

STATISTICAL STUDY AND ANALYSIS OF ANNUAL RAINFALL IN THE NAAMA REGION (ALGERIA)

Abdelkader Boualem

Université de Mostaganem, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département d'Agronomie

Received: 30 May 2022 / Accepted: 30 August 2022 / Published: 01 September 2022

ABSTRACT

Knowing the recent evolution and variability of the climate in arid and semi-arid regions is a necessity to anticipate what the consequences on the environments and societies of these regions could be, and thus define sustainable adaptation policies. In this modest work we studied the evolution of rainfall in an arid region. Thus, a good knowledge of the rainfall distribution both in time and in space, is essential to identify on the one hand the critical periods of drought to which the crops are exposed and on the other hand the favorable zones and the zones unfavorable. In this perspective, we have contributed to study the essential element of the balance which is the precipitations by using the statistical treatment and the analysis of the indices of dryness, also we adopted a methodology which is characterized by the Collection of the pluviometric data and creation from a computer database.

The calculation of the indices for the different stations reveals the existence of two distinct wet and dry periods. Drought years are more notable as they can set in for 4 years. There is a decrease in rainfall during this study period but it is also interrupted by other years of high rainfall in certain regions such as El Kheiter and Mecheria. It is as if the further south you go, the more the drought impact is present.

Keywords: Rainfall, water resource, standard deviation, drought, Naama.

Author Correspondence, e-mail: Boualemabdelkader@gmail.com

doi: <http://dx.doi.org/10.4314/jfas.1250>



1. INTRODUCTION

L'analyse des données climatiques [1] consiste à réaliser une analyse statistique des données, de façon à faire apparaître de quantifier la variabilité spatio-temporelle du climat.

Cette variabilité peut être étudiée sur la base de l'analyse de longues séries chronologiques, continues et homogènes, de variables climatiques [4] ou agros climatiques sur une période de 19 ans, la référence actuelle étant la période 2000-2019 selon les quatre stations climatologiques de notre région [8].

2. ETUDE DES PRECIPITATIONS

2.1. Collecte des données

La collecte des valeurs mensuelles des précipitations a été effectuée auprès de **ANRH** (Agence Nationale des Ressources Hydrauliques) [12]. Ces valeurs représentent des totaux mensuels relevés à partir des documents originaux des stations de notre d'étude [2].

2.2. Choix de la période d'étude

Pour notre travail, nous avons choisi la période disponible selon les stations météorologiques [10].

Tableau 1. Présentation des stations pluviométriques

Station	Coordonnées géographiques	Année d'étude
Mecheria	33° 33' 00" N, 0° 17' 00" W	2000-2019
Naama	35°38'26,206" N	2000-2019
Ain sefra	32° 45' 20" N, 0° 35' 09" W	2000-2019
El kheiter	34° 08' 36" N, 0° 04' 24" E	2000-2019

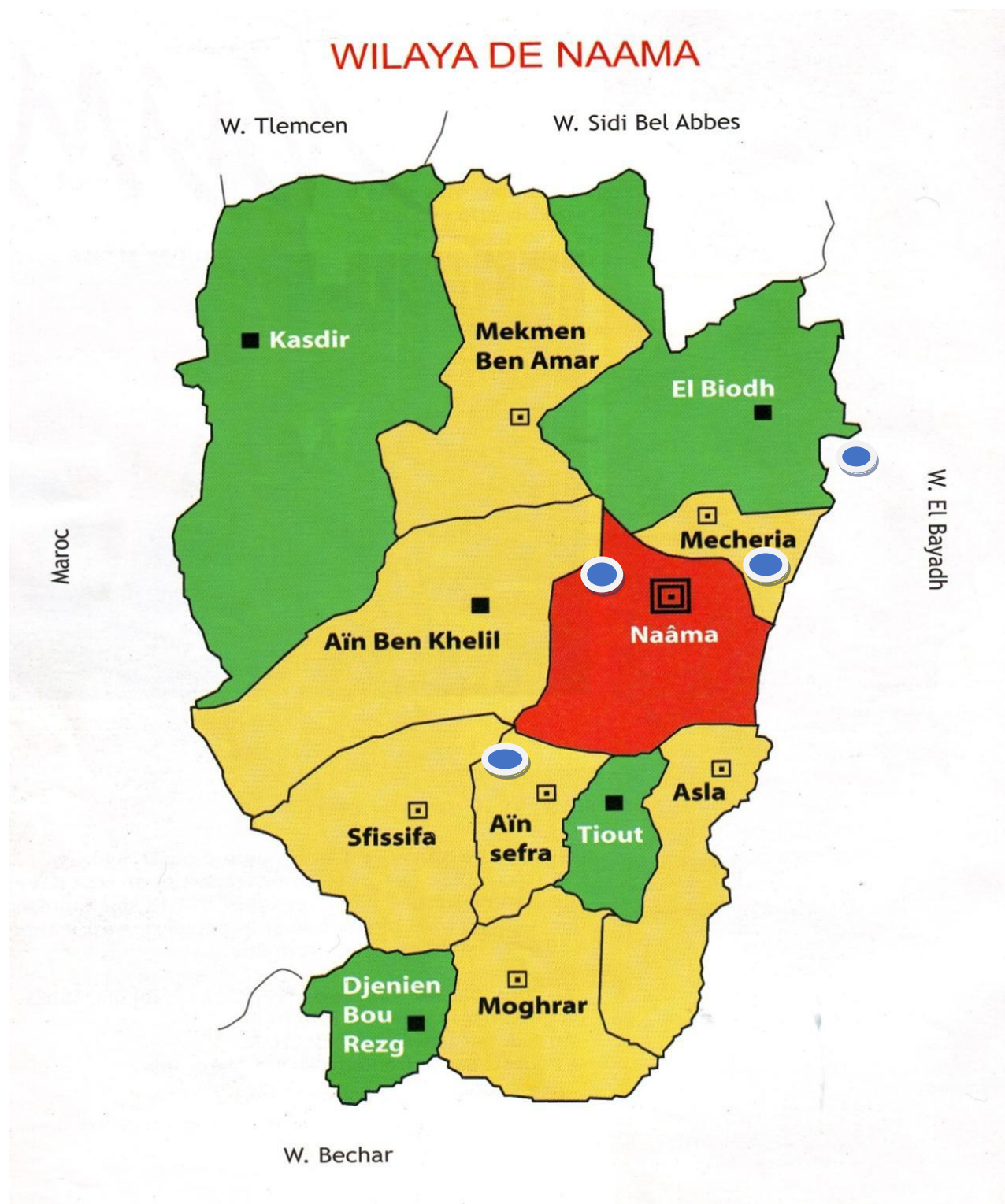


Fig.1. Localisation des zones d'étude

3. MATERIEL ET METHODE

3.1_Contrôle de l'homogénéité des données_

Toute étude climatique ou hydrologique [3] est basée sur l'exploitation de séries de données recueillies pendant des périodes plus ou moins longues, continues ou discontinues. Les méthodes statistiques d'analyse de ces séries, exigent une homogénéité de leurs composantes, il est donc nécessaire, avant toute utilisation des variables pluviométriques, de contrôler leur qualité par l'emploi d'outils statistiques et graphiques, afin de réduire les erreurs systématiques qui pourraient les affecter [9].

3.1.1 Test de Wilcoxon

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

On procède ainsi :

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

4. RESULTATS ET DISCUSSION

4.1 Calcul des récurrences

Les paramètres pris en compte pour une étude de la période de récurrence par la loi normale sont : la moyenne des précipitations, l'écart type réduit de Gauss.

Le calcul de la récurrence pour les périodes de dix (10) ans, cinquante (50) ans, cent (100) ans revient à déterminer le volume des précipitations susceptible d'être atteint dans les périodes considérées [5].

L'équation de la période de récurrence donnée est :

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

4.1.1. Calcul du module sec

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

a. Calcul du module décennal sec

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

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

Il correspond à une fréquence d'espacement de **0,99** à laquelle correspond $U = 2,05$ pour la variable réduite de Gauss.

c. Calcul du module centenaire sec

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

III.2.2. Calcul du module humide

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

e. Calcul du module décennal humide

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

réduite de **Gauss**.

f. Calcul du module de cinquante (50) ans humides

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

g. calcul du module centenaire humide

Il correspond à une fréquence d'espacement de **0,99** à laquelle correspond $U = 2,33$ pour la variable réduite de **Gauss**.

4.1.2 Récurrence du module théorique le plus fort

$$\text{On a : } \quad T' = \frac{1}{1-F}$$

Avec :

T' : période de retour de la pluie la plus forte ;

F : fréquence ;

4.1.3 Récurrence du module théorique le plus faible

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

Avec :

T : période de retour de la pluie faible ;

Tableau 2. Détermination de l'équation de base de la période de récurrence des quatre stations

Station	Moyenne (mm)	Ecart type σ	$Cv = \sigma / x$	Equation
Mecheria	217,76	93,51	0,43	$P=217.76\pm 93.51U$
Nâama	216,59	61,21	0,28	$P=216.59\pm 61.21U$
Ain sefra	186,8	90,4	0,48	$P=186.8\pm 90.4U$
El kheiter	226,86	90,62	0,4	$P=226.86\pm 90.62U$

Tableau 3. Calcul des modules secs

Station	Equation	Module décennal	Module 50 ans	Module centenaire
Mecheria	$P=217.76-93.51U$	98	26	0
Nâama	$P=216.59-61.21U$	138	91	74
Ain sefra	$P=186.8-90.4U$	71	1	-24
El kheiter	$P=226.86-90.62U$	111	41	16

Tableau 4. Calcul des modules humides

Station	Equation	Module décennal	Module 50 ans	Module centenaire
Mecheria	$P=217.76+93.51U$	337	409	436
Nâama	$P=216.59+61.21U$	295	342	359
Ain sefra	$P=186.8+90.4U$	303	372	397
El kheiter	$P=226.86+90.62U$	343	413	438

Tableau 5. Récurrence pour les pluies les plus fortes et les plus faibles

Les stations	Fréquence la plus faible	Fréquence la plus forte	Récurrence pour la plus faible (T)	Récurrence pour la plus forte (T')
Régions Mecheria, Nâama, Ain sefra El kheiter	0.05	0.95	20	20

NB : On a les mêmes valeurs de fréquence et de récurrence pour toutes les stations.

4.2 Analyse du calcul des récurrences

Du point de vue théorique, le calcul des modules secs et humides nous a permis de constater que toutes les stations ont des modules secs faibles variant d'une région à l'autre.

Dans notre région, on constate aussi une augmentation progressive des modules humides de 10 jusqu'à 100 ans dans chaque station [6].

La hauteur des pluies concernant les modules humides est proportionnelle à la période de retour tandis que celle des modules secs est inversement proportionnelle.

Ainsi l'analyse du tableau N° 5 montre que dans toutes les stations, la pluie la plus forte et la plus faible ont la même période de retour. Ces différentes périodes de retour se trouvent dans l'intervalle 10 à 50 ans.

4.2.1 Les histogrammes des fréquences absolues des hauteurs annuelles de pluie

En statistique l'étude des mesures dues à des causes aléatoires tels que les hauteurs de pluies, ce fait selon une procédure bien définie ; on range d'abord en classe les valeurs observées, on compte ensuite les observations contenues dans chaque classe et le rapport d'un de ces nombres au nombre totale des observations est ce qu'on appelle la fréquence « **F** » de la

classe considérée, par définition, la somme des fréquences est égale à l'unité.

Les fréquences des valeurs considérées se répartissent sur une courbe en cloche symétrique (courbe de Gauss) à partir de là nous avons tracés des histogrammes de fréquences, en portant en abscisses les différentes classes de hauteurs de pluie et en ordonnées leurs fréquences d'observations.

Pour effectuer le tracé des histogrammes nous avons deux types de classements des séries pluviométriques :

1. Une période de 19 ans avec un intervalle de 70 mm par classe pour les stations Mecheria, Nâama, et Aïn sefra.
2. Une période de 19 ans avec un intervalle de 60 mm par classe pour la station d'El kheiter.

Pour la station de Mecheria :

Suivant le tableau N° 6 et la figure N° 2, On constate que 50% des données pluviométriques de la période d'étude se situe dans l'intervalle **80-220 mm** et la seconde moitié dans l'intervalle **220-430 mm** et plus [7].

Tableau 6. Les Classes des fréquences des moyennes annuelles pluviométriques de la station de Mecheria

Catégorie Mecheria	Effectif	Cumulé	Pourcentage %	Pourcentage cumulé %
$x < 80$	1	1	5	5
$80 < x < 150$	3	4	16	21
$150 < x < 220$	4	8	21	42
$220 < x < 290$	8	16	42	84
$290 < x < 360$	2	18	11	95
$360 < x < 430$	0	18	0	95
$430 < x < 500$	1	19	5	100

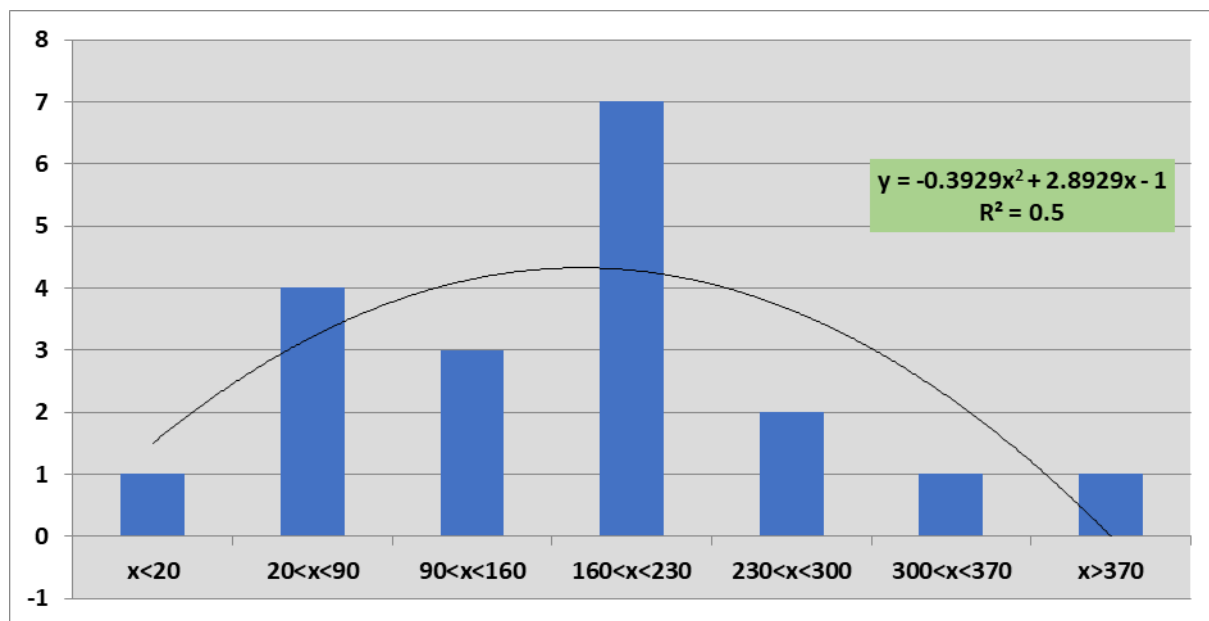


Fig .2. Histogramme des classes de fréquence des moyennes annuelles pluviométriques de la station de Mecheria

Pour la station de Nâama : (Tableau N° 7 et La Figure N° 3)

On constate que 50% des données pluviométriques de la période d'étude se situe dans l'intervalle **20-160 mm** et la seconde moitié dans l'intervalle **160-370 mm** et plus.

Tableau 7. Les Classes de fréquence des moyennes annuelles pluviométriques de la station de Nâama

Catégorie Nâama	Effectif	Cumulé	Pourcentage %	Pourcentage cumulé %
$x < 20$	1	1	5	5
$20 < x < 90$	4	5	21	26
$90 < x < 160$	3	8	16	42
$160 < x < 230$	7	15	37	79
$230 < x < 300$	2	17	11	90
$300 < x < 370$	1	18	5	95
$x > 370$	1	19	5	100

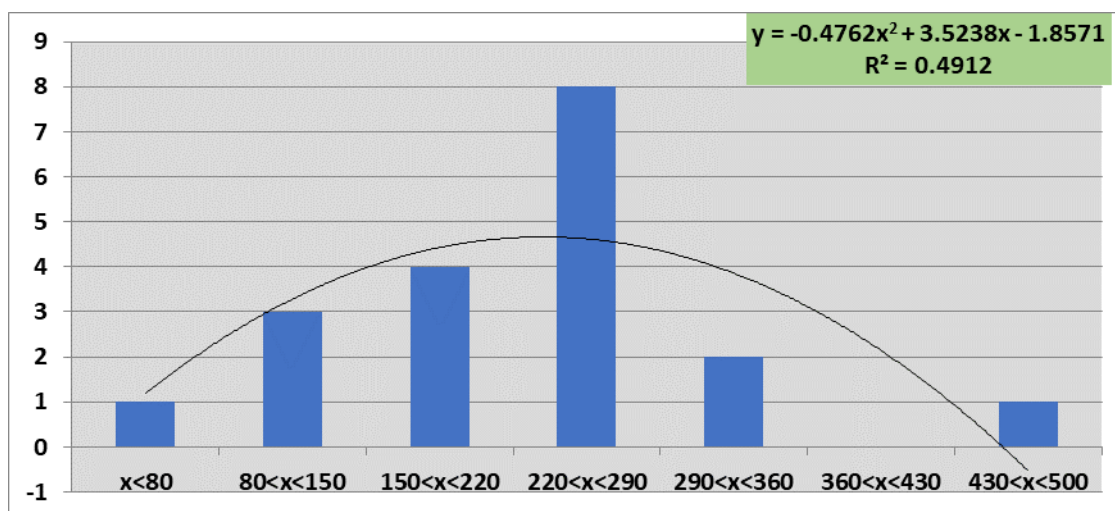


Fig.3. Histogramme des classes de fréquence des moyennes annuelles pluviométriques de la station Nâama

Pour la station de Ain sefra : (Tableau N° 8 et La Figure N° 4)

50% des données pluviométriques de la période d'étude se situent dans l'intervalle **60-200 mm** avec **9** observations sur **19** et l'autre **50%** se situe dans l'intervalle **200-480 mm** avec **10** observations sur **19**.

Tableau 8. Les Classes des fréquences des moyennes annuelles pluviométriques de la station d'Ain Sefra

Catégorie Ain sefra	Effectif	Cumulé	Pourcentage %	Pourcentage cumulé %
$x < 60$	1	1	5	5
$60 < x < 130$	3	4	16	21
$130 < x < 200$	5	9	27	48
$200 < x < 270$	8	17	42	90
$270 < x < 340$	1	18	5	95
$340 < x < 410$	0	18	0	95
$410 < x < 480$	1	19	5	100

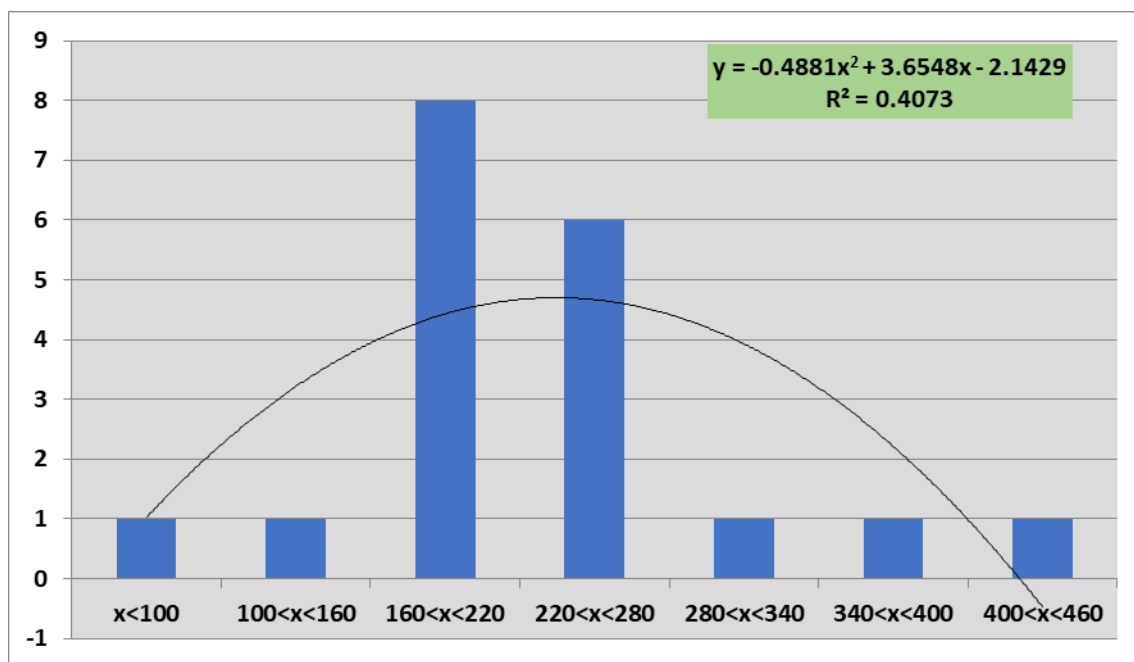


Fig.4. Histogramme des classes de fréquence des moyennes annuelles pluviométriques de la station d'Ain sefra

Pour la station de El kheiter : (Tableau № 9 et La Figure № 5)

On remarque que **50%** des données pluviométriques de notre période d'étude se trouve dans l'intervalle **100-220 mm** avec 11 observations sur **19**, et l'autre **50%** se situe dans l'intervalle **220-460 mm** aussi avec **8** observations sur **19**.

Tableau 9. Les Classes de fréquences des moyennes annuelles pluviométriques de la station d'El kheiter

Catégorie d'El kheiter	Effectif	Cumulé	Pourcentage %	Pourcentage cumulé %
x<100	1	1	5	5
100<x<160	1	2	5	10
160<x<220	9	11	48	58
220<x<280	5	16	27	85
280<x<340	1	17	5	90
340<x<400	1	18	5	95
400<x<460	1	19	5	100

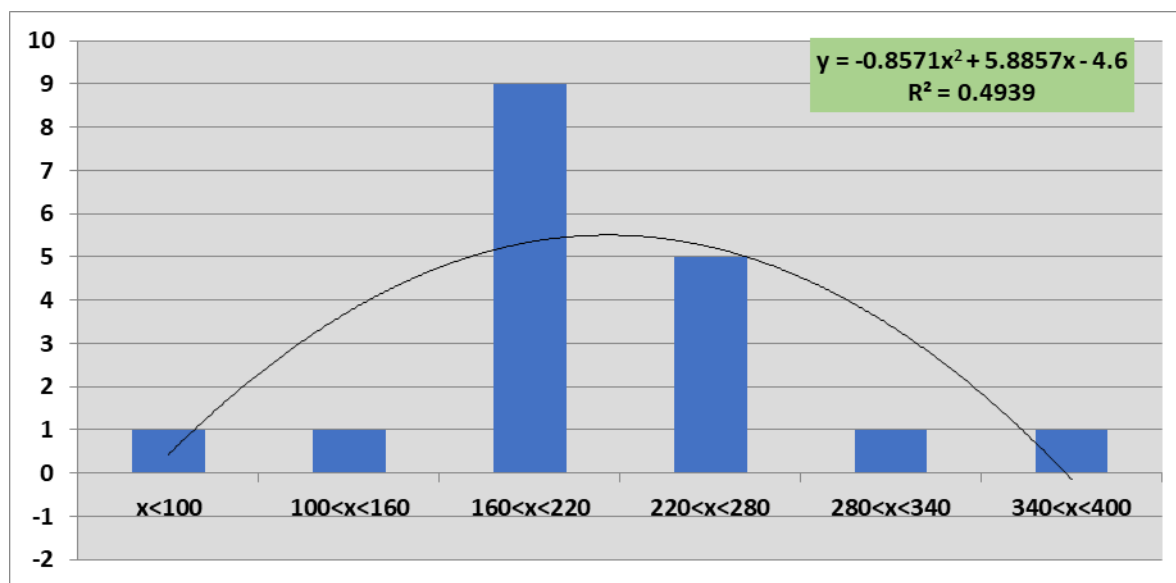


Fig.5. Histogramme des classes de fréquence des moyennes annuelles pluviométriques pour la station d'El Kheiter

4.3 Evolution des moyennes, des minima, et des maxima des stations

L'analyse de la figure N°6 nous a permis de retirer des remarques très importantes concernant les quatre stations [11]:

- ✓ La moyenne et le maximum de Mecheria sont sensiblement égaux à la station de Kheiter
- ✓ La moyenne de la station de Ain sefra est le plus faible par rapport aux autres stations.
- ✓ Les stations de Nâama, El kheiter et la station de Mecheria ont des moyennes très proches.
- ✓ Le maximum le plus élevé se trouve au niveau de la station de Mecheria.
- ✓ Du point de vue évolution de la pluviométrie des stations, on remarque que la moyenne diminue du nord vers le sud au niveau de ces stations : Mecheria, Nâama Ain sefra et el kheiter.

Tableau10. Evolution des moyennes médianes, minima et maxima annuelles pluviométriques

Station	Minimum (mm)	Moyenne (mm)	Maximum (mm)
Mecheria	72	217,76	499
Nâama	13	216,59	384
Ain sefra	53	186,98	436

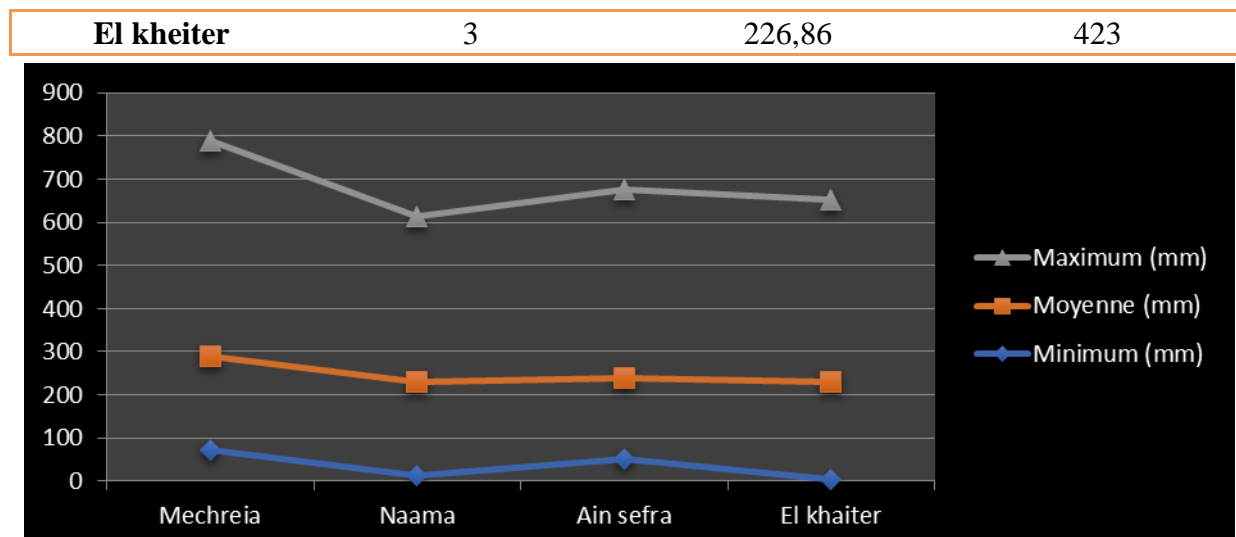


Fig.6. Evolution des moyennes, des minimas et maximas des stations

5. CONCLUSION

D'après l'analyse des études qui sont fait auparavant, la pluviométrie est parait favorable dans les zones situés au Nord, et elle a connu une diminution en dirigeant vers le sud. En revanche il existe une période humide (pluviométrie les plus élevées) et autre sèche commune entre les stations Mecheria, Nâama, Ain sefra et El Kheiter.

Le calcul des écarts par rapport à la moyenne nous a permis de constater que plus on va vers le sud, plus les années humides se succèdent comme c'est le cas Mecheria avec peu de période sèche par rapport à Ain sefra

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

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

6. REMERCIEMENTS

Je remercié mes étudiants en master qui ont fait beaucoup des efforts afin qu'ils aient abouti

d'un travail purement scientifique intéressant ainsi que l'agence national des ressources hydrauliques qui m'a aidée sur le problématique des données des précipitations.

ETUDE ET ANALYSE STATISTIQUE DES PRECIPITATIONS ANNUELLES DANS LA REGION DE NAAMA (ALGERIE)

Résumé

Connaitre l'évolution et la variabilité récentes du climat dans les régions arides et semi arides est une nécessité pour anticiper ce que pourraient être les conséquences sur les milieux et sur les sociétés de ces régions, et ainsi définir des politiques d'adaptation durables. Dans ce modeste travaille nous avons étudié l'évolution pluviométrique dans une région aride. Ainsi une bonne connaissance de la distribution pluviométrique à la fois dans le temps et dans l'espace, est indispensable pour dégager d'une part les périodes critiques de sécheresse aux quelle les cultures sont exposées et d'autre part les zones favorables et les zones défavorables. Dans cette perspective, nous avons contribué à étudier l'élément essentiel du bilan qui est les précipitations en utilisant le traitement statistique et l'analyse des indices de sécheresse, aussi nous avons adopté une méthodologie qui se caractérise par la Collecte des données pluviométriques et création d'une banque de données sur ordinateur.

Le calcul des indices pour les différentes stations révèle l'existence de deux périodes distinctes humide et sèche. Les années de sécheresse sont plus remarquables car elles peuvent s'installer pendant 4 ans. On constate une diminution de la pluviométrie pendant cette période d'étude mais elle est aussi interrompue par d'autres années de forte pluviométrie dans certaines régions telles qu'El Kheiter et Mecheria. C'est comme si, plus on va vers le sud plus l'impact sécheresse est présent.

Mots clés : Pluviométrie, ressource hydrique, écart type, sécheresse, Naama.

7. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] HABBOUCHI RAHILA ; **(2017)** : Etude et Analyse des Précipitations annuelles est Mensuelles dans la région d'Oran. Master en sciences agronomiques, université de Mostaganem.
- [2] MOKHTARI Nassima ; **(2007)** : Contribution à l'étude pluviométrique de la région D'El Bayadh. Mémoire d'ingénieur en sciences agronomiques, université de Mostaganem.
- [3] FAHIM. F ; **(2010)** : Contribution à l'étude hydrogéologique de la région Naama. Mémoire d'ingénieur, université de Mostaganem.
- [4] ABIDAT.A ; **(1999)** : Contribution à l'étude hydro-climatique du massif du Dahra (Bassins versant d'Oued Kramis et Oued Tarhia). Mémoire d'Ingénieur en sciences agronomiques, université de Mostaganem.
- [5] BERAN MA, RODIER JA. **(1978)** : Aspects hydrologiques des sécheresses. Contribution au programme hydrologique international. Rapport préparé par un comité mixte UNESCO/OMM, (1987) 172p
- [6] BOUZIANI. N ; **(2009)** : Etude hydro climatique des bassins versants de l'Oued Hounet et l'Oued Melrir (w. Mascara). Mémoire d'ingénieur en sciences agronomiques. Université de Mostaganem.
- [7] ELOUISSI A. **(2004)** : impact des changements climatiques sur les ressources hydriques et la diversité biologique. Mémoire de magister, C.U. Mascara.
- [8] DAGNÉLIE P. **(1970)** - Théorie et méthodes statistiques. Édit. Presses agronomiques de Gembloux, Belgique, vol. 2, 451 p.
- [9] KHALDI A. (2005) - Impacts de la sécheresse sur le régime des écoulements souterrains dans les massifs calcaires de l'Ouest Algérien "Monts de Tlemcen - Saida". Thèse de Doctorat d'État, Université d'Oran, Algérie. 229 p.
- [10] LABORDE J.P. **(1993)** - Carte pluviométrique de l'Algérie du Nord à l'échelle du 1/500000. Agence Nationale des Ressources Hydrauliques, projet PNUD/ALG/88/021, une carte avec notice explicative, 44 p.
- [11] LUBES H., MASSON J.M., SERVAT É., PATUREL J.E., KOUAME B. et BOYER J.F. **(1994)** - Caractérisation des fluctuations dans une série chronologique par application de tests

statistiques. Étude bibliographique. Programme ICCARE, Rapport n° 3, ORSTOM, Montpellier.

[12] ANRH (Agence Nationale des Ressources Hydrauliques) : les données pluviométriques de 19 ans (2000-2018).