	<b>66-76</b>	74.64	33.16	48.36	41.84	42.07	28.59	1.70	4.97	17.65	18.55	5.22	1.94
	<b>76-86</b>	41.02	29.55	31.34	30.78	28.36	12.53	1.27	2.76	14.26	29.47	43.52	34.85
	<b>86-96</b>	36.52	35.83	51.7	31.16	19.19	13.33	5.7	6.12	24.13	37.27	26.8	29.66
	<b>96-04</b>	39.14	39.62	27.63	34.86	36.14	11.88	6.79	13.42	21.46	38.21	42.22	38.39
<b>sba</b>	<b>66-76</b>	43.3	54.94	69.96	51.56	42.67	4.57	1.13	3.35	15.34	56.64	41.9	49.01
	<b>76-86</b>	34.87	46.52	33.95	25.03	27.55	4.8	0.44	0.51	10.65	40.78	50.6	44.98
	<b>86-96</b>	37.02	31.22	46.76	27.24	15.79	12.93	4.15	2.82	18.31	12.72	33.74	24.1
	<b>96-04</b>	38.86	64.04	28.88	38.67	24.49	2.41	0.23	4.82	26.92	31	76.96	50.72
<b>mostaganem</b>	<b>66-76</b>	57.58	23.37	45.96	26.74	20.61	6.24	0.27	0.73	6.55	39.05	41.86	53.4
	<b>76-86</b>	40.57	46.10	40.83	41.04	22.48	3.87	1.19	2.31	8.10	50.69	63.24	75.6
	<b>86-96</b>	48.56	41.43	39.24	24.49	22.55	3.82	2.77	1.42	15.62	21.81	44.61	28.26
	<b>96-04</b>	48.91	45.98	23.18	40.96	25.88	2.43	0.61	6.19	27.26	35.29	77.11	57.97
<b>Oran</b>	<b>66-76</b>	38.88	46.1	67.33	59.13	36.81	9.92	0.16	1.31	13.5	47.38	46.39	67.76
	<b>76-86</b>	34.72	41.97	25.72	27.1	34	3.91	1.37	2.17	8.85	28.13	44.63	61.61
	<b>86-96</b>	52.91	43.7	53.44	32.87	22.17	6.1	3.44	2.96	15.85	24.01	42.92	19.42
	<b>96-04</b>	47.22	45.81	25.04	29.76	28.39	0.66	0.58	3.18	15.22	23.26	77.27	42.5
<b>mascara</b>	<b>66-76</b>	38.02	52.12	57.64	56.96	40.03	14.16	0.87	5.2	8.47	38.77	41.76	49.29
	<b>76-86</b>	41.43	44.28	42.28	24.22	24.82	5.92	0.63	0.68	12.05	37.23	34.3	29.54
	<b>86-96</b>	33.51	32.33	41.48	27.85	18.04	7.42	5.53	3.14	24.84	23.27	31.81	28.29
	<b>96-04</b>	32.54	27.91	20.33	28.86	27.74	2.8	0.22	6.5	17.79	26.11	46.49	34.31
<b>Bijaia</b>	<b>66-76</b>	92.92	92.69	109.08	74.28	46.12	20.38	3.66	9.31	50.85	97.6	86.13	152.3
	<b>76-86</b>	115.94	84.61	97.65	65.92	42.6	9.32	7.23	16.38	27.61	83.05	104.72	116.46
	<b>86-96</b>	101.68	73.4	83.05	65.01	33.78	18.01	2.31	5.22	52.59	61.38	86.02	137.58

	<b>96-04</b>	123.26	84.83	45.04	80.13	48.98	10.89	14.34	9.44	49.39	76.77	104.11	144.04
<b>Tbessa</b>	<b>66-76</b>	24.88	39.18	67.79	40.75	32.51	32.8	10.64	18.37	35.78	23.65	34.87	21.52
	<b>76-86</b>	17.52	36.5	44.91	34.56	38.99	26.48	5.47	20.66	34.05	23.95	34.42	18.64
	<b>86-96</b>	30.6	16.06	38.18	24.83	42.58	24.71	12.42	39.16	46.56	28.14	37.97	24.94
	<b>96-04</b>	31.91	20.23	23.67	41.53	41.69	24.52	17.9	28.31	45.5	37.5	35.18	19.38
<b>jijel</b>	<b>66-76</b>	111.49	98.61	132.77	83.45	33.37	13.61	7.08	10.84	73.47	89.12	102.8	172.05
	<b>76-86</b>	110.41	93.03	78.28	62.35	35.73	7.59	2.61	13.14	32.09	104.98	111.46	132.75
	<b>86-96</b>	117.15	105.18	86.32	84.56	40.9	12.1	1.76	4.72	48.99	81.15	103.21	182.07
	<b>96-04</b>	150.56	78.52	39.74	71.32	48.93	11.84	3.23	14.74	65.7	69.22	185.01	191.51
<b>Setif</b>	<b>66-76</b>	37.04	34.47	44.82	34.37	46.12	15.2	6.53	9.17	26.62	33.56	28.42	39.15
	<b>76-86</b>	42.06	34.41	53.26	41.97	33.54	17.8	3.47	13.65	21.51	33.5	23.99	54.63
	<b>86-96</b>	37.59	37.06	42.10	30.08	42.53	25.36	13.85	8.92	37.3	35.27	42.27	44.74
	<b>96-04</b>	48.87	25.48	20.38	41.59	47.5	18.08	7.67	27.29	59.26	30.58	33.17	56.29
<b>Skikda</b>	<b>66-76</b>	102.32	85.3	79.78	59.96	23.81	11.61	4.08	8.11	26.13	77.43	78.16	110.07
	<b>76-86</b>	111.54	93.06	87.75	59	31.04	10.89	2.76	10.10	32.33	76.71	119.6	131.05
	<b>86-96</b>	111.75	100.26	69.75	75.97	36.06	13.7	2.87	8.12	38.64	61.72	66.92	136.59
	<b>96-04</b>	133.14	85.88	33.01	56.37	42.01	11.04	2.76	9.35	65.75	59.89	113.75	157.29
<b>Annaba</b>	<b>66-76</b>	76.05	68.05	73.14	41.32	29.57	12.41	2.5	6.68	29.32	60.01	51.57	94.93
	<b>76-86</b>	93.58	77.07	77.90	67.6	34.07	14.98	2.66	8.64	33.49	92.82	103.94	92.14
	<b>86-96</b>	100.89	64.78	63.50	54.61	38.53	15.91	3.07	4.91	29.28	52.4	77.27	113.02
	<b>96-04</b>	97.22	78.90	40.03	64.27	45.90	12.10	3.91	11.63	52.46	52.94	121.46	120.89
<b>Constantine</b>	<b>66-76</b>	72.07	53.4	67.7	45.95	43.67	15.66	5.01	8.45	44.69	35.87	48.23	58.73
	<b>76-86</b>	61.53	64.38	69.92	70.95	53.27	17.98	5.02	11.72	38.79	44.45	51.70	80.21
	<b>86-96</b>	70.6	51.35	60.20	49.82	39.61	19.90	8.4	8.87	30.23	35.82	51.29	75.16
	<b>96-04</b>	79.33	54.32	38.88	55.16	44.53	21.51	5.29	13.88	44.32	33.97	78.81	86.21

**Tableau N° B . 2 : Ecart – type mensuelles différentes périodes du nord Algérien**

Stations	Périodes	janv	fev	mars	avr	mai	jui	juill	aou	sep	oct	nov	dec
Blida	66-76	51.41	53.69	79.1	87.66	47.69	8.99	8.71	5.46	35.10	49.97	69.77	85.48
	76-86	76.59	52.01	38.21	39.5	32.38	12.59	16.57	6.24	21.3	40.17	30.71	26.26
	86-96	76.94	52.24	43.61	36.28	48.09	6.14	2.38	10.33	21.48	35.92	45.02	50.36
	96-04	75.12	66.02	30.23	40.98	47.7	6.08	4.83	10.52	15.90	23.05	52.27	52.18
Alger	66-76	57.33	100.07	36.98	39.12	35.63	10.68	1.55	11.72	24.75	84.05	37.01	64.10
	76-86	18.01	45.8	22.48	23.99	28.76	8.64	2.41	12.34	16.06	46.12	46.29	28.09
	86-96	23.56	40.58	22.48	18.25	12.38	10.94	3.56	5.04	21.18	29.88	20.49	36.42
	96-04	35.1	42.45	32.48	45.24	29.58	2.7	3.28	11.27	15.42	31.85	51.2	33.62
boume	66-76	26.19	15.03	2.35	18.7	8.58	19.01	7.74	2.24	1.12	23.74	7.8	17.44
	76-86	24.90	18.21	44.27	35.03	17.1	15.95	5.26	3.77	13.14	29.65	20.81	17.68
	86-96	16.92	16.63	14.21	24.81	14.97	9.44	5.75	3.68	11.87	21.97	10.49	11.28
	96-04	7.96	26	14.69	13.78	15	12.72	10.09	8.19	31.56	30.15	14.9	7.81
tipaza	66-76	64.33	56.19	31.22	34.51	47.99	16.53	2.6	10.29	31.56	81.61	65.1	54.01
	76-86	39.72	53.01	33.06	42.32	41.75	6.04	9.57	6.14	21.71	52.03	60.89	72.89
	86-96	42.25	37.66	34.51	31.15	24.42	11.34	2.37	27.15	31.18	29.68	28.6	37.35
	96-04	76.53	54.82	31.42	38.43	48.19	3.26	2.48	8.2	17.95	45.61	30.76	57.59
Bouira	66-76	125.94	81.89	102.87	66.2	47.07	32.7	13.08	10.11	72.12	79.17	61.01	130.38
	76-86	71.31	49.85	124.64	60.12	52.79	6.76	6.44	12.67	27.84	53.53	90.61	139.37
	86-96	95.39	120.12	53.82	71.92	39.66	12.62	7.59	6.81	35.62	53.55	52.74	131.65
	96-04	89.92	49.47	43.25	54.02	114.72	13.5	3.1	18.04	24.43	73.13	74.14	44.43
Tizi-ouzou	66-76	125.94	88.89	102.87	66.2	47.07	32.7	13.08	10.11	72.88	76.42	58.69	127.93
	76-86	71.31	49.85	124.64	60.12	52.79	6.76	6.44	12.67	27.84	53.53	90.61	139.37
	86-96	95.39	120.12	53.82	71.92	39.66	12.62	7.59	6.81	35.62	53.55	52.74	131.65
	96-04	89.92	49.47	43.25	54.02	114.72	13.5	3.1	18.04	24.43	73.13	74.14	44.43
telemcene	66-76	37.17	43.99	55.66	45.4	57.91	5.25	0.26	0.70	22.97	42	40.15	33.75
	76-86	32.34	44.45	28.37	26.52	31.25	14.89	1.89	1.17	8.21	33.82	40.37	48.33
	86-96	48.32	57.21	54.41	20.37	31.32	3.86	9.53	3.06	18.64	12.62	23.75	22.69
	96-04	42.58	32.4	35.28	24.34	21.78	2.67	0.77	14.75	32.92	23.67	31.97	29.94
tiaret	66-76	29.05	53.82	46.29	72.87	42.36	42.96	17.23	6.89	1.87	16.27	102.01	42.67
	76-86	20.79	40.98	43.66	43.91	40.27	26.64	8.75	1.55	10.08	11.88	42.15	32.15
	86-96	31.73	35.74	24.52	33.24	14.76	20.45	12.56	6.95	16.13	10.16	32.2	16.46
	96-04	29.14	32.04	37.26	19.88	35.84	22.27	10.21	9.56	16.48	26.12	25.06	33.78
saida	66-76	58.44	33.14	33.83	27.02	26.99	26.29	1.6	2.27	18.8	15.72	8.02	3.47
	76-86	21.64	22.76	21.73	22.94	17.39	9.13	0.91	3.13	10.65	32	43.13	30.63
	86-96	27.34	29.57	53.82	15.93	16.08	15.17	6.99	4.62	13.84	27.2	9.78	16.78
	96-04	32.71	71.17	34.65	25.76	30.94	22.72	11.77	13.84	16.11	27.87	23.12	26.86
sba	66-76	24.99	37.55	34.17	31.47	33.82	6.99	2.21	5.87	9.70	54.06	37.83	34.16
	76-86	25.94	32.41	21.34	18	25.55	10.10	1.03	0.75	20.25	36.9	52.62	22.88
	86-96	21.36	33.83	38.17	19.85	16.34	18.42	6.31	3.44	16.28	9.48	9.17	17.84
	96-04	28.03	51.18	32.41	23.88	19.28	4.32	0.35	5.47	45.26	22.13	51.41	41.87
mostaganem	66-76	32.79	21.32	32.94	14.05	26.15	6.17	0.79	1.23	6.12	52.24	22.68	56.77
	76-86	26.16	31.6	23.27	29.15	21.81	6.51	3.05	5.6	11.56	47.31	73.18	54.55
	86-96	40.62	28.78	38.82	18.32	24.28	7.82	2.56	2.73	20.56	15.17	21.52	21.16
	96-04	31.24	45.88	24.51	36.68	19.66	4.3	0.71	5.79	45.3	18.37	51.18	38.86
Oran	66-76	35.29	34.47	38.18	49.93	46.06	10.25	0.24	1.81	11.05	52.61	40.52	55.75
	76-86	27.03	31.15	20.49	21.22	28.79	6.23	2.19	4.49	11.41	21.01	42.02	50.97
	86-96	36.77	25.19	40.79	37.62	23.9	7.38	9.07	3.59	12.43	17.16	29.78	11.55
	96-04	31.44	43.55	22.74	18.52	19.69	1.23	0.8	8.13	14.47	13.9	53.44	27.56
mascara	66-76	30.25	29.87	36.53	35.66	35.61	14.39	2.75	10.40	7.39	60.61	20.43	36.66
	76-86	25.76	35.06	22.85	15.35	21.76	7.19	1.99	1.14	15.73	35.13	30.81	19.56
	86-96	23.01	25.39	42.69	18.28	15.01	7.01	8.97	5.18	27.41	18.18	11.97	27.44
	96-04	27.02	22.2	17.95	23.69	28.98	5.21	0.37	8.37	14.95	16.36	25.38	16.70

<b>bijaia</b>	<b>66-76</b>	55.04	59.59	36.47	56.38	37.87	19.38	4.19	15.97	41.93	92.39	69.54	99.83
	<b>76-86</b>	88.12	55.85	64.09	38.48	19.98	10.95	15.11	16.42	29.02	68.62	56.02	121.9
	<b>86-96</b>	58.56	46.2	57.85	35.11	27.19	15.89	2.82	6.53	38.72	54.24	60.19	101.45
	<b>96-04</b>	90.83	60.2	26.4	59.77	45.79	14.36	34.93	9.62	29.19	60.10	68.58	88.32
<b>tebessa</b>	<b>66-76</b>	22.11	23.52	53.47	28.87	15.86	29.63	16.17	14.19	26.87	31.06	34.74	28.65
	<b>76-86</b>	10.01	29.18	27.91	24.49	22.38	24.15	8.86	16.72	34.94	14.36	38.94	16.7
	<b>86-96</b>	22.2	11.09	21.61	15.61	25.91	21.84	9.66	47.76	42.23	17.16	28.51	18.52
	<b>96-04</b>	30.11	22.03	17.08	32.68	24.66	22.54	16.98	23.8	24.04	26.43	25.98	9.23
<b>jijel</b>	<b>66-76</b>	85.05	35.43	44.98	50.3	35.63	12.73	4.65	13.84	64.35	84.53	86.05	116.03
	<b>76-86</b>	73.46	69.21	31.99	41.35	22.86	9.4	4.87	32.01	27.53	64.2	50.21	108.45
	<b>86-96</b>	31.2	81.74	45.9	45.01	29	14.24	2.28	6.77	41.95	64.08	52.63	120.84
	<b>96-04</b>	101.04	37.05	29.5	33.94	33.51	18.61	5.38	28.19	44.23	44.36	94.97	90.98
<b>setif</b>	<b>66-76</b>	42.74	19.46	27.14	20.83	39.22	15.55	6.19	12.35	18.64	50.41	24.62	25.68
	<b>76-86</b>	33.28	28.52	45.26	25.74	31.79	13.24	6.16	14.12	16.47	28.63	14.2	31.7
	<b>86-96</b>	28.45	19.08	24.92	16.23	29.37	21.85	13.1	9.36	24.69	25.87	25.32	36.65
	<b>96-04</b>	41.02	27.61	15.35	25.59	30.41	10.81	11.94	30.16	41.82	21.59	21.95	31.06
<b>skikda</b>	<b>66-76</b>	57.66	23.69	40.06	51.26	19.67	10.53	4.94	14.15	27.3	61.4	67.11	72.1
	<b>76-86</b>	56.55	50.94	42.72	33.15	17.2	8.51	4.75	14.23	20.26	38.63	60.1	106.23
	<b>86-96</b>	53.99	71.56	37.48	47.2	28.01	10.74	3.55	12.66	28.75	39.06	41.67	90.88
	<b>96-04</b>	87.83	41.03	18.47	28.42	48.25	14.64	7.29	10.96	34.4	54.3	75.72	56.33
<b>annaba</b>	<b>66-76</b>	48.83	28.41	59.93	27.41	29.57	14.25	4.68	6.68	25.79	34.25	45.41	52.59
	<b>76-86</b>	56.27	50.8	35.7	49.07	17.22	13.54	5.73	8.64	23.42	84.43	49.39	74.33
	<b>86-96</b>	39.17	35.34	29.89	32.33	27.86	9.4	4.09	4.91	23.84	39.86	41.25	59.64
	<b>96-04</b>	52.52	55.84	19.99	31.32	34.11	13.12	5.58	11.63	33.8	35.27	83.82	44.72
<b>Constantine</b>	<b>66-76</b>	81.37	23.85	24.91	29.97	43.67	20.27	7.59	8.45	28.47	26.38	46.41	37.37
	<b>76-86</b>	37.48	43.85	43.84	49.62	53.27	19.81	10.32	11.72	32.08	31.75	28.73	94.38
	<b>86-96</b>	55.43	36.47	27.06	35.12	39.61	19.06	9.52	8.87	15.32	28	43.24	61.9
	<b>96-04</b>	67.18	50.19	19.07	26.97	44.53	17.02	8.39	13.88	26.07	12.75	53.48	52.13

**Tableau N° B . 3 : l'écart et l'indice pluviométrique de la région de Centre  
( 1936-2004)**

Années	Ecart pluviométrique	Indice pluviométrique Seuil de 10%	Indice pluviométrique Seuil de 20%	Etat de l'année pour ( $\alpha = 20\%$ )
36 -37	-8.44	0-	0-	normale
37 -38	-9.47	0-	0-	normale
38-39	42.21	1+	1+	humide
39-40	-15.76	1-	0-	normale
40-41	-28.40	1-	1-	sèche
41-42	-18.19	1-	0-	normale
42-43	-10.77	1-	0-	normale
43-44	-23.95	1-	1-	Sèche
44-45	-17.37	1-	0-	normale
45-46	-4.17	0-	0-	normale
46-47	-15.63	1-	0-	normale
47-48	7.03	0+	0+	normale
48-49	4.20	0+	0+	normale
49-50	-10.42	1-	0-	normale
50-51	-1.85	0-	0-	normale
51-52	25.83	1+	1+	humide
52-53	12.89	1+	0+	normale
53-54	5.26	0+	0+	normale
54-55	2.53	0+	0+	normale
55-56	-0.56	0-	0-	normale
56-57	-2.11	0-	0-	normale
57-58	10.42	1+	0+	normale
58-59	6.16	0+	0+	normale
59-60	16.99	1+	0+	normale
60-61	19.06	1+	0+	normale
61-62	32.69	1+	1+	humide
62-63	24.04	1+	1+	humide
63-64	28.63	1+	1+	humide
64-65	2.37	0+	0+	normale
65-66	4.58	0+	0+	normale
66-67	37.26	1+	1+	humide
67-68	15.83	1+	0+	normale
68-69	10.30	1+	0+	normale
69-70	-10.54	1-	0-	normale
70-71	-4.79	0-	0-	normale
71-72	22.39	1+	1+	humide
72-73	2.60	0+	0+	normale
73-74	10.56	1+	0+	normale
74-75	17.89	1+	0+	normale
75-76	-14.70	1-	0-	normale
76-77	-19.95	1-	0-	normale
77-78	-16.03	1-	0-	normale
78-79	-13.84	1-	0-	normale
79-80	-7.54	0-	0-	normale
80-81	-4.92	0-	0-	normale
81-82	-14.57	1-	0-	normale
82-83	-0.38	0-	0-	normale
83-84	-12.36	1-	0-	normale
84-85	13.08	1+	0+	normale
85-86	12.81	1+	0+	normale
86-87	14.64	1+	0+	normale
87-88	-17.52	1-	0-	normale
88-89	-11.96	1-	0-	normale
89-90	-35.16	1-	1-	sèche
90-91	2.14	0+	0+	normale
91-92	-5.24	0-	0-	normale
92-93	2.42	0+	0+	normale

<b>93-94</b>	-6.51	0-	0-	normale
<b>94-95</b>	1.15	0+	0+	normale
<b>95-96</b>	10.48	1+	0+	normale
<b>96-97</b>	-5.12	0-	0-	normale
<b>97-98</b>	29.36	1+	1+	humide
<b>98-99</b>	-2.64	0-	0-	normale
<b>99-02</b>	-15.14	1-	0-	normale
<b>02-01</b>	-34.97	1-	1-	sèche
<b>01602</b>	-14.32	1-	0-	normale
<b>02-03</b>	-7.38	0-	0-	normale
<b>03-04</b>	7.02	0+	0+	normale
<b>04-05</b>	-12.13	1-	0-	normale

**Tableau N° B . 4 : l'écart et l'indice pluviométrique de la région de l'Est  
( 1936-2004)**

Années	Ecart pluviométrique	Indice pluviométrique Seuil de 10%	Indice pluviométrique Seuil de 20%	Etat de l'année pour ( $\alpha = 20\%$ )
36 -37	5.54	0+	0+	normale
37 -38	-5.80	0-	0-	normale
38-39	12.04	1+	0+	normale
39-40	37.04	1+	1+	humide
40-41	29.67	1+	1+	humide
41-42	15.06	1+	0+	normale
42-43	9.75	0+	0+	normale
43-44	-0.70	0-	0-	normale
44-45	14.63	1+	0+	normale
45-46	-9.66	0-	0-	normale
46-47	13.15	1+	0+	normale
47-48	-14.12	1-	0-	normale
48-49	-0.43	0-	0-	normale
49-50	2.13	0+	0+	normale
50-51	0.21	0+	0-	normale
51-52	-5.84	0-	0-	normale
52-53	24.52	1+	1+	humide
53-54	13.41	1+	0+	normale
54-55	9.73	0+	0+	normale
55-56	11.71	1+	0+	normale
56-57	15.17	1+	0+	normale
57-58	35.51	1+	1+	humide
58-59	19.78	1+	0+	normale
59-60	15.98	1+	0+	normale
60-61	-12.58	1-	0-	normale
61-62	-25.31	1-	1-	sèche
62-63	-0.58	0-	0-	normale
63-64	7.55	0+	0+	normale
64-65	-9.23	0-	0-	normale
65-66	0.24	0+	0+	normale
66-67	-8.34	0-	0-	normale
67-68	-17.90	1-	0-	normale
68-69	-18.40	1-	0-	normale
69-70	8.18	0+	0+	normale
70-71	-14.36	1-	0-	normale
71-72	-1.11	0-	0-	normale
72-73	11.09	1+	0+	normale
73-74	-1.58	0-	0-	normale
74-75	-20.69	1-	1-	sèche
75-76	-10.58	1-	0-	normale
76-77	-2.73	0-	0-	normale
77-78	-33.84	1-	1-	sèche
78-79	-8.64	0-	0-	normale
79-80	-0.68	0-	0-	normale
80-81	2.08	0+	0+	normale
81-82	-9.35	0-	0-	normale
82-83	6.46	0+	0+	normale
83-84	-23.58	1-	1-	sèche
84-85	21.84	1+	1+	humide
85-86	-6.02	0-	0-	normale
86-87	6.10	0+	0+	normale
87-88	-19.42	1-	0-	normale
88-89	-9.39	0-	0-	normale
89-90	-15.84	1-	0-	normale
90-91	-5.49	0-	0-	normale

<b>91-92</b>	3.16	0+	0+	normale
<b>92-93</b>	5.47	0+	0+	normale
<b>93-94</b>	-21.05	1-	1-	sèche
<b>94-95</b>	-20.56	1-	1-	sèche
<b>95-96</b>	-1.08	0-	0-	normale
<b>96-97</b>	-3.19	0-	0-	normale
<b>97-98</b>	0.82	0+	0+	normale
<b>98-99</b>	6.07	0+	0+	normale
<b>99-00</b>	-11.14	1-	0-	normale
<b>00-01</b>	-27.03	1-	1-	sèche
<b>01-02</b>	-18.16	1-	0-	normale
<b>02-03</b>	11.12	1+	0+	normale
<b>03-04</b>	26.81	1+	1+	humide
<b>04-05</b>	12.81	1+	0+	normale

,

**Tableau N° B . 5 : l'écart et l'indice pluviométrique de la région de l 'Ouest  
( 1936-2004)**

Années	Ecart pluviométrique	Indice pluviométrique Seuil de 10%	Indice pluviométrique Seuil de 20%	Etat de l'année pour ( $\alpha = 20\%$ )
1936 -1937	15.40	1+	0+	normale
1937 -1938	1.64	0+	0+	normale
1938-1939	12.78	1+	0+	normale
1939-1940	1.26	0+	0+	normale
1940-1941	1.50	0+	0+	normale
1941-1942	-6.94	0-	0-	normale
1942-1943	13.54	1+	0+	normale
1943-1944	21.01	1+	1+	humide
1944-1945	-36.94	1-	1-	sèche
1945-1946	9.38	0+	0+	normale
1946-1947	-2.19	0-	0-	normale
1947-1948	16.45	1+	0+	normale
1948-1949	13.19	1+	0+	normale
1949-1950	10.55	1+	0+	normale
1950-1951	36.75	1+	1+	humide
1951-1952	48.88	1+	1+	humide
1952-1953	-8.90	0-	0-	normale
1953-1954	16.21	1+	0+	normale
1954-1955	20.68	1+	1+	humide
1955-1956	-0.18	0-	0-	normale
1956-1957	-7.46	0-	0-	normale
1957-1958	-0.98	0-	0-	normale
1958-1959	6.34	0+	0+	normale
1959-1960	8.8	0+	0+	normale
1960-1961	-12.41	1-	0-	normale
1961-1962	-18.35	1-	0-	normale
1962-1963	8.81	0+	0+	normale
1963-1964	-7.58	0-	0-	humide
1964-1965	20.61	1+	1+	humide
1965-1966	-28.60	1-	1-	sèche
1966-1967	17.23	1+	0+	normale
1967-1968	19.07	1+	0+	normale
1968-1969	17.97	1+	0+	normale
1969-1970	32.84	1+	1+	humide
1970-1971	0.26	0+	0+	normale
1971-1972	37.32	1+	1+	humide
1972-1973	12.59	1+	0+	normale
1973-1974	9.28	0+	0+	normale
1974-1975	6.20	0+	0+	normale
1975-1976	-2.10	0-	0-	normale
1976-1977	9.43	0+	0+	normale
1977-1978	-6.24	0-	0-	normale
1978-1979	-0.55	0-	0-	normale
1979-1980	14.53	1+	0+	normale
1980-1981	0.33	0+	0+	normale
1981-1982	-33.55	1-	1-	sèche
1982-1983	-16.46	1-	0-	normale
1983-1984	-21.38	1-	1-	sèche
1984-1985	1.45	0+	0+	normale
1985-1986	-8.29	0-	0-	normale
1986-1987	0.56	0+	0+	normale
1987-1988	-11.69	1-	0-	normale
1988-1989	-35.37	1-	1-	sèche
1989-1990	-26.43	1-	1-	sèche
1990-1991	-2.12	0-	0-	normale
1991-1992	-15.42	1-	0-	normale
1992-1993	-29.77	1-	1-	sèche
1993-1994	-3.64	0-	0-	normale

1994-1995	-30.34	1-	1-	sèche
1995-1996	-0.52	0-	0-	normale
1996-1997	-5.53	0-	0-	normale
1997-1998	-2.18	0-	0-	normale
1998-1999	-32.73	1-	1-	sèche
1999-2000	1.53	0+	0+	normale
2000-2001	-27.47	1-	1-	sèche
2001-2002	5.94	0+	0+	normale
2002-2003	-24.69	1-	1-	sèche
2003-2004	10.71	1+	0+	normale
2004-2005	12.99	1+	0+	normale

**Tableau N° B . 6 : Ecart pluviométrique des stations de nord Algérien**

A / S	Bli	Bou	Alg	boum	Mede	tipaz	tizi	beja	tebes	jijel	setif	skikd	Anna	const	telem	Tiar	Saida	sba	most	m	oran
36-37	-44.8	-14.38	18.91	15.99	-22.79	5.14	-14.35	2.73	-35.34	22.57	19.58	0.49	17.16	-13.22	23.11	-50.22	25.83	-6.26	-37.44	97.25	73.89
37-38	-30.23	-13.77	-1	17.26	-2.4	7.11	-13.74	-7.32	-55.94	43.38	-12.85	-10.66	-24.29	-28.62	45.78	-27.22	33.19	9.92	-42.14	16.92	-20.99
38-39	7.03	80.8	-29.35	-19.56	49.71	43.86	80.86	9.06	36.67	26.66	6.22	0.75	16.33	-12.79	72.7	-7.04	25.84	8.19	-11.61	11.39	-14.86
39-40	-52.24	-2.77	-16.99	21.42	-33.19	-25.13	-2.74	62.22	-27.18	57.68	20.59	27.35	46.52	14.62	46.45	-12	5.18	-4.97	-21.48	8.18	-17.43
40-41	-59.15	-25.11	-6.61	7.47	-42.86	-28.72	-15.08	35.56	23.47	28.35	22.15	36.78	54.73	-9.92	45.85	-10.38	-1.3	14.31	-48.81	31.46	-26.68
41-42	-44.66	-35.15	-15.40	9.3	-22.59	66.46	-35.12	-1.17	6.21	49.13	-3.34	14.69	10.64	1.75	-21.94	1.61	10.28	-28.48	9.86	34.3	-48.08
42-43	-51.08	-12.18	-9.23	-16.6	-31.57	26.18	-12.15	-1.26	-33.02	41.29	-11.56	11.71	20.69	-4.95	18.64	-5.16	-9.41	7.54	36.6	50.2	-2.93
43-44	-51.16	-22.37	41.92	-18.9	-31.68	-37.52	-22.34	-1.33	-19.66	11.97	7.59	8.7	2.11	-35.24	-6.69	-20.8	-7.58	33.34	54.25	44.8	60.48
44-45	-63.76	-9.30	-24.5	1.08	-49.31	13.92	-9.27	-1.42	-23.59	78.87	-10.14	5.73	10.26	-20.57	-47.78	-31.44	-19.02	-42.82	-20.73	-38.19	-54.21
45-46	-19.58	-4.13	-40.38	121.7	12.5	-7.75	-4.57	-1.48	-15.96	4.66	-21.09	2.76	-36.53	-21.62	40.76	28.2	-27.03	-0.06	8.17	38.13	-38.59
46-47	-39.72	-28.35	49.34	-8.21	-15.68	10.02	-23.87	-1.56	-35.99	42.07	33.97	-0.22	18.59	11.6	21.5	-42	18.69	-7.26	-17.99	15.7	5.09
47-48	-11.67	16.24	12.36	32.04	21.30	-1.45	15.84	-1.65	-53.47	2.21	-38.16	-3.2	-16.95	-33.55	36.63	11.64	-30.24	46.14	39.12	29.24	-28.68
48-49	6.03	18.07	-14.16	-25.72	43.91	-15.85	18.11	2.8	-6.38	17.83	18.97	-6.18	0.67	-45.19	14.86	-0.98	-15.04	11.91	20.81	30.52	28.6
49-50	-40.16	0.88	-33.81	-20.53	-11.39	-5.48	1.01	7.28	-8.76	20.96	0.94	9.2	22.75	-44.64	26.32	2.2	23.48	-6.99	-24.74	38.27	17.49
50-51	-20.44	-11.92	-13.49	-15.17	0.61	35.67	-12.11	11.74	-29.15	20.39	-38.59	11.02	-4.71	-21.48	62.88	26.56	24.18	49.47	28.53	15.7	43.81
51-52	103.07	28.76	3.68	-9.81	7.94	-41.94	28.45	16.19	-33.02	-8.69	3.69	-25.22	-7.21	5.61	61.99	54.62	21.71	56.69	90.34	35.72	11.93
52-53	25.47	17.99	9.88	-4.55	20.88	14.55	17.75	20.64	8.39	4.61	53.09	25.59	36.7	42.26	-29.37	-6.8	7.52	0.12	-26.1	-2.33	1.12
53-54	54.43	1.07	-23.52	0.68	25.98	12.91	0.07	25.12	62.43	-13.73	-15.96	12.03	34.63	11.19	19.78	22	-23.06	24.15	24.74	36.26	0.9
54-55	7.88	-3.78	28.26	9.3	-25.74	12.25	-1.85	29.55	-22.37	29.29	0.3	-10.3	-9.12	22.53	23.93	29.98	-47.37	21.08	26.34	21.66	53.72
55-56	-1.05	2.78	26.37	24.95	-0.48	-25.79	2.82	34	5.31	-0.17	20.03	4.48	4.31	17.04	8.37	29.24	-63.36	8.92	15.42	-17.26	-3.45
56-57	-31.42	-11.05	19.80	60.47	-12.53	29.22	-11.01	38.49	-12.32	4.62	1.97	38.33	10.62	-1.52	-3.83	-21.02	-60.4	-4.35	21.31	-20.39	28.79
57-58	18.86	11.02	6.91	11.6	15.47	21.83	11.06	42.92	39.86	22.63	47.14	46.25	25.01	34.87	-15.34	9.93	-45.63	-0.95	17.27	-12.1	31.64
58-59	26.93	2.62	-3.29	-35.51	-1.10	10.42	2.66	47.39	10.42	8.8	24.73	30.96	10.29	-5.36	4.08	4	-23.66	-0.49	26.70	-7.1	36.04
59-60	3.27	47.18	6.79	-0.85	-17.56	-34.56	47.23	11.7	47.2	7.15	38.19	-6.92	3.73	51.99	30.1	23.89	15.66	-2.15	-5.13	14.51	-21.4
60-61	94.10	42.04	-26.19	18.96	44.63	21.62	42.09	14.36	27.54	-24.01	-1.34	-36.18	-23.99	-20.84	-18.96	-23.62	17.88	2.42	-21.81	-21.35	-12.59
61-62	143.73	-1.38	-35.78	11.53	-16.62	14.63	-1.35	-45.31	-13.81	-8.67	-17.53	6.94	-58.51	-43.88	9.24	-24.36	-17.63	-33.87	-2.12	-36.46	-27.37
62-63	68.35	25.26	24.73	6.84	-14.34	4.92	25.3	-8.33	5.25	13.69	-6.08	-10.29	-7.18	7.58	39.04	-20.19	-25.09	23.8	27.63	-4.34	14.81
63-64	3.5	15.31	65.8	-17.97	17.43	-25.93	15.35	-3.98	68.02	9.29	-3.79	1.96	-5	15.01	-31.11	-44.18	-32.55	19.7	22.8	-10.99	31.39
64-65	39.95	-2.25	40.35	0.71	2.85	-1.94	-2.21	0.39	-22.46	-20.52	-3.79	1.67	-4.77	-19.79	66.21	27.51	-28.61	-0.66	-23.39	58.43	26.35
65-66	2.37	35.90	-27.43	-6.05	21.57	-9.93	35.95	-16.28	13.25	21.55	-30.63	-7.76	2.38	9.75	-52.82	-14.6	-59.75	4.48	-43.87	-29.59	-9.14

66-67	13.48	9.85	14.74	-20.36	-8.82	15.09	9.89	-15.57	69.97	-11.01	-27.11	0.09	-28.59	-16.84	-23.38	79.78	38.71	9.62	30.43	13.94	-31.01
67-68	3.74	5.21	16.52	15.96	-39.21	32.3	5.24	-0.84	-8.56	-38.79	-17.68	-30.05	-14.83	2.57	9.35	36.31	40.91	14.73	2.44	-11.2	41.65
68-69	44.38	0.19	-14.35	12.7	-34.92	24.33	0.22	-20.73	-3.81	-24.02	-43.40	8.56	-33.46	-14.76	-13.66	56.22	55.39	42.94	-20.73	23.14	-13.88
69-70	17.73	61.81	40.35	10.1	-30.58	-11.74	64.87	11.92	-29.66	19.95	34.98	-4.92	1.46	12.81	-3.65	56.62	17.37	24.74	29.3	31.46	72.71
70-71	-3.04	-15.63	-38.96	7.57	-48.28	32.88	-15.6	-8.05	-12.94	-15.37	-22.74	3.91	-29.52	-24.64	29	33.6	-27.62	-9.39	4.66	-13.2	-34.07
71-72	15.51	32.65	-17.98	4.87	26.42	22.27	16.24	-20.92	-15.48	6.43	8.52	0.81	-7.6	24.99	19.85	96.11	39.14	35.82	-40.51	33.3	66.67
72-73	7.57	5.12	143.36	2.34	28.09	1.29	15.96	14.23	44.27	15.25	3.89	-14.11	-6.55	40.99	24.76	50.62	-13.91	22.86	-40.51	7.1	20.17
73-74	51.72	39.65	83.93	-8.98	-2.4	-8.19	39.7	18.76	61.16	-8.88	-38.16	-32.69	9.75	-4.11	-4.68	8.11	11.74	28.49	-17.39	21.47	20.5
74-75	10.11	-18.12	0.48	9.54	-19.2	30.8	-18.09	11.84	-23.39	-22.49	-23.42	-32.56	-32.05	-34.39	3.53	32.18	-37.24	6.52	-26.87	30.27	21.89
75-76	10.96	-19	8.64	25.88	15.67	-11.05	-18.97	-6.68	-0.37	-1.17	24.13	-24.03	38.44	13.08	11.37	34.02	-52.34	-5.28	-29.25	8.77	24.93
76-77	-59.33	-27.55	34.58	84.05	-12.21	-14.52	-27.53	7.05	40.76	-33.47	-38.06	-35.49	12.44	68.01	5.62	36.76	-41.4	13.31	21.67	-1.36	16.01
77-78	-56.78	-19.85	-27.96	48.65	-32.09	14.23	-19.82	-33.48	-26.61	-60.49	42.19	-7.95	-22.98	-33.2	-23.02	38.49	-2.74	-26.53	-5.38	-17.89	-13.19
78-79	-40.9	-14.47	2.16	31.24	-15.71	-2.36	-14.44	-12.93	-7.71	-11.77	1.1	8.48	-22.47	-10.9	-6.33	43.44	-16.33	-19.15	17.88	-7.24	-27.94
79-80	-49.92	-5.03	16.05	16.49	4	15.38	-5	-19.76	14.92	-19.65	-15.23	5.63	16.29	37.39	-26.55	39.93	24.04	13.29	30.1	7.07	17.54
80-81	-31.78	12.27	2.35	16.99	-28.03	-35.08	12.31	8.13	-0.4	-1.55	34.17	-11.84	-4.59	5.79	15.25	-14.31	24.24	-14.83	25.62	-27.63	-1.59
81-82	27.43	-19.16	-40.15	-2.85	-7.78	-14.11	19.13	33.85	-24.92	-13.03	23.19	32.47	-15.54	5.77	-45.51	2.02	-9.43	-43.01	-57.41	35.29	47.84
82-83	-28.2	2.72	20.03	-6.68	-27	-11.01	2.76	29.57	11.19	-36.39	42.44	-34	47.36	29.04	-45.94	-52.73	63.24	-23.65	11.9	-26.8	-12.23
83-84	-13.01	-15.06	-38.65	13.73	-42.75	19.37	-15.03	62.45	-38.16	-25.7	-49.39	50.77	-12.14	-50.62	2.61	-0.89	-54.41	-38.85	0.09	-20.24	-53.01
84-85	3.09	27.87	9.11	-19.7	-13.38	-13.45	27.92	29.71	-7.32	-5.51	32.3	-15.67	69.37	69.24	-27.21	-19.49	41.1	11.1	22.14	-12.04	11.88
85-86	10.65	10.22	-18.70	-3.82	-24.07	9.13	10.26	-3.5	-12.18	-14.79	3.89	12.62	-17.03	-9.57	9.49	-26.44	-19.93	-7.12	28.69	-14.22	-29.8
86-87	-4.26	33.26	22.51	-19.8	-19.57	-30.61	33.31	9.12	-7.23	-6.69	9.33	6.15	24.84	8.89	-6.37	5.53	63.20	-18.61	-11.96	-10.31	7.69
87-88	0.54	-29.93	-34.51	12.23	-43.11	-13.01	-29.91	-12.8	-25.93	-41.42	-19.07	-7.35	-13.09	-8.93	-45.58	15.76	13.17	-40.74	-3	-3.92	-11.88
88-89	8.81	-15.12	-24.74	-15.04	-39.56	-35.44	15.09	-9.62	-0.93	-6.63	7.38	-29.19	-12.35	0.19	-41.17	29.27	26.73	39.12	42.17	40.09	27.91
89-90	-50.69	-37.76	-50.14	-53.06	-17.33	-27.26	37.74	42.31	10.62	37.08	38.19	22.05	-19.09	27.62	18.23	37.22	15.79	25.75	22.67	37.45	25.37
90-91	-10.15	4.83	-6.42	-39.64	-29.96	-15.69	4.87	-11.8	82.66	-6.73	-17.53	19.36	10.46	16.96	-0.94	-34.07	2.24	-1.62	1.15	1.42	25.1
91-92	-8.73	2.97	0.97	-17.27	-4.58	-34.8	3.01	-8.32	30.9	2.99	1.47	15.05	-6.43	-0.43	-20.47	-17.16	25.35	-38.23	-18.66	-25.89	-4.02
92-93	65.52	1.58	-21.02	-21.33	78.25	-48.41	1.61	-3.92	27.06	-16.62	27.77	-19.02	12.02	47.52	-23.18	33.42	3	52.31	44.79	45.32	-7.12
93-94	10.08	-22.92	-40.2	-27.99	0.43	10.47	-22.89	30.22	43.79	-26.65	-19.09	-4.23	-8.71	-21.68	-32.26	41.49	-3.65	-37.75	-36.77	39.75	-15.27
94-95	-13.01	11.73	-15.47	-25.36	21.69	-2.67	11.77	-31.32	-32.8	-7.98	-31.06	-16.5	-27.31	-8.15	-17.17	43.64	-8.75	-27.77	47.28	26.63	-36.7
95-96	3.09	14.52	-29.46	-9.81	44.2	-17.35	14.56	-19	15.06	7.42	6.83	0.38	-10.07	4.25	1.10	-37.04	15.8	1.21	40.92	15.87	-29.34
96-97	10.65	-27.26	13.46	-50.39	54.78	12.25	-27.23	-1.83	-1.19	-34.87	12.01	-1.5	12.63	20.96	-27.81	-4.42	81	-17.96	-6.93	-38.16	-5.28
97-98	-4.26	63.48	21.74	-18.76	33.91	-23.49	63.54	-19.62	6.67	-4.72	1.77	10.77	21.84	-1.19	2.45	27.8	26.19	-22.30	-6.52	-24.11	-21.92
98-99	0.54	-6.03	-39.35	-46.73	40.63	4.15	-5.99	2.13	-4.52	2.82	17.68	-1.05	19.17	11.17	-33.79	-41.49	-41.56	-6.72	-17.63	50.17	38.04

<b>99-00</b>	8.81	-48.25	-1.3	-37.54	52.2	12.72	-48.24	-12.85	22.09	-23.98	-2.63	-35.5	7	0.23	-7.61	-24.09	26.56	15.39	18.38	-21.61	15.13
<b>00-01</b>	-50.69	-43.73	-27.54	1.35	-31.02	-48.91	-43.71	-55.19	-5.25	-23.4	-16.24	-22.2	-20.15	-27.19	-48.01	-65.78	-28.51	13.26	16.19	-38.36	-28.98
<b>01-02</b>	-10.15	-27.61	-28.92	1.84	25.69	-6.92	-27.59	-25.73	-38.62	-21.93	-36.44	17.09	-27.96	-9.65	-22.56	-16.93	-0.92	41.24	44.9	-27.88	31.91
<b>02-03</b>	-8.73	-17.20	14.23	-12.47	27.67	-5.44	-17.17	19.35	24.52	7.99	6.22	25.34	-2.55	-4.8	-30.95	-32.69	-7.85	-17.1	-14.95	-34.41	-29.06
<b>03-04</b>	65.52	-36.27	-3.19	-0.89	131.53	71.47	-36.25	30.63	33.28	18.42	53.09	19.03	7.27	49.63	0.5	7.8	46.38	6.01	8.75	7.75	7.01
<b>04-05</b>	10.08	-25.18	19.02	-28.72	53.98	14.04	-25.15	1.73	-8.19	7.78	11.73	-2.28	32.21	36.65	-6.76	-26.2	57.75	29.62	32.98	21.01	3.97

**Tableau N° B . 7 : Ecart pluviométrique du nord Algérien  
( méthode des indices de l'écart à la moyenne Em )**

années	Centre	Est	Ouest
1 936	- 89,28	35,99	55,09
1 937	- 96,22	- 37,71	3,33
1 938	254,06	78,20	45,22
1 939	- 138,87	240,69	1,88
1 940	- 224,53	192,80	2,78
1 941	- 155,32	97,84	- 28,95
1 942	- 105,05	63,35	48,10
1 943	- 194,40	- 4,53	76,20
1 944	- 149,77	95,03	- 141,82
1 945	- 60,30	- 62,79	32,44
1 946	- 137,99	85,47	- 11,09
1 947	15,58	- 91,76	59,03
1 948	- 3,55	- 2,81	46,75
1 949	- 102,65	13,81	36,84
1 950	9,55	- 1,37	135,40
1 951	197,00	- 37,94	181,02
1 952	82,65	159,33	- 36,32
1 953	54,60	87,15	58,13
1 954	11,98	63,23	74,95
1 955	- 21,05	76,10	- 3,53
1 956	- 17,78	98,57	- 30,93
1 957	144,29	230,73	- 6,54
1 958	68,67	128,55	21,00
1 959	141,37	103,82	30,26
1 960	177,07	- 81,71	- 49,54
1 961	216,84	- 164,48	- 71,90
1 962	182,67	- 3,76	30,28
1 963	139,10	49,04	- 31,37
1 964	35,57	- 60,00	74,68
1 965	- 8,10	1,57	- 110,45
1 966	218,79	- 54,18	61,96
1 967	145,91	- 116,32	68,88
1 968	53,42	- 119,57	64,75
1 969	- 12,83	53,16	120,69
1 970	- 15,37	- 93,28	- 1,90
1 971	65,21	- 7,21	137,55
1 972	74,77	72,05	44,51

1 973	116,62	- 10,28	32,06
1 974	168,54	- 134,43	20,46
1 975	- 55,93	- 68,75	- 10,76
1 976	- 91,25	- 17,74	32,62
1 977	- 153,53	- 219,90	- 26,33
1 978	- 78,80	- 56,14	- 4,93
1 979	- 32,45	- 4,41	51,80
1 980	- 16,48	13,50	- 1,60
1 981	- 100,68	- 60,74	- 129,07
1 982	27,27	42,00	- 64,77
1 983	- 103,70	- 153,21	- 83,29
1 984	126,60	141,92	2,58
1 985	114,97	- 39,13	- 34,06
1 986	104,55	39,63	- 0,74
1 987	- 116,02	- 126,20	- 46,83
1 988	- 70,37	- 61,03	- 135,92
1 989	- 252,52	- 102,90	- 102,27
1 990	- 7,97	- 35,67	- 10,83
1 991	- 67,32	20,50	- 60,89
1 992	54,39	35,53	- 114,87
1 993	- 36,90	- 136,78	- 118,13
1 994	- 8,15	- 133,57	- 117,01
1 995	80,84	- 7,00	- 4,82
1 996	- 13,77	- 20,71	- 23,67
1 997	171,49	5,30	- 11,07
1 998	8,62	39,43	- 125,99
1 999	- 70,47	- 72,37	2,88
2 000	- 273,63	- 175,64	- 106,19
2 001	- 105,83	- 118,01	19,50
2 002	- 83,85	72,27	- 95,74
2 003	68,77	174,17	37,44
2 004	- 56,68	83,24	46,00

**Tableau N° B.7 :**  
**Ecart et l'indice pluviométrique pour 10%**

An/ sta	Bli	Bo	Alg	Bo	Med	tip	tizi-	bej	tebe	jijel	setif	skik	Ann	const	tele	Tiar	Said	sba	mosta	masc	oran
36-37	1-	1-	1+	1+	1-	0+	1-	0+	1-	1+	1+	0+	1+	1-	1+	1-	1+	0-	1-	1+	1+
37-38	1-	1-	0-	1+	0-	0+	1-	0-	1-	1+	1-	1-	1-	1-	1+	1-	1+	0+	1-	1+	1-
38-39	0+	1+	1-	1-	1+	1+	1+	0+	1+	1+	0+	0+	1+	1-	1+	0-	1+	0+	1-	1+	1-
39-40	1-	0-	1-	1+	1-	1-	0-	1+	1-	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1-	0+	0-	1-	0+	1-
40-41	1-	1-	0-	0+	1-	1-	1-	1+	1+	1+	1+	1+	1+	0-	1+	1-	0-	1+	1-	1+	1-
41-42	1-	1-	1-	0+	1-	1+	1-	1+	0+	1+	0-	1+	1+	0+	1-	0+	1+	1-	0+	1+	1-
42-43	1-	1-	0-	1-	1-	1+	1-	1+	1-	1+	1-	1+	1+	0-	1+	0-	0-	0+	1+	1+	0-
43-44	1-	1-	1+	1-	1-	1-	1-	1+	1-	1+	0+	0+	0+	1-	0-	1-	0-	1+	1+	1+	1+
44-45	1-	0-	1-	0+	1-	1+	0-	1+	1-	1+	1-	0+	1+	1-	1-	1-	1-	1-	1-	1-	1-
45-46	1-	0-	1-	1+	1+	0-	0-	1+	1-	0+	1-	0+	1-	1-	1+	1+	1-	0-	0+	1+	1-
46-47	1-	1-	1+	0-	1-	1+	1-	1+	1-	1+	1+	0-	1+	1+	1+	1-	1+	0-	1-	1+	0+
47-48	1-	1+	1+	1+	1+	0-	1+	1+	1-	0+	1-	0-	1-	1-	1+	1+	1-	1+	1+	1+	1-
48-49	0+	1+	1-	1-	1+	1-	1+	0+	0-	1+	1+	0-	0+	1-	1+	0-	1-	1+	1+	1+	1+
49-50	1-	0+	1-	1-	1-	0-	0+	0+	0-	1+	0+	0+	1+	1-	1+	0+	1+	0-	1-	1+	1+
50-51	1-	1-	1-	1-	0+	1+	1-	1+	1-	1+	1-	1+	0-	1-	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+
51-52	1+	1+	0+	0-	0+	1-	1+	1+	1-	0-	0+	1-	0-	0+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+
52-53	1+	1+	0+	0-	1+	1+	1+	1+	0+	0+	1+	1+	1+	1+	1-	0-	0+	0+	1-	0-	0+
53-54	1+	0+	1-	0+	1+	1+	0+	1+	1+	1-	1-	1+	1+	1+	1+	1+	1-	1+	1+	1+	0+
54-55	0+	0-	1+	0+	1-	1+	0-	1+	1-	1+	0+	1-	0-	1+	1+	1+	1-	1+	1+	1+	1+
55-56	0-	0+	1+	1+	0-	1-	0+	1+	0+	0-	1+	0+	0+	1+	0+	1+	1-	0+	1+	1-	0-
56-57	1-	1-	1+	1+	1-	1+	1-	1+	1-	0+	0+	1+	1+	0-	0-	1-	1-	0-	1+	1-	1+
57-58	1+	1+	0+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1-	0+	1-	0-	1+	1-	1+
58-59	1+	0+	0-	1-	0-	1+	0+	1+	1+	0+	1+	1+	1+	0-	0+	0+	1-	0-	1+	0-	1+
59-60	0+	1+	0+	0-	1-	1-	1+	1+	1+	0+	1+	0-	0+	1+	1+	1-	1+	0-	0-	1+	1-
60-61	1+	1+	1-	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1-	0-	1-	1-	1-	1-	1-	1+	0+	1-	1-	1-
61-62	1+	0-	1-	1+	1-	1+	0-	1+	1-	0-	1-	0+	1-	1-	0+	1-	1-	1-	0-	1-	1-
62-63	1+	1+	1+	0+	1-	0+	1+	0-	0+	1+	0-	1-	0-	0+	1+	1-	1-	1+	1+	0-	1+
63-64	0+	1+	1+	1-	1+	1-	1+	0-	1+	0+	0-	0+	0-	1+	1-	1-	1-	1+	1+	1-	1+
64-65	1+	0-	1+	0+	0+	0-	0-	0+	1-	1-	0-	0+	0-	1-	1+	1+	1-	0-	1-	1+	1+
65-66	0+	1+	1-	0-	1+	0-	1+	1-	1+	1+	1-	0-	0+	0+	1-	1+	1-	0+	1-	1-	0-
66-67	1+	0+	1+	1-	0-	1+	0+	1-	1+	1-	1-	0+	1-	1-	1-	1+	1+	0+	1+	1-	1-
67-68	0+	0+	1+	1+	1-	1+	0+	0-	0-	1-	1-	1-	0+	0+	1+	1+	1+	1+	0+	1-	1+
68-69	1+	0+	1-	1+	1-	1+	0+	1-	0-	1-	1-	0+	1-	1-	1-	1+	1+	1+	1-	1+	1-
69-70	1+	1+	1+	1+	1-	1+	1+	1+	1-	1+	1+	0-	0+	1+	0-	1+	1+	1+	1+	1+	1+
70-71	0-	1-	1-	0+	1-	1+	1-	0-	1-	1-	1-	0+	1-	1-	1+	1+	1-	0-	0+	1-	1-
71-72	1+	1+	1-	0+	1+	1+	1+	1-	1-	0+	0+	0+	0-	1+	1+	1+	1+	1+	1-	1+	1+
72-73	0+	0+	1+	0+	1+	0+	1+	1+	1+	1+	0+	1-	0-	1+	1+	1+	1-	1+	1-	0+	1+
73-74	1+	1+	1+	0-	0-	0-	1+	1+	1+	0-	1-	1-	0+	0-	0-	0+	1+	1+	1-	1+	1+
74-75	1+	1-	0+	0+	1-	1+	1-	1+	1-	1-	1-	1-	1-	1-	0+	1+	1-	0+	1-	1+	1+
75-76	1+	1-	0+	1+	1+	1-	1-	0-	0-	0-	1+	1-	1-	1-	1-	1+	1-	0-	1-	0+	1+
76-77	1-	1-	1+	1+	1-	1-	1-	0+	1+	1-	1-	1-	1+	1+	0+	1+	1-	1+	1+	0-	1+
77-78	1-	1-	1-	1+	1-	1+	1-	1-	1-	1-	1-	0-	1-	1-	1-	1+	0-	1-	0-	1-	1-
78-79	1-	1-	0+	1+	1-	0-	1-	1-	0-	1-	0+	0+	1-	1-	0-	1+	1-	1-	1+	0+	1-
79-80	1-	0-	1+	1+	0+	1+	0-	1-	1+	1-	1-	0+	1+	1+	1-	1+	1+	1+	1+	0+	1+
80-81	1-	1+	0+	1+	1-	1-	1+	0+	0-	0-	1+	1-	0-	0+	1+	1-	1+	1-	1+	1-	0-
81-82	1+	1-	1-	0-	0-	1-	1-	1-	1-	1-	1-	1+	1-	0+	1-	0+	0-	1-	1-	1-	1-
82-83	1-	0+	1+	0-	1-	1-	0+	1+	1+	1-	1+	1-	1+	1+	1-	1-	1+	1-	1+	1-	1-
83-84	1-	1-	1-	1+	1-	1+	1-	1-	1-	1-	1-	1+	1-	1-	0+	0-	1-	1-	0+	1-	1-
84-85	0+	1+	0+	1-	1-	1-	1+	1+	1-	0-	1+	1-	1+	1+	1-	1-	1+	1+	1+	1-	1+
85-86	1+	1+	1-	0-	1-	0+	1+	0-	1-	1-	0+	1+	1-	0-	0+	1-	1-	0-	1+	1-	1-
86-87	0-	1+	1+	1-	1-	1-	1+	0+	0-	0-	0+	0+	1+	0+	0-	0+	1+	1-	1-	1-	0+
87-88	0+	1-	1-	1+	1-	1-	1-	1-	1-	1-	1-	0-	1-	0-	1-	1+	1+	1-	0-	0-	1-
88-89	0+	1-	1-	1-	1-	1-	1-	0-	0-	0-	0+	1-	1-	0+	1-	1-	1-	1-	1-	1-	1-
89-90	1-	1-	1-	1-	1-	1-	1-	1-	1-	1-	1+	1+	1-	1-	1-	1-	1-	1-	1-	1-	1-
90-91	1-	0+	0-	1-	1-	1-	0+	1-	1+	0-	1-	1-	1-	1-	0-	1-	0+	0-	0+	0+	1+
91-92	0-	0+	0+	1-	0-	1-	0+	0-	1+	0+	0+	1+	-0+	0-	1-	1-	1+	1-	1-	1-	0-
92-93	1+	0+	1-	1-	1+	1-	0+	0-	1+	1-	1+	1-	1+	1+	1-	1-	0+	1-	1-	1-	0-
93-94	1+	1-	1-	1-	0+	1+	1-	1-	1-	1-	1-	0-	0-	1-	1-	1-	0-	1-	1-	1-	1-

<b>94-95</b>	1-	0+	1-	1-	1+	0-	1+	1-	1-	0-	1-	1-	1-	0-	1-	1-	0-	1-	1-	1-	1-
<b>95-96</b>	0+	1+	1-	0-	1+	1-	1+	1-	1+	0+	0+	0+	1-	0+	0+	1-	1+	0+	1+	1+	1-
<b>96-97</b>	1+	1-	1+	1-	1+	1+	1-	0-	0-	1-	1+	0-	1+	1+	1-	0-	1+	1-	0-	1-	0-
<b>97-98</b>	0-	1+	1+	1-	1+	1-	1+	1-	0+	0-	0+	1+	1+	0-	0+	1+	1+	1-	0-	1-	1-
<b>98-99</b>	0+	0-	1-	1-	1+	0+	0-	0+	0-	0+	1+	0-	1+	1+	1-	1-	1-	0-	1-	1-	1-
<b>99-00</b>	0+	1-	0-	1-	1+	1+	1-	1-	1+	1-	0-	1-	0+	0+	0-	1-	1+	1+	1+	1-	1+
<b>00-01</b>	1-	1-	1-	0+	1-	1-	1-	1-	0-	1-	1-	1-	1-	1-	1-	1-	1+	1+	1+	1-	1-
<b>01-02</b>	1-	1-	1-	0+	1+	0-	1-	1-	-1	1-	1-	1+	1-	0-	1-	1-	0-	1+	1+	1-	1+
<b>02-03</b>	0-	1-	1+	1-	1+	0-	1-	1+	1-	0+	0+	1+	0-	0-	1-	1-	0-	1-	1-	1-	1-
<b>03-04</b>	1+	1-	0-	0-	1+	1+	1-	1+	1-	1+	1+	1+	0+	1+	0+	0+	1+	0+	0+	0+	0+
<b>04-05</b>	1+	1-	1+	1-	1+	1+	1-	0+	0-	0+	1+	0-	1+	1+	0-	1-	1+	1+	1+	1+	0+

**Tableau N° B . 8 : Ecart et l'indice pluviométrique pour 20%**

An/ sta	Bli	Bo	Alg	Bou	Med	tifa	tizi-	beja	tebe	jijel	setif	skik	Ann	cons	tele	Tiar	Said	sba	most	mas	oran
36 -37	1-	0-	0+	0+	1-	0+	0-	0+	1-	1+	0+	0+	0+	0-	1+	1-	1+	0-	1-	1+	1+
37 -38	1-	0-	-1	0+	0-	0+	0-	0-	1-	1+	0-	0-	1-	1-	1+	1-	1+	0+	1-	0+	1-
38-39	0+	1+	1-	0-	1+	1+	1+	0+	1+	1+	0+	0+	0+	0-	1+	0-	1+	0+	0-	0+	0-
39-40	1-	0-	0-	1+	1-	1-	0-	1+	1-	1+	1+	1+	1+	0+	1+	0-	0+	0-	1-	0+	0-
40-41	1-	1-	0-	0+	1-	1-	0-	1+	1+	1+	1+	1+	1+	0-	1+	0-	0-	0+	1-	1+	1-
41-42	1-	1-	0-	0+	1-	1+	1-	0-	0-	1+	0-	0+	0+	0+	1-	0+	0+	1-	0+	1+	1-
42-43	1-	0-	0-	0-	1-	1+	0-	0-	1-	1+	0-	0+	1+	0-	0+	0-	0-	0+	1+	1+	0-
43-44	1-	1-	1+	0-	1-	1-	1-	0-	0-	0+	0+	0+	0+	1-	0-	1-	0-	1+	1+	1+	1+
44-45	1-	0-	1-	0+	1-	0+	0-	0-	1-	1+	0-	0+	0+	1-	1-	1-	0-	1-	1-	1-	1-
45-46	0-	0-	1-	1+	0+	0-	0-	0-	0-	0+	1-	0+	1-	1-	1+	1+	1-	0-	0+	1+	1-
46-47	1-	1-	1+	0-	0-	0+	1-	0-	1-	1+	1+	0-	0+	0+	1+	1-	0+	0-	0-	0+	0+
47-48	0-	0+	0+	1+	1+	0-	0+	0-	1-	0+	1-	0-	0-	1-	1+	0+	1-	1+	1+	1+	1-
48-49	0+	0+	0-	1-	1+	0-	0+	0+	0-	0+	0+	0-	0+	1-	0+	0-	0-	0+	1+	1+	1+
49-50	1-	0+	1-	1-	0-	0-	0+	0+	0-	1+	0+	0+	1+	1-	1+	0+	1+	0-	1-	1+	0+
50-51	1-	0-	0-	0-	0+	1+	0-	0+	1-	1+	1-	0+	0-	1-	1+	1+	1+	1+	1+	0+	1+
51-52	1+	1+	0+	0-	0+	1-	1+	0+	1-	0+	0+	1-	0-	0+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	0+
52-53	1+	0+	0+	0-	1+	0+	0+	1+	0+	0+	1+	1+	1+	1+	1-	0-	0+	0+	1-	0-	0+
53-54	1+	0+	1-	0+	1+	0+	0+	1+	1+	0-	0-	0+	1+	0+	0+	1+	1-	1+	1+	1+	0+
54-55	0+	0-	1+	0+	1-	0+	0-	1+	1-	1+	0+	0-	0-	1+	1+	1+	1-	1+	1+	1+	1+
55-56	0-	0+	1+	1+	0-	1-	0+	1+	0+	0-	1+	0+	0+	0+	0+	1+	1-	0+	0+	0-	0-
56-57	1-	0-	0+	1+	0-	1+	0-	1+	0-	0+	0+	1+	0+	0-	0-	1-	1-	0-	1+	1-	1+
57-58	0+	0+	0+	0+	0+	1+	0+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	0-	0+	1-	0-	0+	0-	1+
58-59	1+	0+	0-	1-	0-	0+	0+	1+	1+	1+	1+	1+	0+	0+	0+	1-	0-	1+	0-	1+	
59-60	0+	1+	0+	0-	0-	1-	0+	0+	1+	0+	1+	0-	0+	1+	1+	1+	0+	0-	0-	0+	1-
60-61	1+	1+	1-	0+	1+	1+	0+	0+	1+	1-	0-	1-	1-	1-	0-	1-	0+	0+	1-	1-	0-
61-62	1+	0-	1-	0+	0-	0+	0-	1-	0-	0-	0-	0+	1-	1-	0+	1-	0-	1-	0-	1-	1-
62-63	1+	1+	1+	0+	0-	0+	1+	0-	0+	0-	0-	0-	0-	0+	1+	1-	1-	1+	1+	0-	0+
63-64	0+	0+	1+	0-	0+	1-	0+	0-	1+	0+	0-	0+	0-	0+	1-	1-	1-	0+	1+	0-	1+
64-65	1+	0-	1+	0+	0+	0-	0-	0+	1-	1-	0-	0+	0-	0-	1+	1+	1-	0-	1-	1+	1+
65-66	0+	1+	1-	0-	1+	0-	1+	0-	0+	1+	1-	0-	0+	0+	1-	0-	1-	0+	1-	1-	0-
66-67	0+	0+	0+	1-	0-	0+	0+	0-	1+	0-	1-	0+	1-	0-	1-	1+	1+	0+	1+	0+	1-
67-68	0+	0+	0+	0+	1-	1+	0+	0-	0-	1-	0-	1-	0-	0+	0+	1+	1+	0+	0+	0-	1+
68-69	1+	0+	0-	0+	1-	1+	0+	1-	0-	1-	1-	0+	1-	0-	0-	1+	1+	1+	1-	1+	0-
69-70	0+	1+	1+	0+	1-	0-	1+	0+	1-	0+	1+	0-	0+	0+	0-	1+	0+	1+	1+	1+	1+
70-71	0-	0-	1-	0+	1-	1+	0-	0-	0-	0-	1-	0+	1-	1-	1+	1+	1-	0-	0+	0-	1-
71-72	0+	1+	0-	0+	1+	1+	0+	1-	0-	0+	0+	0+	0-	1+	0+	1+	1+	1+	1-	1+	1+
72-73	0+	0+	1+	0+	1+	0+	0+	0+	1+	0+	0+	0-	0-	1+	1+	1+	0-	1+	1-	0+	1+
73-74	1+	1+	1+	0-	0-	0-	1+	0+	1+	0-	1-	1-	0+	0-	0-	0+	0+	1+	0-	1+	1+
74-75	0+	0-	0+	0+	0-	1+	0-	0+	1-	1-	1-	1-	1-	1-	0-	1+	1-	0+	1-	1+	1+
75-76	0+	0-	0+	1+	0+	0-	0-	0-	0-	0-	1+	1-	1-	0-	0-	1+	1-	0-	1-	0+	1+
76-77	1-	1-	1+	1+	0-	0-	1-	0+	1+	1-	1-	1-	0+	1+	0+	1+	1-	0+	1+	0-	0-
77-78	1-	0-	1-	1+	1-	0+	0-	1-	1-	1-	1-	0-	1-	1-	1-	1+	0-	1-	0-	0-	0-
78-79	1-	0-	0+	1+	0-	0-	0-	0-	0-	0-	0+	0+	1-	0-	0-	1+	0-	0-	0+	0-	1-
79-80	1-	0-	0+	0+	0+	0+	0-	0-	0+	0-	0-	0+	0+	1+	1-	1+	1+	0+	1+	0+	0+
80-81	1-	0+	0+	0+	1-	1-	0+	0+	0-	0-	1+	0-	0-	0+	0+	0-	1+	0-	1+	1-	0-
81-82	1+	1-	1-	0-	0-	0-	0-	1-	1-	0-	1-	1+	0-	0+	1-	0+	0-	1-	1-	1-	1-
82-83	1-	0+	1+	0-	1-	0-	0+	1+	0+	1-	1+	1-	1+	1+	1-	1-	1+	1-	0+	1-	0-
83-84	0-	0-	1-	0+	1-	0+	0-	1-	-1	1-	1-	1+	0-	1-	0+	0-	1-	1-	0+	1-	1-
84-85	0+	1+	0+	0-	0-	0-	1+	1+	0-	0-	1+	0-	1+	1+	1-	0-	1+	0+	1+	0-	0+
85-86	0+	0+	0-	0-	0-	0+	0+	0-	0-	0-	0+	0+	0-	0-	0+	1-	0-	0+	1+	0-	1-
86-87	0-	1+	1+	0-	0-	1-	1+	0+	0-	0-	0+	0+	1+	0+	0-	0+	1+	0-	0-	0-	0+
87-88	0+	1-	1-	0+	1-	0-	1-	0-	1-	1-	1-	0-	0-	0-	1-	0+	0+	1-	0-	0-	0-
88-89	0+	0-	1-	0-	1-	1-	0-	0-	0-	0-	0+	1-	0-	0+	1-	1-	1-	1-	1-	1-	1-
89-90	1-	1-	1-	1-	0-	1-	1-	1-	0-	1-	1+	1+	0-	1-	0-	1-	0-	1-	1-	1-	1-
90-91	0-	0+	0-	1-	1-	0-	0+	0-	1+	0-	0-	0-	0-	0-	0-	1-	0+	0-	0+	0+	1+
91-92	0-	0+	0+	0-	0-	1-	0+	0-	1+	0+	0+	0+	0-	0-	1-	-	1+	1-	0-	1-	0-
92-93	1+	0+	1-	1-	1+	1-	0+	0-	1+	0-	1+	0-	0+	1+	1-	1-	0+	1-	1-	1-	0-
93-94	0+	1-	1-	1-	0+	0+	1-	1-	1-	1-	0-	0-	0-	1-	1-	1-	0-	1-	1-	1-	0-
94-95	0-	0+	0-	1-	1+	0-	0+	1-	1-	0-	1-	0-	1-	0-	0-	1-	0-	1-	1-	1-	1-

<b>95-96</b>	0+	0+	1-	0-	1+	0-	0+	0-	0+	0+	0+	0+	0-	0+	0+	1-	0+	0+	1+	0+	1-
<b>96-97</b>	0+	1-	0+	1-	1+	0+	1-	0-	0-	1-	0+	0-	0+	1-	1-	0-	1+	0-	0-	1-	0-
<b>97-98</b>	0-	1+	1+	0-	1+	1-	1+	0-	0+	0-	0+	0+	1+	0-	0+	1+	1+	1-	0-	1-	1-
<b>98-99</b>	0+	0-	1-	1-	1+	0+	0-	0+	0-	0+	0-	0+	0+	1-	1-	1-	0-	0-	1-	1-	
<b>99-00</b>	0+	1-	0-	1-	1+	0+	1-	0-	1+	1-	0-	1-	0+	0+	0-	1-	1+	0+	0+	1-	0+
<b>00-01</b>	1-	1-	1-	0+	1-	1-	1-	1-	0-	1-	0-	1-	1-	1-	1-	1-	0+	0+	1-	1-	
<b>01-02</b>	0-	1-	1-	0+	1+	0-	1-	1-	1-	1-	0+	1-	0-	1-	0-	0-	1+	1+	1-	1+	
<b>02-03</b>	0-	0-	0+	0-	1+	0-	0-	0+	1+	0+	0+	1+	0-	0-	1-	1-	0-	0-	1-	1-	
<b>03-04</b>	1+	1-	0-	0-	1+	1+	1-	1+	1+	0+	1+	0+	0+	1+	0+	0+	1+	0+	0+	0+	
<b>04-05</b>	0+	1-	0+	1-	1+	0+	1-	0+	0-	0+	0+	0-	1+	1+	0-	1-	1+	1+	1+	0+	

**Tableau N° B . 9 : Probabilité conditionnelle d'ordre 1 pour une saison**

Stations	Probabilité conditionnelle d'ordre 01				
	Années	P <sub>00</sub>	P <sub>01</sub>	P <sub>10</sub>	P <sub>11</sub>
<b>Constantine</b>	<b>1936-1965</b>	0.46	0.53	0.23	0.76
	<b>1966-1975</b>	0.45	0.54	0.4	0.6
	<b>1976-1985</b>	0.15	0.85	0.2	0.8
	<b>1986-1995</b>	0.52	0.47	0.1	0.9
	<b>1996-2004</b>	0.43	0.57	0.22	0.77
<b>Annaba</b>	<b>1936-1965</b>	0.2	0.8	0.03	0.96
	<b>1966-1975</b>	0.44	0.55	0.1	0.9
	<b>1976-1985</b>	0.41	0.59	0	1
	<b>1986-1995</b>	0.47	0.52	0	1
	<b>1996-2004</b>	0.4	0.59	0.11	0.88
<b>Skikda</b>	<b>1936-1965</b>	0.36	0.63	0.03	0.96
	<b>1966-1975</b>	0.44	0.56	0.2	0.96
	<b>1976-1985</b>	0.44	0.56	0.1	0.9
	<b>1986-1995</b>	0.40	0.59	0	1
	<b>1996-2004</b>	0.43	0.57	0.1	0.9
<b>Sétif</b>	<b>1936-1965</b>	0.62	0.38	0.33	0.66
	<b>1966-1975</b>	0.65	0.35	0.6	0.4
	<b>1976-1985</b>	0.63	0.37	0.6	0.4
	<b>1986-1995</b>	0.53	0.47	0.6	0.4
	<b>1996-2004</b>	0.62	0.38	0.33	0.66
<b>jijel</b>	<b>1936-1965</b>	0.33	0.66	0.03	0.96
	<b>1966-1975</b>	0.4	0.6	0	1
	<b>1976-1985</b>	0.42	0.58	0.1	0.9
	<b>1986-1995</b>	0.4	0.6	0	1
	<b>1996-2004</b>	0.39	0.61	0	1
<b>Tébessa</b>	<b>1936-1965</b>	0.62	0.37	0.76	0.23
	<b>1966-1975</b>	0.58	0.42	0.7	0.3
	<b>1976-1985</b>	0.65	0.35	0.9	0.1
	<b>1986-1995</b>	0.62	0.38	0.5	0.5
	<b>1996-2004</b>	0.61	0.39	0.66	0.33
<b>Bejaia</b>	<b>1936-1965</b>	0.32	0.68	0.33	0.97
	<b>1966-1975</b>	0.36	0.64	0.1	0.9
	<b>1976-1985</b>	0.42	0.58	0.1	0.9
	<b>1986-1995</b>	0.37	0.63	0	1
	<b>1996-2004</b>	0.41	0.59	0.11	0.99
<b>Oran</b>	<b>1936-1965</b>	0.68	0.32	0.16	0.83
	<b>1966-1975</b>	0.56	0.44	0.5	0.5
	<b>1976-1985</b>	0.69	0.31	0.4	0.6

	<b>1986-1995</b>	0.7	0.3	0.2	0.8
	<b>1996-2004</b>	0.74	0.26	0.22	0.78
<b>Mscara</b>	<b>1936-1965</b>	0.61	0.39	0.23	0.76
	<b>1966-1975</b>	0.56	0.44	0.6	0.4
	<b>1976-1985</b>	0.66	0.34	0.3	0.7
	<b>1986-1995</b>	0.74	0.26	0.5	0.5
	<b>1996-2004</b>	0.69	0.3	0.44	0.55
<b>Mostaganem</b>	<b>1936-1965</b>	0.59	0.41	0.33	0.66
	<b>1966-1975</b>	0.35	0.65	0.2	0.8
	<b>1976-1985</b>	0.63	0.37	0.4	0.6
	<b>1986-1995</b>	0.71	0.29	0.3	0.7
	<b>1996-2004</b>	0.7	0.29	0.22	0.77
<b>Sidi bel abbesse</b>	<b>1936-1965</b>	0.62	0.38	0.2	0.8
	<b>1966-1975</b>	0.61	0.38	0.2	0.8
	<b>1976-1985</b>	0.6	0.4	0.5	0.5
	<b>1986-1995</b>	0.72	0.27	0.4	0.6
	<b>1996-2004</b>	0.73	0.27	0.45	0.55
<b>Saida</b>	<b>1936-1965</b>	0.11	0.89	0.2	0.8
	<b>1966-1975</b>	0.26	0.74	0.3	0.7
	<b>1976-1985</b>	0.82	0.18	0.4	0.6
	<b>1986-1995</b>	0.87	0.13	0.2	0.8
	<b>1996-2004</b>	0.29	0.71	0.5	0.5
<b>Tlemcen</b>	<b>1936-1965</b>	0.73	0.27	0.33	0.66
	<b>1966-1975</b>	0.82	0.18	0.3	0.7
	<b>1976-1985</b>	0.87	0.13	0.3	0.7
	<b>1986-1995</b>	0.89	0.11	0.4	0.6
	<b>1996-2004</b>	0.91	0.09	0.2	0.8
<b>Tiaret</b>	<b>1936-1965</b>	0.66	0.34	0.37	0.63
	<b>1966-1975</b>	0.50	0.5	0.4	0.6
	<b>1976-1985</b>	0.5	0.5	0.3	0.69
	<b>1986-1995</b>	0.6	0.4	0.5	0.5
	<b>1996-2004</b>	0.5	0.5	0.45	0.54
<b>Tizi - ousou</b>	<b>1936-1965</b>	0.37	0.63	0.03	0.97
	<b>1966-1975</b>	0.35	0.65	0.1	0.9
	<b>1976-1985</b>	0.41	0.59	0.1	0.9
	<b>1986-1995</b>	0.4	0.6	0	1
	<b>1996-2004</b>	0.41	0.58	0.11	0.88
<b>Tipaza</b>	<b>1936-1965</b>	0.55	0.45	0.86	0.86
	<b>1966-1975</b>	0.45	0.54	0.3	0.7
	<b>1976-1985</b>	0.49	0.51	0.1	0.9
	<b>1986-1995</b>	0.52	0.48	0.1	0.9
	<b>1996-2004</b>	0.44	0.55	0.11	0.88

<b>Boumerdes</b>	<b>1936-1965</b>	0.65	0.35	0.26	0.37
	<b>1966-1975</b>	0.58	0.42	0.7	0.3
	<b>1976-1985</b>	0.62	0.38	0.5	0.5
	<b>1986-1995</b>	0.8	0.2	0.5	0.5
	<b>1996-2004</b>	0.76	0.24	0.88	0.11
<b>Alger</b>	<b>1936-1965</b>	0.58	0.42	0.3	0.7
	<b>1966-1975</b>	0.52	0.48	0.5	0.5
	<b>1976-1985</b>	0.55	0.44	0.1	0.9
	<b>1986-1995</b>	0.63	0.36	0.2	0.8
	<b>1996-2004</b>	0.62	0.37	0.22	0.77
<b>Bouira</b>	<b>1936-1965</b>	0.14	0.86	0.03	0.97
	<b>1966-1975</b>	0.34	0.65	0.1	0.9
	<b>1976-1985</b>	0.42	0.58	0.1	0.9
	<b>1986-1995</b>	0.41	0.59	0	1
	<b>1996-2004</b>	0.42	0.58	0.11	0.88
<b>Blida</b>	<b>1936-1965</b>	0.51	0.48	0.8	0.2
	<b>1966-1975</b>	0.47	0.53	0.1	0.9
	<b>1976-1985</b>	0.59	0.41	0.3	0.7
	<b>1986-1995</b>	0.49	0.51	0.2	0.8
	<b>1996-2004</b>	0.48	0.52	0.22	0.77

**Tableau N° B . 10 : Probabilité conditionnelle d'ordre 1 pour deux saisons**

Stations	Probabilité conditionnelle d'ordre 01 Saison 01					Probabilité conditionnelle d'ordre 01 saison 02			
	Années	P <sub>00</sub>	P <sub>01</sub>	P <sub>10</sub>	P <sub>11</sub>	P <sub>00</sub>	P <sub>01</sub>	P <sub>10</sub>	P <sub>11</sub>
<b>Constantine</b>	<b>36-65</b>	0.54	0.45	0.43	0.56	0.24	0.75	0.1	0.9
	<b>66-75</b>	0.55	0.45	0.5	0.5	0.28	0.72	0.1	0.9
	<b>76-85</b>	0.58	0.42	0.4	0.6	0.25	0.75	0	1
	<b>86-95</b>	0.79	0.21	0.4	0.6	0.22	0.78	0	1
	<b>96-04</b>	0.54	0.46	0.33	0.66	0.19	0.81	0	1
<b>Annaba</b>	<b>36-65</b>	0.36	0.63	0.13	0.86	0.33	0.66	0.06	0.93
	<b>66-75</b>	0.41	0.58	0.4	0.6	0.37	0.63	0.1	0.9
	<b>76-85</b>	0.38	0.62	0.2	0.8	0.26	0.73	0	1
	<b>86-95</b>	0.38	0.62	0.1	0.9	0.3	0.7	0.1	0.9
	<b>96-04</b>	0.41	0.59	0.11	0.88	0.24	0.76	0	1
<b>Skikda</b>	<b>36-65</b>	0.27	0.72	0.16	0.83	0.77	0.23	0.66	0.33
	<b>66-75</b>	0.33	0.66	0.2	0.8	0.75	0.25	0.8	0.2
	<b>76-85</b>	0.22	0.78	0.2	0.8	0.75	0.25	0.7	0.3
	<b>86-95</b>	0.33	0.66	0.1	0.9	0.77	0.23	0.8	0.2
	<b>96-04</b>	0.41	0.59	0.11	0.88	0.27	0.72	0.5	0.5
<b>Sétif</b>	<b>36-65</b>	0.77	0.22	0.66	0.33	0.21	0.79	0.1	0.9
	<b>66-75</b>	0.75	0.25	0.8	0.2	0.23	0.76	0.1	0.9
	<b>76-85</b>	0.75	0.25	0.7	0.3	0.28	0.72	0.1	0.9
	<b>86-95</b>	0.76	0.23	0.8	0.8	0.18	0.82	0.2	0.8
	<b>96-04</b>	0.72	0.27	0.5	0.5	0.15	0.85	0.11	0.88
<b>jjjel</b>	<b>36-65</b>	0.13	0.87	0.1	0.9	0.3	0.7	0.03	0.96
	<b>66-75</b>	0.16	0.83	0.2	0.8	0.16	0.83	0.3	0.7
	<b>76-85</b>	0.22	0.78	0.2	0.8	0.38	0.61	0.1	0.9
	<b>86-95</b>	0.21	0.79	0	1	0.33	0.66	0.2	0.8
	<b>96-04</b>	0.26	0.74	0.11	0.88	0.35	0.65	0.1	0.9
<b>Tébessa</b>	<b>36-65</b>	0.79	0.21	0.8	0.2	0.12	0.87	0.06	0.093
	<b>66-75</b>	0.77	0.23	0.9	0.1	0.16	0.83	0	1
	<b>76-85</b>	0.8	0.2	1	0	0.22	0.78	0.1	0.9
	<b>86-95</b>	0.9	0.1	0.9	0.1	0.13	0.86	0	1
	<b>96-04</b>	0.81	0.18	0.7	0.3	0.93	0.07	0.1	0.9
<b>Bejaia</b>	<b>36-65</b>	0.24	0.76	0.36	0.63	0.36	0.64	0	1
	<b>66-75</b>	0.25	0.75	0.2	0.8	0.32	0.68	0	1
	<b>76-85</b>	0.3	0.7	0.3	0.7	0.33	0.66	0.2	0.8
	<b>86-95</b>	0.35	0.65	0.1	0.9	0.36	0.63	0.3	0.7
	<b>96-04</b>	0.31	0.68	0.11	0.88	0.27	0.72	0.1	0.9
<b>Oran</b>	<b>36-65</b>	0.66	0.38	0.4	0.6	0.45	0.54	0.2	0.8

	<b>66-75</b>	0.55	0.45	0.7	0.3	0.43	0.56	0.3	0.7
	<b>76-85</b>	0.65	0.35	0.8	0.2	0.5	0.5	0.1	0.9
	<b>86-95</b>	0.78	0.22	0.5	0.5	0.78	0.22	0.5	0.5
	<b>96-04</b>	0.68	0.31	0.33	0.66	0.52	0.48	0.11	0.88
<b>Mscara</b>	<b>36-65</b>	0.59	0.40	0.4	0.6	0.45	0.54	0.2	0.8
	<b>66-75</b>	0.68	0.32	0.7	0.3	0.4	0.6	0.1	0.9
	<b>76-85</b>	0.71	0.28	0.8	0.2	0.46	0.53	0.2	0.8
	<b>86-95</b>	0.82	0.18	0.7	0.3	0.35	0.65	0.4	0.6
	<b>96-04</b>	0.79	0.20	0.77	0.22	0.48	0.51	0.22	0.77
<b>Mostaganem</b>	<b>36-65</b>	0.62	0.37	0.56	0.43	0.28	0.71	0.13	0.86
	<b>66-75</b>	0.82	0.18	0.4	0.6	0.5	0.5	0.4	0.6
	<b>76-85</b>	0.61	0.38	0.5	0.5	0.56	0.43	0.2	0.8
	<b>86-95</b>	0.7	0.3	0.7	0.3	0.53	0.46	0.2	0.6
	<b>96-04</b>	0.57	0.43	0.55	0.44	0.52	0.48	0.33	0.66
<b>Sidi bel abbess</b>	<b>36-65</b>	0.77	0.22	0.4	0.6	0.43	0.56	0.07	0.93
	<b>66-75</b>	0.6	0.4	0.7	0.3	0.42	0.58	0.2	0.8
	<b>76-85</b>	0.86	0.13	0.7	0.3	0.6	0.4	0.1	0.9
	<b>86-95</b>	0.87	0.13	0.7	0.3	0.33	0.66	0.4	0.6
	<b>96-04</b>	0.66	0.33	0.7	0.3	0.54	0.46	0.34	0.66
<b>Saida</b>	<b>36-65</b>	0.61	0.38	0.56	0.43	0.33	0.66	0.06	0.93
	<b>66-75</b>	0.78	0.22	0.5	0.5	0.4	0.6	0	1
	<b>76-85</b>	0.8	0.2	0.7	0.3	0.45	0.55	0	1
	<b>86-95</b>	0.8	0.2	0.6	0.4	0.65	0.35	0.4	0.6
	<b>96-04</b>	0.77	0.22	0.33	0.66	0.28	0.72	0.11	0.88
<b>Tlemcen</b>	<b>36-65</b>	0.42	0.58	0.36	0.63	0.37	0.62	0.16	0.83
	<b>66-75</b>	0.5	0.5	0.7	0.3	0.66	0.33	0.3	0.7
	<b>76-85</b>	0.6	0.4	0.6	0.4	0.56	0.43	0.6	0.4
	<b>86-95</b>	0.72	0.28	0.7	0.3	0.48	0.51	0.1	0.1
	<b>96-04</b>	0.65	0.35	0.22	0.77	0.59	0.41	0.33	0.66
<b>Ttiaret</b>	<b>36-65</b>	0.6	0.4	0.56	0.43	4	0.6	0.06	0.93
	<b>66-75</b>	0.8	0.2	0.5	0.5	0.4	0.6	0.1	9
	<b>76-85</b>	0.6	0.4	0.6	0.4	05	0.5	0.2	8
	<b>86-95</b>	0.9	0.1	0.6	0.4	0.6	0.39	0.4	0.59
	<b>96-04</b>	0.7	0.2	0.3	7	0.3	0.7	0.19	0.6
<b>Tizi - ouzou</b>	<b>36-65</b>	0.2	0.8	0.06	0.93	0.33	0.66	0.03	0.96
	<b>66-75</b>	0.16	0.83	0.2	0.8	0.32	0.68	0.2	0.8
	<b>76-85</b>	0.22	0.78	0.1	0.9	0.36	0.63	0.1	0.9
	<b>86-95</b>	0.23	0.76	1	0	0.28	0.72	0.2	0.8
	<b>96-04</b>	0.77	0.22	0.11	0.88	0.29	0.7	0.1	0.9
<b>Tipaza</b>	<b>36-65</b>	0.44	0.55	0.3	0.7	0.42	0.58	0.26	0.73
	<b>66-75</b>	0.3	0.7	0.4	0.6	0.32	0.68	0.2	0.8
	<b>76-85</b>	0.36	0.63	0.3	0.7	0.03	0.96	0.1	0.9

	<b>86-95</b>	0.63	0.36	0.4	0.6	0.43	0.56	0.1	0.9
	<b>96-04</b>	0.48	0.52	0.11	0.88	0.37	0.63	0.1	0.9
<b>Boumerdes</b>	<b>36-65</b>	0.86	0.13	0.86	0.13	0.25	0.75	0.1	0.9
	<b>66-75</b>	0.86	0.13	0.8	0.2	0.35	0.65	0.1	0.9
	<b>76-85</b>	0.66	0.33	0.9	0.1	0.22	0.78	0	1
	<b>86-95</b>	0.95	0.05	0.9	0.1	0.23	0.76	0.1	0.9
	<b>96-04</b>	0.93	0.07	0.88	0.11	0.2	0.79	0	1
<b>Alger</b>	<b>36-65</b>	0.6	0.4	0.4	0.6	0.43	0.57	0.16	0.83
	<b>66-75</b>	0.52	0.42	0.4	0.6	0.42	0.58	0.2	0.8
	<b>76-85</b>	0.58	0.41	0.8	0.2	0.45	0.55	0.1	0.9
	<b>86-95</b>	0.85	0.15	0.4	0.6	0.38	0.61	0.2	0.8
	<b>96-04</b>	0.63	0.37	0.22	0.77	0.48	0.52	0.11	0.88
<b>Bouira</b>	<b>36-65</b>	0.2	0.8	0.73	0.26	0.34	0.66	0.33	0.96
	<b>66-75</b>	0.12	0.88	0.2	0.8	0.32	0.68	0.2	0.8
	<b>76-85</b>	0.22	0.78	0.1	0.9	0.37	0.63	0	1
	<b>86-95</b>	0.23	0.76	1	0	0.28	0.72	0.2	0.8
	<b>96-04</b>	0.2	0.79	0.11	0.88	0.29	0.7	0.11	0.88
<b>Blida</b>	<b>36-65</b>	0.42	0.58	0.36	0.63	0.29	0.71	0.2	0.8
	<b>66-75</b>	0.51	0.48	0.2	0.8	0.45	0.55	0.3	0.7
	<b>76-85</b>	0.53	0.46	0.5	0.5	0.3	0.7	0.	1
	<b>86-95</b>	0.35	0.65	0.2	0.8	0.32	0.68	0	1
	<b>96-04</b>	0.37	0.63	0.11	0.88	0.25	0.75	0.1	0.9

Tableau n° B . 11 : Probabilité conditionnelle d'ordre 1 pour les quatre saisons

Stations	Probabilité conditionnelle d'ordre 01 Saison 01 (janv , fev , dec )				Probabilité conditionnelle d'ordre 01 saison 02 ( Mars , avr , Mai )				
	Années	P <sub>00</sub>	P <sub>01</sub>	P <sub>10</sub>	P <sub>11</sub>	P <sub>00</sub>	P <sub>01</sub>	P <sub>10</sub>	P <sub>11</sub>
Constantine	1936-1965	0.4	0.6	0.46	0.53	0.62	0.38	0.23	0.76
	1966-1975	0.55	0.45	0.5	0.5	0.55	0.45	0.2	0.8
	1976-1985	0.45	0.55	0.5	0.5	0.45	0.55	0.4	0.6
	1986-1995	0.55	0.45	0.6	0.4	0.8	0.2	0.6	0.4
	1996-2004	0.33	0.67	0.44	.55	0.77	0.22	0.55	0.44
Annaba	1936-1965	0.23	0.76	0.13	0.86	0.63	0.36	0.53	0.46
	1966-1975	0.2	0.8	0.4	0.6	0.75	0.25	0.4	0.6
	1976-1985	0.4	0.6	0.2	0.8	0.7	0.3	0.2	0.8
	1986-1995	0.2	0.72	0.1	0.9	0.6	0.4	0.4	0.6
	1996-2004	0.22	0.77	0.11	0.88	0.55	0.44	0.66	0.33
Skikda	1936-1965	0.18	0.92	0.16	0.83	0.58	0.42	0.33	0.66
	1966-1975	0.7	0.3	0.2	0.8	0.75	0.25	0.2	0.8
	1976-1985	0.55	0.45	0.2	0.8	0.55	0.45	0.2	0.8
	1986-1995	0.15	0.85	0.1	0.9	0.6	0.4	0.2	0.8
	1996-2004	0.11	0.88	0.11	0.88	0.61	0.39	0.11	0.89
Sétif	1936-1965	0.65	0.35	0.66	0.33	0.65	0.35	0.8	0.2
	1966-1975	0.75	0.25	0.8	0.2	0.8	0.2	0.5	0.5
	1976-1985	0.65	0.35	0.6	0.4	0.7	0.3	0.6	0.4
	1986-1995	0.8	0.2	0.8	0.2	0.7	0.3	0.6	0.4
	1996-2004	0.66	0.33	0.55	0.44	0.55	0.44	1	0
jijel	1936-1965	0.01	0.98	0.1	0.9	0.4	0.6	0.26	0.73
	1966-1975	0	1	0.3	0.7	0.4	0.6	0	1
	1976-1985	0.25	0.75	0.2	0.8	0.5	0.5	0.2	0.8
	1986-1995	0.15	0.85	1	0	0.4	0.6	0.3	0.7
	1996-2004	0.11	0.88	0.11	0.88	0.33	0.66	0.33	0.66
Tébessa	1936-1965	0.85	0.15	0.86	0.13	0.31	0.68	0.9	0.1
	1966-1975	0.8	0.2	0.5	0.5	0.35	0.65	0.9	0.1
	1976-1985	0.8	0.2	0.7	0.3	0.45	0.55	0.1	0.9
	1986-1995	0.8	0.2	0.7	0.3	0.25	0.75	0.2	0.8
	1996-2004	0.72	0.27	0.88	0.11	0.16	0.83	0.11	0.88
Bejaia	1936-1965	0.15	0.85	0.63	0.36	0.3	0.7	0.46	0.53
	1966-1975	0.15	0.85	0.2	0.8	0.45	0.55	0.1	0.9
	1976-1985	0.3	0.7	0.3	0.7	0.45	0.55	0.2	0.8
	1986-1995	0.25	0.75	0.1	0.9	0.65	0.35	0.4	0.6
	1996-2004	0.11	0.89	0.11	0.88	0.5	0.5	0.44	0.55

<b>Oran</b>	<b>1936-1965</b>	0.55	0.45	0.4	0.6	0.76	0.23	0.73	0.26
	<b>1966-1975</b>	0.45	0.55	0.7	0.3	0.3	0.7	0.3	0.7
	<b>1976-1985</b>	0.5	0.5	0.8	0.2	0.75	0.25	0.8	0.2
	<b>1986-1995</b>	0.2	0.8	0.5	0.5	0.9	0.1	0.5	0.5
	<b>1996-2004</b>	0.61	0.38	0.44	0.55	0.88	0.11	0.55	0.44
<b>Mscara</b>	<b>1936-1965</b>	0.6	0.4	0.44	0.56	0.68	0.32	0.67	0.33
	<b>1966-1975</b>	0.5	0.5	0.7	0.3	0.55	0.45	0.4	0.6
	<b>1976-1985</b>	0.6	0.4	0.8	0.2	0.9	0.1	0.7	0.3
	<b>1986-1995</b>	0.8	0.2	0.7	0.3	0.9	0.1	0.6	0.4
	<b>1996-2004</b>	0.83	0.16	0.33	0.67	0.83	0.16	0.89	0.11
<b>Mostaganem</b>	<b>1936-1965</b>	0.55	0.45	0.35	0.65	0.65	0.35	0.76	0.23
	<b>1966-1975</b>	0.8	0.2	0.6	0.4	0.9	0.1	0.5	0.5
	<b>1976-1985</b>	0.5	0.5	0.5	.5	0.65	0.35	0.6	0.4
	<b>1986-1995</b>	0.7	0.3	0.7	0.3	0.85	0.15	0.8	0.2
	<b>1996-2004</b>	0.61	0.39	0.55	0.44	0.66	0.33	0.66	0.33
<b>Sidi bel abbess</b>	<b>1936-1965</b>	0.6	0.4	0.4	0.6	0.65	0.35	0.76	0.23
	<b>1966-1975</b>	0.5	0.5	0.7	0.3	0.9	0.1	0.6	0.4
	<b>1976-1985</b>	0.55	0.45	0.7	0.3	0.7	0.3	0.7	0.3
	<b>1986-1995</b>	0.9	0.1	0.7	0.3	0.3	0.7	0.4	0.6
	<b>1996-2004</b>	0.61	0.38	0.7	0.3	0.88	0.11	1	0
<b>Saida</b>	<b>1936-1965</b>	0.9	0.1	0.16	0.83	0.72	0.28	0.33	0.66
	<b>1966-1975</b>	0.8	0.2	0.5	0.5	0.7	0.3	0.6	0.4
	<b>1976-1985</b>	0.75	0.25	0.7	0.3	0.9	0.1	0.8	0.2
	<b>1986-1995</b>	0.75	0.25	0.6	0.4	0.9	0.1	0.7	0.3
	<b>1996-2004</b>	0.72	0.27	0.66	0.33	0.72	0.27	1	0
<b>Tlemcen</b>	<b>1936-1965</b>	0.43	0.56	0.36	0.63	0.58	0.42	0.46	0.54
	<b>1966-1975</b>	0.3	0.7	0.7	0.3	0.65	0.35	0.3	0.7
	<b>1976-1985</b>	0.5	0.5	0.6	0.4	0.75	0.25	0.6	0.4
	<b>1986-1995</b>	0.7	0.3	0.7	0.3	0.7	0.3	0.5	0.5
	<b>1996-2004</b>	0.61	0.38	0.33	0.66	0.78	0.22	0.7	0.3
<b>Tiaret</b>	<b>1936-1965</b>	0.5	0.5	0.3	0.6	0.56	0.44	0.5	0.5
	<b>1966-1975</b>	0.7	0.3	0.5	0.5	0.6	0.4	0.3	0.7
	<b>1976-1985</b>	0.6	0.4	0.6	0.4	0.6	0.6	0.4	0.5
	<b>1986-1995</b>	0.65	0.35	0.55	0.44	0.65	0.5	0.5	0.44
	<b>1996-2004</b>	0.55	0.44	0.6	0.4	0.55	0.4	0.7	0.3
<b>Tizi- ouzou</b>	<b>1936-1965</b>	0.88	0.12	0.06	0.93	0.45	0.55	0.26	0.73
	<b>1966-1975</b>	0.9	0.1	0.8	0.2	0.25	0.75	0.1	0.9
	<b>1976-1985</b>	0.85	0.15	0.9	0.1	0.6	0.4	0.2	0.8
	<b>1986-1995</b>	0.8	0.2	0	1	0.4	0.6	0.2	0.8
	<b>1996-2004</b>	0.17	0.83	0.11	0.88	0.44	0.55	0.33	0.66
<b>Tipaza</b>	<b>1936-1965</b>	0.33	0.66	0.13	0.86	0.65	0.35	0.7	0.3
	<b>1966-1975</b>	0.7	0.3	0.4	0.6	0.6	0.4	0.5	0.5

	<b>1976-1985</b>	0.25	0.75	0.3	0.7	0.5	0.5	0.5	0.5
	<b>1986-1995</b>	0.6	0.4	0.4	0.6	0.5	0.5	0.4	0.6
	<b>1996-2004</b>	0.28	0.72	0.22	0.78	0.78	0.22	0.66	0.33
<b>Boumerdes</b>	<b>1936-1965</b>	0.86	0.13	0.86	0.13	0.86	0.14	0.93	0.6
	<b>1966-1975</b>	0.9	0.1	0.9	0.1	0.85	0.15	1	0
	<b>1976-1985</b>	0.75	0.25	0.8	0.2	0.7	0.3	06	0.4
	<b>1986-1995</b>	0.95	0.05	0.9	0.1	0.95	0.05	1	0
	<b>1996-2004</b>	0.94	0.06	0	1	1	0	0.11	0.88
<b>Alger</b>	<b>1936-1965</b>	0.52	0.48	0.6	0.4	0.75	0.25	0.7	0.3
	<b>1966-1975</b>	0.45	0.55	0.6	0.4	0.5	0.5	0.7	0.3
	<b>1976-1985</b>	0.5	0.5	0.7	0.3	0.8	0.2	0.6	0.4
	<b>1986-1995</b>	0.65	0.35	0.4	0.6	0.95	0.05	0.8	0.2
	<b>1996-2004</b>	0.61	0.38	0.33	0.66	0.72	0.27	0.33	0.66
<b>Bouira</b>	<b>1936-1965</b>	0.1	0.9	0.06	0.93	0.43	0.56	0.26	0.73
	<b>1966-1975</b>	0.1	0.9	0.2	0.8	0.25	0.75	0.1	09
	<b>1976-1985</b>	0.15	0.85	0.1	0.9	0.6	0.4	0.2	0.8
	<b>1986-1995</b>	0.15	0.85	0	1	0.4	0.6	0.2	0.8
	<b>1996-2004</b>	0.2	0.8	0.11	0.88	0.44	0.56	0.33	0.66
<b>Blida</b>	<b>1936-1965</b>	0.38	0.61	0.36	0.63	0.58	0.41	0.56	0.43
	<b>1966-1975</b>	0.3	0.7	0.2	0.8	0.6	0.4	0.3	0.7
	<b>1976-1985</b>	0.55	0.45	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.6
	<b>1986-1995</b>	0.3	0.7	0.2	0.8	0.6	0.4	0.6	0.4
	<b>1996-2004</b>	0.28	0.72	0.22	0.78	0.55	0.44	0.55	0.44

<b>Stations</b>	<b>Probabilité conditionnelle d'ordre 01 Saison 03 (juin , juillet , aout )</b>					<b>Probabilité conditionnelle d'ordre 01 saison 04 ( Septem , oct , nov )</b>			
	<b>Années</b>	<b>P<sub>00</sub></b>	<b>P<sub>01</sub></b>	<b>P<sub>10</sub></b>	<b>P<sub>11</sub></b>	<b>P<sub>00</sub></b>	<b>P<sub>01</sub></b>	<b>P<sub>10</sub></b>	<b>P<sub>11</sub></b>
<b>Constantine</b>	<b>1936-1965</b>	0.5	0.5	0.13	0.86	0.6	0.4	0.8	0.2
	<b>1966-1975</b>	0.65	0.35	0.4	0.6	0.7	0.3	05	0.5
	<b>1976-1985</b>	0.55	0.45	0.3	0.7	0.6	0.4	0.4	0.6
	<b>1986-1995</b>	0.3	0.7	0.6	0.4	0.7	0.3	0.9	0.1
	<b>1996-2004</b>	0.38	0.61	0.33	0.66	0.66	0.33	0.55	0.44
<b>Annaba</b>	<b>1936-1965</b>	0.7	0.3	0.43	0.56	0.32	0.68	0.7	0.3
	<b>1966-1975</b>	0.8	0.2	0.4	0.6	0.5	0.5	0.7	0.3
	<b>1976-1985</b>	0.7	0.3	0.3	0.7	0.3	0.7	0.7	.0.3
	<b>1986-1995</b>	0.7	0.3	0.2	0.8	0.4	0.6	0.7	0.3
	<b>1996-2004</b>	0.55	0.44	0.33	0.66	0.44	0.55	0.44	0.55
<b>Skikda</b>	<b>1936-1965</b>	0.63	0.36	0.23	0.76	0.13	0.86	0.73	0.26
	<b>1966-1975</b>	0.65	0.35	0.3	0.7	0.5	0.5	0.8	0.2
	<b>1976-1985</b>	0.75	0.25	0.3	0.7	0.2	0.8	0.7	0.3
	<b>1986-1995</b>	0.65	0.35	0.2	0.8	0.4	0.6	0.6	0.4

	<b>1996-2004</b>	0.72	0.28	0.55	0.44	0.44	0.55	0.33	0.66
<b>Sétif</b>	<b>1936-1965</b>	0.43	0.57	0.16	0.83	0.78	0.22	0.76	0.23
	<b>1966-1975</b>	0.6	0.4	0.2	0.8	0.85	0.15	0.9	0.1
	<b>1976-1985</b>	0.65	0.35	0.2	0.8	0.95	0.05	1	0
	<b>1986-1995</b>	0.4	0.6	0.2	0.8	0.75	0.25	0.8	0.2
	<b>1996-2004</b>	0.33	0.66	0.11	0.89	0.72	0.27	0.44	0.55
<b>jijel</b>	<b>1936-1965</b>	0.016	0.98	0.1	0.9	0.4	0.6	0.73	0.27
	<b>1966-1975</b>	0	1	0.3	0.7	0.4	0.6	0	1
	<b>1976-1985</b>	0.25	0.75	0.2	0.8	0.5	0.5	0.2	0.8
	<b>1986-1995</b>	0.15	0.85	1	0	0.4	0.6	0.3	0.7
	<b>1996-2004</b>	0.11	0.88	0.11	0.89	0.33	0.66	0.66	0.33
<b>Tébessa</b>	<b>1936-1965</b>	0.75	0.25	0.8	0.2	0.62	0.37	0.76	0.37
	<b>1966-1975</b>	0.9	0.1	0.8	0.2	0.58	0.41	0.7	0.3
	<b>1976-1985</b>	0.8	0.2	0.7	0.3	0.65	0.34	0.9	0.9
	<b>1986-1995</b>	0.85	0.15	0.6	0.4	0.62	0.38	0.5	0.5
	<b>1996-2004</b>	0.72	0.27	0.44	0.55	0.61	0.38	0.66	0.33
<b>Bejaia</b>	<b>1936-1965</b>	0.86	0.13	0.13	0.86	0.82	0.18	0.5	0.5
	<b>1966-1975</b>	0.7	0.3	0.3	0.7	0.65	0.35	0.5	0.5
	<b>1976-1985</b>	0.55	0.45	0.5	0.5	0.75	0.25	0.8	0.2
	<b>1986-1995</b>	0.8	0.2	0.4	0.6	0.75	0.25	0.5	0.5
	<b>1996-2004</b>	0.55	0.44	0.55	0.44	0.83	0.17	0.44	0.55
<b>Oran</b>	<b>1936-1965</b>	0.88	0.11	0.5	0.5	0.73	0.26	1	0
	<b>1966-1975</b>	1	0	0.3	0.7	0.7	0.3	0.7	0.3
	<b>1976-1985</b>	0.85	0.15	0.8	0.2	0.7	0.3	1	0
	<b>1986-1995</b>	0.8	0.2	0.7	0.3	0.85	0.15	1	0
	<b>1996-2004</b>	0.94	0.05	0.78	0.22	0.66	0.33	1	0
<b>Mscara</b>	<b>1936-1965</b>	0.9	0.1	0.6	0.4	0.6	0.4	0.97	0.03
	<b>1966-1975</b>	0.85	0.15	0.4	0.6	0.7	0.3	1	0
	<b>1976-1985</b>	0.95	0.05	0.5	0.5	0.7	0.3	1	0
	<b>1986-1995</b>	0.95	0.05	0.5	0.5	0.9	0.1	0.8	0.2
	<b>1996-2004</b>	0.83	0.16	0.78	0.22	0.72	0.27	1	0
<b>Mostaganem</b>	<b>1936-1965</b>	0.95	0.05	0.53	0.47	0.55	0.45	0.16	0.83
	<b>1966-1975</b>	1	0	0.5	0.5	0.65	0.35	0.7	0.3
	<b>1976-1985</b>	0.95	0.05	0.7	0.3	0.6	0.4	0.88	0.11
	<b>1986-1995</b>	0.85	0.15	0.9	0.1	0.7	0.3	0.7	0.3
	<b>1996-2004</b>	0.77	0.22	0.11	0.89	0.5	0.5	0.66	0.33
<b>Sidi bel abbesse</b>	<b>1936-1965</b>	0.9	0.1	0.53	0.46	0.75	0.25	0.86	0.13
	<b>1966-1975</b>	0.9	0.1	0.7	0.3	0.8	0.2	0.7	0.3
	<b>1976-1985</b>	1	0	0.8	0.8	0.6	0.4	0.9	0.1
	<b>1986-1995</b>	0.75	0.25	0.4	0.6	0.95	0.05	0.9	0.1
	<b>1996-2004</b>	0.94	0.05	0.89	0.11	0.55	0.44	0.88	0.11

<b>Saida</b>	<b>1936-1965</b>	0.31	0.68	0.83	0.16	0.93	0.06	0.83	0.16
	<b>1966-1975</b>	0.75	0.25	0.6	0.4	1	0	1	0
	<b>1976-1985</b>	0.85	0.15	0.3	0.7	0.85	0.15	1	0
	<b>1986-1995</b>	0.55	0.45	0.5	0.5	0.8	0.2	0.9	0.1
	<b>1996-2004</b>	0.44	0.55	0.56	0.44	0.66	0.33	1	0
<b>Tlemcen</b>	<b>1936-1965</b>	0.81	0.18	0.4	0.6	0.6	0.4	0.9	0.1
	<b>1966-1975</b>	1	0	0.5	0.5	0.3	0.7	0.8	0.2
	<b>1976-1985</b>	0.95	0.05	0.7	0.3	0.8	0.2	1	0
	<b>1986-1995</b>	0.8	0.2	0.8	0.2	0.85	0.15	0.7	0.3
	<b>1996-2004</b>	0.89	0.11	0.8	0.19	0.61	0.39	0.88	0.11
<b>Ttiaret</b>	<b>1936-1965</b>	0.9	0.1	0.5	0.5	0.75	0.25	0.86	0.13
	<b>1966-1975</b>	0.9	0.1	0.7	0.3	0.8	0.2	0.7	0.3
	<b>1976-1985</b>	0.9	0.1	0.8	0.8	0.6	0.4	0.9	0.1
	<b>1986-1995</b>	0.7	0.3	0.45	0.55	0.9	0.1	0.9	0.1
	<b>1996-2004</b>	0.9	0.1	0.9	0.1	0.55	0.44	0.88	0.11
<b>Tizi - ouzou</b>	<b>1936-1965</b>	0.85	0.15	0.3	0.7	0.22	0.78	0.63	0.36
	<b>1966-1975</b>	0.6	0.4	0.3	0.7	0.3	0.7	0.6	0.4
	<b>1976-1985</b>	0.65	0.35	0.7	0.3	0.18	0.82	0.8	0.2
	<b>1986-1995</b>	0.22	0.78	0.3	0.7	0.25	0.75	0.5	0.5
	<b>1996-2004</b>	0.61	0.39	0.44	0.55	0.28	0.72	0.55	0.44
<b>Tipaza</b>	<b>1936-1965</b>	0.83	0.17	0.53	0.46	0.4	0.6	0.8	0.2
	<b>1966-1975</b>	0.9	0.1	0.5	0.5	0.6	0.4	0.8	0.2
	<b>1976-1985</b>	0.7	0.3	0.5	0.5	0.25	0.75	0.8	0.2
	<b>1986-1995</b>	0.75	0.25	0.2	0.8	0.25	0.75	0.8	0.2
	<b>1996-2004</b>	0.89	0.11	0.66	0.33	0.4	0.6	0.89	0.11
<b>Boumerdes</b>	<b>1936-1965</b>	0.46	0.53	0.3	0.7	0.92	0.08	0.86	0.13
	<b>1966-1975</b>	0.55	0.45	0	1	0.85	0.15	1	0
	<b>1976-1985</b>	0.5	0.5	0.2	0.8	0.7	0.3	1	0
	<b>1986-1995</b>	0.6	0.4	0.1	0.9	0.95	0.05	1	0
	<b>1996-2004</b>	0.55	0.44	0.88	0.11	0.89	0.11	0.66	0.33
<b>Alger</b>	<b>1936-1965</b>	0.85	0.15	0.5	0.5	0.61	0.38	0.8	0.2
	<b>1966-1975</b>	0.9	0.1	0.3	0.7	0.55	0.45	0.9	0.1
	<b>1976-1985</b>	0.85	0.15	0.6	0.4	0.55	0.45	0.9	0.1
	<b>1986-1995</b>	0.80	0.2	0.4	0.6	0.65	0.35	0.9	0.1
	<b>1996-2004</b>	0.72	0.27	0.89	0.11	0.61	0.39	1	0
<b>Bouira</b>	<b>1936-1965</b>	0.83	0.16	0.3	0.7	0.22	0.78	0.63	0.37
	<b>1966-1975</b>	0.6	0.4	0.4	0.6	0.2	0.8	0.7	0.3
	<b>1976-1985</b>	0.65	0.35	0.7	0.3	0.15	0.85	0.8	0.2
	<b>1986-1995</b>	0.65	0.35	0.3	0.7	0.2	0.8	0.7	0.3
	<b>1996-2004</b>	0.55	0.44	0.33	0.66	0.27	0.72	0.55	0.44
<b>Blida</b>	<b>1936-1965</b>	0.7	0.3	0.8	0.2	0.55	0.45	0.7	0.3
	<b>1966-1975</b>	0.8	0.2	0.6	0.4	0.4	0.6	0.7	0.3

<b>1976-1985</b>	0.65	0.35	0.4	0.6	0.65	0.35	0.9	0.1
<b>1986-1995</b>	0.7	0.3	0.5	0.5	0.3	0.7	0.2	0.8
<b>1996-2004</b>	0.61	0.39	0.5	0.54	0.39	.61	0.89	0.11

## Résumé :

L'objectif principal de cette thèse est d'étudier le phénomène de la sécheresse des régions du nord de l'Algérie où nous avons étudié le facteur de la pluie et les causes qui contribuent à augmenter ou diminuer ce facteur, comme la distance à la mer, sur la base des zones situées sur les zones côtières ou intérieures, nous considérons deux parties principales que nous permettant obtenir les résultats à proximité du procès-verbal de la réalité.

**Partie I:** la critique et l'adresse de la valeur des données pluviométriques pour vérifier la qualité de ces données, et nous avons étudié ce phénomène au niveau de 20 régions situées à l'ouest, l'est et du centre.

**Partie II:** élaborer un modèle de prévision qui est basé sur l'analyse en composantes principales .

**Mots clés :** pluie, indices, les facteurs topographiques, prévision

## Abstract:

The main objective of this thesis is to study the phenomenon of drought from the northern regions of Algeria where we studied the factor of rain and causes that help to increase or decrease this factor, such as distance to the sea, based on the areas located on the coast or inland areas .We consider two main parts to get the results close to the reality.

Part I: criticism of rainfall data to verify the quality of these data, and we studied this phenomenon at the level of 20 regions located in the west, east and center.

Part II: development of a model depends on main component analyses method .

Keywords : Rain ,index, topographic factors , forecast

## الملخص:

الهدف الأساسي من هذه الأطروحة هو دراسة ظاهرة الجفاف في المناطق الشمالية للجزائر حيث قمنا بدراسة عامل المطر والأسباب التي تساعد على زيادة أو إنقاص هذا العامل مثل ابتعاده عن البحر معتمدين على المناطق المتواجدة في الساحل والمناطق الداخلية حيث اعتبرنا جزئين أساسيين حتى نتمكن من الحصول على نتائج قريبة من الواقع.

**الجزء الأول:** انتقاد ومعالجة معطيات قيم الأمطار للتحقق من نوعية هذه المعطيات ثم قمنا بدراسة هذه الظاهرة على مستوى 20 منطقة متواجدة في الغرب ، الشرق والوسط.

**الجزء الثاني:** تطوير نموذج يعتمد على المركبات الأساسية.

كلمات مفتاحية: لمطر, مؤشر, العوامل الطبوغرافية, توقعات



