

**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche
Scientifique**

Université Kasdi Merbah-Ouargla

Faculté des Sciences Appliquées

Département de Génie Civil Et l'Hydraulique



Mémoire

Présenté pour l'Obtention du diplôme de Master Académique

Spécialité : Hydraulique

Option : Ressources Hydrauliques

Présenté par :

LAKHDARI MOHAMMED LASSAAD

Encadré par :

Pr : DJAMEL BOUTOUTAOU

Thème :

*Etude des pluies annuelles et maximales journalières dans la région
de Biskra*

Devant la commission d'examen :

Mr : SEGGAI SOUFIANE

Président (MCA)

U.K.M.OUARGLA

Mr : BOUAMRANE ALI

Examineur (MCB)

U.K.M.OUARGLA

Année universitaire: 2017/2018

DEDICACE

A mes Parents

A mon maître Sidi H'maida Lakhdari

*A ma femme, mes deux enfants Essayida Fatima Ezzaharaa et Essayid Ahmed Essalem
dont le mérite, les sacrifices et les qualités humaines m'ont permis de vivre ce jour.*

A qui je souhaite aussi un avenir radieux plein de réussite

A mes Frères et mes sœurs

Je leurs offre ce travail

sans Oublier mes collègues au niveau de l'Office National d'Irrigation et de Drainage ONID.

REMERCIEMENTS

A Mes Enseignants

J'ai eu l'honneur d'être parmi vos élèves et de bénéficier de votre riche enseignement. Vos qualités pédagogiques et humaines sont pour moi un modèle. Votre gentillesse, et votre disponibilité permanente ont toujours suscité mon admiration.

A Mon Encadreur

Mr DJAMEL BOUTOUJAOU

Votre compétence, votre encadrement ont toujours suscité mon profond respect. Je vous remercie pour votre accueil et vos conseils. Veuillez trouver ici, l'expression de mes gratitude et de ma grande estime. Mes profondes gratitude s'orientent vers L'ensemble du personnel du département de Génie Civile et l'Hydraulique, surtout le juré qui a été représenté par Mr Saggai Sofiane et Mr Bouamrane Ali.

Et Je tiens à

remercier chaleureusement A Dr : Fottoum Lakhani Ex-directrice de CRSTRA pour s'aide et ses orientations, et tout ceux qui, de prés ou de loin, m'ont apporté leurs sollicitudes pour accomplir ce Travail.

S O M M A I R E

Titre	Page
Dédicace	
Remerciements	
Liste des Tableaux	
Liste des figures	
Liste des abréviations	
Introduction Générale	01
Chapitre I : Caractéristiques Physico-Géographiques et Climatiques	03
Introduction	03
I.1.Situation géographique et administrative	03
I.2.Étude climatique	04
I.2.1.La Précipitation	04
I.2.2. La Température	05
I.2.3. Le Vent	05
I.2.4.L'humidité relative	06
I.2.5.L'insolation	06
Conclusion	07
Chapitre II: Méthodes de Mesure et Présentation des Données	09
II.1.Rappelle sur Les précipitations	09
II.2.Origine des précipitations	09
II.3.Formation des précipitations	09
II.4.Les différents types des précipitations:	11
II.4.1.Précipitation de convection	11
II.4.2.Précipitation Orographiques	12
II.4.3.Précipitations Cycloniques	13
II.5.Méthodes de mesure des précipitations	15
II.5.1.Pluviomètres	15
Définition	15
II.5.1.1.Les différents types de pluviomètres	15
II.5.1.1.1.Les pluviomètres à lecture direct	15
II.5.1.1.2.Pluviomètre Totalisateur	16
II.5.2.Pluviographes	16
II.5.2.1.À auget basculeur	17
II.5.2.2.Pluviomètre à balance	18

II.5.2.3.Pluviomètre Optique	18
II.5.3.Les Radars météorologiques	19
II.5.3.1.Le fonctionnement du radar météorologique	20
II.6.Présentation des Données pluviométriques	22
II.6.1.Présentation des données pluviométries annuelles	23
II.6.2.Présentation des données pluviométries mensuelles :	25
II.6.2.1.Station de Biskra Code 06 14 16	25
II.6.2.2.Station de Djemourah Code 06 14 16	26
II.6.2.3.Station Bouzina Code 06 13 02	27
II.6.2.4.Station de Tadjemout Code 06 16 04	28
II.6.2.5.Station de Foum-Kharza Code 06 16 01	29
II.6.2.6.Station de l'Outaya Code 06 12 05	30
II.6.2.7.Station de Tifelfel Code 06 16 11	31
II.6.2.8.Station de M'ziraa Code 06 16 09	32
II.6.2.9.Station de Mena Code 06 13 04	33
II.6.2.10.Station de Sidi-Khaled Code 06 09 02	34
II.6.2.11.Station de T'kout Code 06 15 05	35
II.7.Présentation des séries des pluies maximales journalières	36
Chapitre III: Étude Statistique des Données Pluviométriques	39
III.1.Rappelle sur la statistique en Hydrologie	39
III.2.Les Paramètres de positions	39
III.2.1. La moyenne	39
III.2.2.La médiane	40
III.2.3.Le mode	40
III.3.Les Paramètres de dispersion	40
III.3.1.L'étendue	40
III.3.2.La variance	41
III.3.3.L'Ecart-type ou déviation standard	41
III.3.4.Le coefficient de variation	41
III.4.Homogénéisation des séries pluviométriques	42
III.4.1.Test de WILCOXON	42
Le principe de test de WILCOXON	42
III.4.2.Test de WILCOXON pour les données pluviométriques annuelles	44
III.4.2.1.Station de Mena	44
III.4.2.2.Station de T'kout	45
III.4.2.3.Station de Tadjemout	46

III.4.2.4.Station de Djemourah	47
III.4.2.5.Station de Foum-Kharza	48
III.4.2.6.Station de l'Outaya	49
III.4.2.7.Station de Bouzina	50
III.4.2.8.Station de Tifelfel	51
III.4.2.9.Station de Biskra	52
III.4.2.10.Station de Sidi-Khaled	53
III.4.2.10.Station de M'ziraa	54
III.5.Test de WILCOXON pour les donnes pluviométriques max journalières :	55
III.5.2.Station T'kout	56
III.5.3.Station Tifelfel	57
III.6.L'Ajustement Statistiques des séries pluviométriques	58
III.6.1.Procédé d'ajustement	58
III.6.2.Type de fonction de probabilité en hydrologie	59
III.6.2.1.Loi de Gauss ou loi normale	59
Fonction de répartition	59
III.6.2.2.Loi de Galton (ou log-normale ou de Gibrat-Gauss)	61
Fonction de répartition	61
III.6.2.3.Loi de Gumbel	62
Fonction de distribution	62
III.6.3.Période de retour	63
Définition de logiciel HYFRAN	63
III.7.L'application de logiciel Hyfran pour la station pluviométrique Biskra	64
III.7.1.Loi normal	64
III.7.2.Loi log-normal	66
III.7.3.Loi de Gumbel	68
III.8.Calcul des pluies de différentes fréquences (période de retour T)	70
Chapitre IV: Étude de la Relation entre les Paramètres	72
Introduction	72
IV.1.La relation entre les pluies annuelles P an et l'altitude H	72
IV.2.La relation entre le coefficient de variation Cv et l'altitude H	73
IV.3.La relation entre les pluies annuelles P an et pluies maximales journalières P max-j	74
Conclusion Générale	75
Annexes	76
Références bibliographiques	
Résumé	

Liste de Tableaux

Tableau 01 : Stations pluviométriques	22
Tableau 02 : Les données pluviométries annuelles de la région de Biskra (1968-2008)	23
Tableau 03 : Les données pluviométries mensuelles-station Biskra-(1973-2008)	25
Tableau 04 : Les données pluviométries mensuelles-station Djemourah-(1969-2008)	26
Tableau 05 : Les données pluviométries mensuelles-station Bouzina-(1971-2008)	27
Tableau 06 : Les données pluviométries mensuelles-station Tadjmout-(1969-2008)	28
Tableau 07 : Les données pluviométries mensuelles-station Foum-Kharza-(1970-2008)	29
Tableau 08 : Les données pluviométries mensuelles-station l'Outaya-(1970-2008)	30
Tableau 09 : Les données pluviométries mensuelles station Tifelfel-(1972-2008)	31
Tableau 10 : Les données pluviométries mensuelles-station M'ziraa-(1992-2008)	32
Tableau 11 : Les données pluviométries mensuelles-station Mena-(1968-2008)	33
Tableau 12 : Les données pluviométries mensuelles station Sidi-Khaled-(1976-2008)	34
Tableau 13 : Les données pluviométries mensuelles station T'kout-(1969-2008)	35
Tableau 14 : Les données pluviométries max journalières (1970-2011)	37
Tableau 15 : Test de Wilcoxon pour la station de Mena	44
Tableau 16 : Test de Wilcoxon pour la station de T'kout	45
Tableau 17 : Test de Wilcoxon pour la station de Tadjemout	46
Tableau 18 : Test de Wilcoxon pour la station de Djemourah	47
Tableau 19 : Test de Wilcoxon pour la station de Foum-Kharza	48
Tableau 20 : Test de Wilcoxon pour la station de l'Outaya	49
Tableau 21 : Test de Wilcoxon pour la station de Bouzina	50
Tableau 22 : Test de Wilcoxon pour la station de Tifelfel	51
Tableau 23 : Test de Wilcoxon pour la station de Biskra	52
Tableau 24 : Test de Wilcoxon pour la station de Sidi-Khaled	53
Tableau 25 : Test de Wilcoxon pour la station de M'ziraa	54
Tableau 26 : Test de Wilcoxon pour la station de Foum-Kharza	55
Tableau 27 : Test de Wilcoxon pour la station de T'kout	56
Tableau 28 : Test de Wilcoxon pour la station de Tifelfel	57
LeTableau 29 : Valeurs de u positive, si u est négatif, la probabilité au nondépassement est le complément à 1 de F (u).	60
Tableau 30 : Pluies fréquentielles des stations	70

Liste de Figures

Figure 01 : Situation géographique et administrative de la région d'étude	03
Figure 02 : Précipitation moyenne mensuelle pour la période (2006 - 2016)	04
Figure 03 : Températures moyenne mensuelles pour la période (2006-2016)	05
Figure 04 : Vitesse moyenne mensuelle du vent pour la période (2006-2016)	05
Figure 05 : Humidité relative moyenne mensuelle pour la période (2006-2016)	06
Figure 06 : L'insolation moyenne mensuelle pour la période (2006 à 2016)	06
Figure 07 : Précipitations de convection	12
Figure 08 : Précipitations Orographiques	13
Figure 9 : Précipitations Cycloniques	14
Figure 10 : Nuage et précipitations associés à un front chaud et froid	14
Figure 11 : pluviomètre à lecture direct	15
Figure 12 : Pluviographe enregistrant les données	16
Figure 13 : pluviomètre à augets basculants	17
Figure 14 : Pluviomètre de Fisher et Porter	18
Figure 15 : Pluviomètre Optique	19
Figure 16 : Le radar météorologique	20
Figure 17 : Le fonctionnement du radar météorologique	21
Figure 18 : Précipitations annuelles de la région de Biskra (11 stations)	24
Figure 19 : Ajustement de la serie de pluie de Biskra à loi normal	65
Figure 20 : Ajustement de la serie de pluie de Biskra à loi log-normal	66
Figure 21 : Ajustement de la serie de pluie de Biskra à loi de Gumbel	69
Figure 22 : La relation entre les pluies annuelles et l'altitude	72
Figure 23 : La relation entre le coefficient de variation et l'altitude	73
Figure 24 : La relation entre les pluies annuelles et les pluies maximales	74

LISTE DES ABREVIATIONS

- A.N.A.T : Agence nationale de l'Aménagement du Territoire
- O.N.M : Office National de la Météorologie

BIBLIOGRAPHIES :

- [1] : Sadou S, Assoumane I . D. (2007). Impacts anthropiques sur le cycle de l'eau vers une approche durable, PFE pour l'obtention du diplôme d'ingénieur, département d'hydraulique, Tlemcen.
- [2] : Bennis S. Hydraulique et hydrologie, 2° Edition.
- [3] : Roche M. (1963). Hydrologie de surface, Edition Gauthier-Villars, Paris.
- [4] : Sanchez-Diesma R, Zawadski I., Semper-Torres D.(1970).
Identification of the bright band through the analysis of volumetric radar data,
Journal of the Atmospheric Sciences 27, 299-307.
- [5] : Morel M. (1999). Acquisition et constitution d'une information hydrologique de Base, Edition H.G.A, Bucarest.
- [6]: François Anctil, Nicolas Rousselle et Jean Lauzon, *Hydrologie : Le cheminement de l'eau*, Presses internationales Polytechnique, 2012
- [7] : Littoclimate.com
- [8]: Introduction au traitement de données en HYDROLOGIE par Ph. Bois, Ch. Obled et I. Zin

Résumé :

Le but de ce mémoire est de faire une étude approfondie sur les pluies moyennes annuelles et pluies maximales journalières de la région de Biskra. Cette étude comprend 11 stations pluviométriques réparties sur le territoire de la région étudiée.

Une analyse statistique appliquée sur toutes les données des 11 stations. Le test utilisé pour l'homogénéité des séries pluviométriques est celui de Wilcoxon. Le meilleur ajustement des séries pluviométriques est donné par la loi log-normale. Le logiciel utilisé pour l'homogénéité et l'ajustement est le logiciel Hyfran. La dernière étape de l'étude est établie de la relation entre la pluie annuelle et l'altitude de terrain, le coefficient de variation et l'altitude en fin, les pluies annuelles et pluies maximales journalières.

Mots clés : pluies, Wilcoxon, loi log-normale, altitude, coefficient de variation.

ملخص:

11

Hyfran

Abstract :

The purpose of this thesis is to make an in-depth study of the average annual rainfall and maximum daily rainfall in the Biskra region. This study includes 11 rainfall stations spread over the territory of the study area.

A statistical analysis applied to all the data of the 11 stations. The test used for the homogeneity of rainfall series is that of Wilcoxon. The best fit of rainfall series is given by the log-normal law. The software used for homogeneity and fit is Hyfran software.

The final stage of the study is based on the relationship between annual rainfall and terrain elevation, the coefficient of variation and altitude at the end, annual rainfall and maximum daily rainfall.

Key words: rainfall, Wilcoxon, log-normal law, altitude, the coefficient of variation.

Introduction Générale

En Algérie et particulièrement dans les zones situées au Sud de l'Atlas Saharien, la rareté et le caractère aléatoire des précipitations, conjuguée à une désertification de plus en plus inquiétante, résultant à la fois des actions anthropiques et de la rigueur des conditions climatiques, sont une réelle menace au développement durable de ces zones. Parmi ces zones, la zone de Biskra représente un pôle d'agriculture très important. Le manque d'eau destinée à l'irrigation agricole dans la région de Biskra constitue "le souci majeur" des agriculteurs, notamment ceux de la filière dattes. D'autre part, pour la protection contre les crues ou des inondations, l'impact de ces inondations reste relativement local, et le nombre de victimes est généralement limité, mais très variable en raison de la densité des habitations, de sa localisation et de type de construction adopté. L'étude hydrologique, surtout l'étude des pluies moyennes annuelles et pluies maximales journalières doit d'être nécessaire.

Pour cela, le but de ce travail est de faire une étude approfondie sur les pluies moyennes annuelles et pluies maximales journalières de la région de Biskra, cette étude comprend 11 stations pluviométriques (Menaâ, T'kout, Tadjmout, Djemourah, Fom-Kharza, Outaya, Bouzina, Tifelfel, Biskra, Sidi-Khaled et M'ziraa), qui sont réparties sur le territoire de la région étudiée. Les données pluviométriques sont apportées d'ANRH de Biskra. L'ajustement de séries pluviométriques, a été fait par logiciel "Hyfran" en trois lois sont la loi normale, loi log-normale et loi de Gumbel.

Ce mémoire se compose en 04 chapitres :

Premier chapitre : caractéristiques physico-géographiques et climatiques.

Deuxième chapitre : Méthodes de Mesure et Présentation des Données.

Troisième chapitre : Étude Statistique des Données Pluviométriques.

Quatrième chapitre : Étude de la relation entre les paramètres pluies annuelles, maximales journalières, altitude et le coefficient de variation.

Et en fin une conclusion générale où nous avons établi la relation entre les paramètres pluies moyennes annuelles et l'altitude "H", entre l'altitude "H" et le coefficient de variation "Cv" et finalement entre les pluies annuelles et maximales journalières.

Chapitre I

Caractéristiques Physico-Géographiques et Climatiques

Introduction :

La porte du désert; Biskra est située au pied du versant méridional du massif de l'Aurès. Elle constitue dans l'est Algérien, au confluent de deux vallées qui traversent le massif, la première étape et la porte de l'espace saharien. Outre les ressources en eaux et en sols qui ont permis la pratique de l'agriculture oasienne, cette position charnière, a fait de Biskra, un relais naturel de circulation nord-sud. Depuis l'époque romaine, ce site à été utilisé par les occupants successifs, comme place forte et centre administratif et commercial.

I.1.Situation géographique et administrative :

La wilaya de Biskra est située dans le Sud-Est d'Algérie, au piémont Sud de l'Atlas saharien. Elle s'étend sur 21.671,20 Km². Elle se trouve à une altitude de 87 mètres, sa latitude est de 34° 48' N et sa longitude est de plus de 5° 44'E Administrativement, elle est limitée au Nord par la wilaya de Batna, à l'Est par la wilaya de Khenchela, au Sud par la wilaya de Ouargla et El-Oued et à l'Ouest par la wilaya de M'Sila et Djelfa. Issue du découpage administratif 1974, Avec le récent découpage administratif de 1984, la Wilaya de Biskra se composait de douze daïra et trente-trois communes¹.

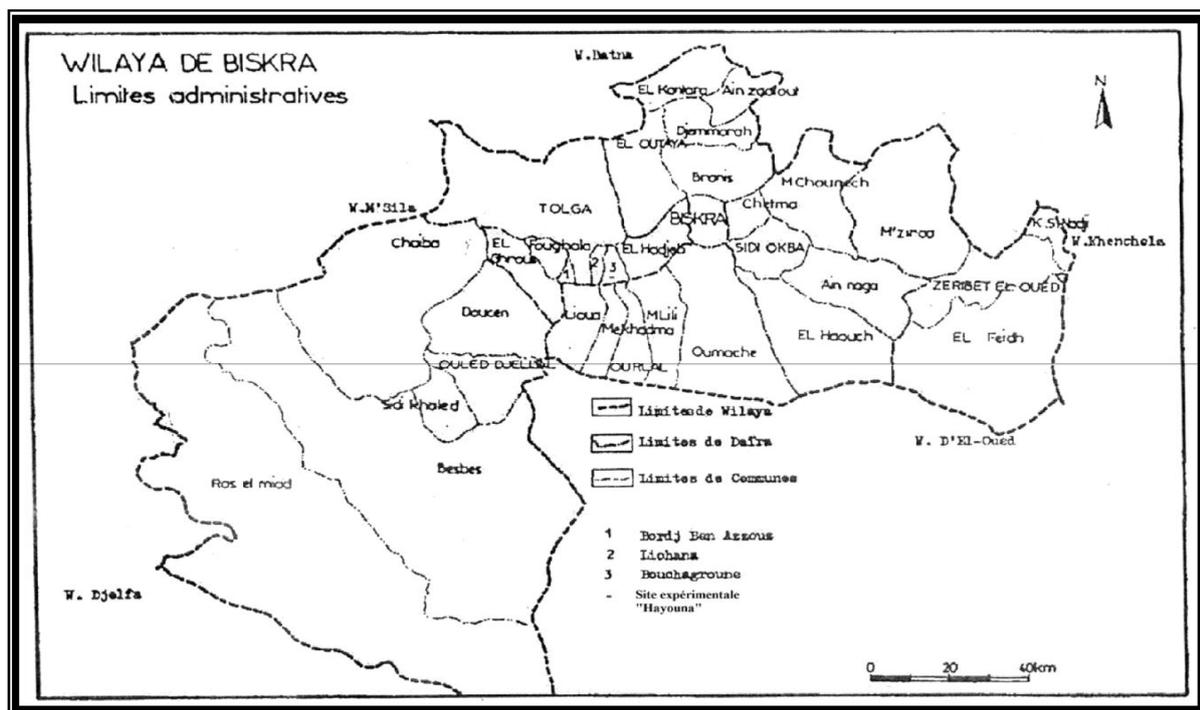


Figure 01 : Situation géographique et administrative de la région d'étude ¹

¹ (A.N.A.T. 2002)

I.2.Étude climatique :

L'étude climatique est très importante dans plusieurs domaines hydrologie, agronomie..., nous présentons ci-dessous, quelques paramètres climatiques. Les données météorologiques sont collectées de la station météorologique de Biskra.

I.2.1.La Précipitation :

D'après les valeurs de la pluviométrie moyenne annuelle allant de l'année 2006 à l'année 2016. Elle est très faible et irrégulière, avec une moyenne annuelle de 129,5 mm. (2006-2016). Le mois le plus pluvieux est le mois de Janvier presque 20 mm, le mois le plus faible est Juillet avec une précipitation environ 1 mm. La précipitation est très irrégulière. Figure (02)

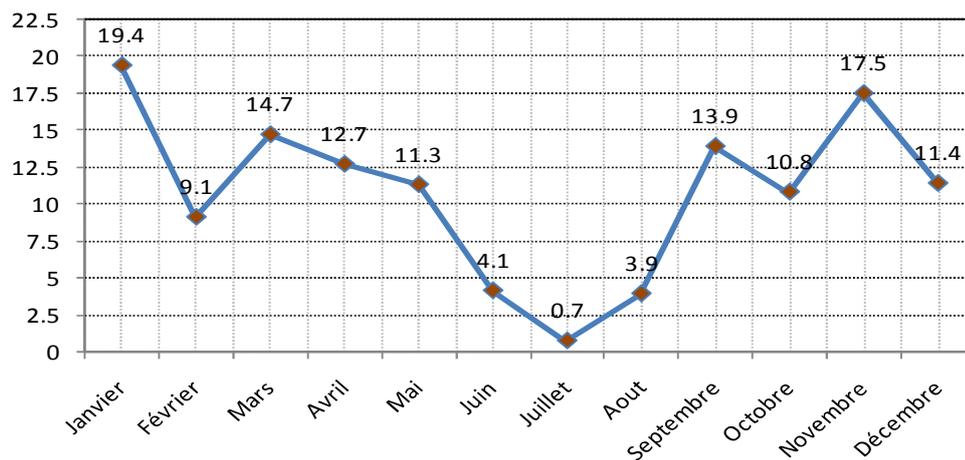


Figure 02: Précipitation moyenne mensuelle pour la période (2006 -2016) ²

I.2.2. La Température :

La température est un facteur très important à étudier ce dernier matérialise le pouvoir évaporant du climat. Elle joue un rôle primordial dans le développement des végétaux dans les serres, D'après la Figure (03) la région de Biskra se caractérise par une forte température aux mois d'été ; dont la moyenne annuelle est de 22,82 °C.

² (O.N.M. Biskra)

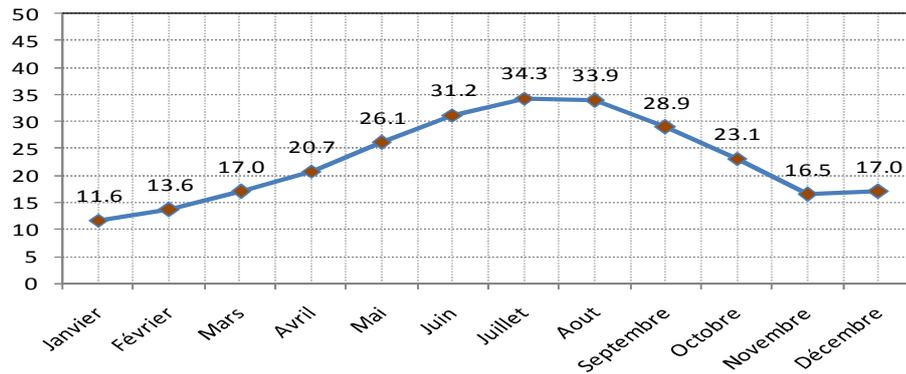


Figure 03: Températures moyenne mensuelles pour la période (2006-2016) ²

1.2.3. Le Vent :

Le vent est relativement fréquent dans cette région en fin du printemps et en été. En période hivernal le vent froid et humide vient du Nord – Ouest¹, avec une moyenne annuelle pour la période (2006-2016) est de 16,88 km/h. La distribution du vent est donnée en figure (04).

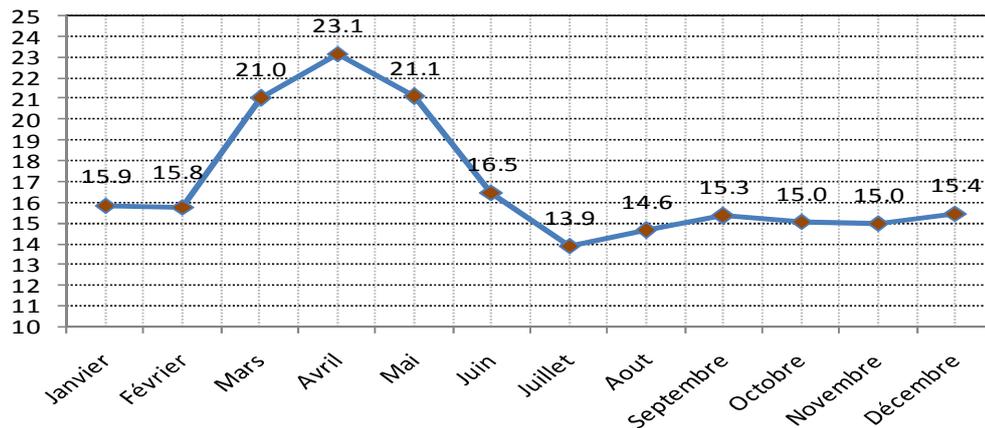


Figure 04: Vitesse moyenne mensuelle du vent pour la période (2006-2016) ²

1.2.4.L'humidité relative :

L'examen de la Figure (05) montre qu'un taux d'humidité relative moyenne pour la période (2006-2016) est de 44,16%, elle est forte en hiver et automne et faible en période de l'été. Figure (05)

² (O.N.M. Biskra)

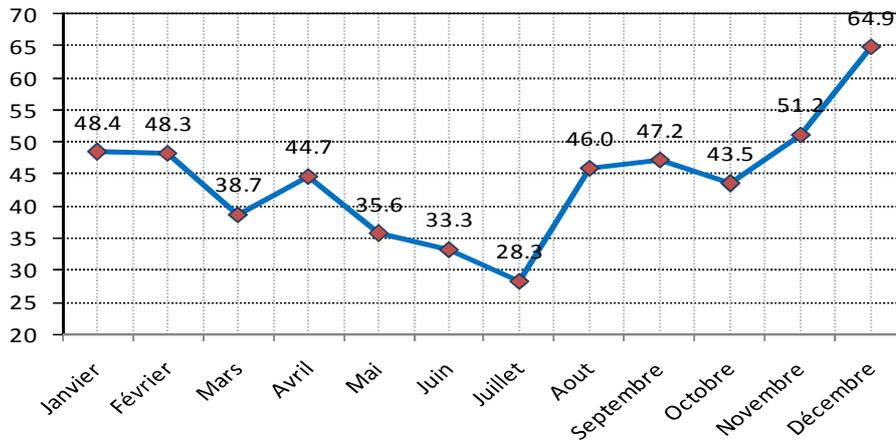


Figure 05: Humidité relative moyenne mensuelle pour la période (2006-2016) ²

I.2.5.L'insolation :

La radiation solaire est importante dans la région car l'atmosphère présente une grande clarté durant toute l'année. La moyenne annuelle (2006-2016) est de l'ordre de 277,5 heures/mois. Figure (06)

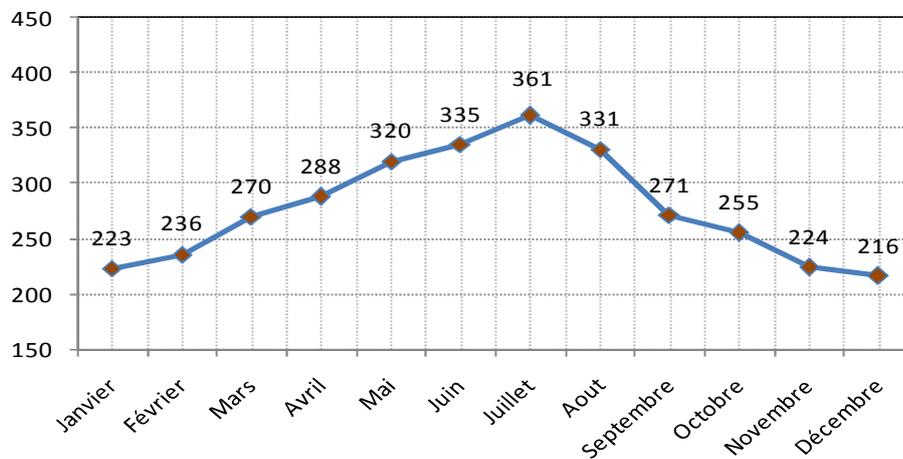


Figure 06: L'insolation moyenne mensuelle pour la période (2006-2016) ²

² (O.N.M. Biskra)

Conclusion :

La région de Biskra à un climat désertique. Tout au long de l'année, la pluie y est techniquement inexistante avec une température annuelle moyenne de 22.82 °C. Sur l'année, la précipitation moyenne est de 129.5 mm, tel que l'humidité relative moyenne est de 44.16%.

Chapitre II

Méthodes de mesure et présentation des données

Chapitre II: Méthodes de Mesure et Présentation des Données

II.1.Rappelle sur Les précipitations :

Sont dénommées précipitations, toutes les eaux météoriques qui tombent sur la surface de la terre, tant sous forme liquide (bruine, pluie, averse) que sous forme solide (neige, grésil, grêle) et les précipitations déposées ou occultes (rosée, gelée blanche, givre,...).

II.2.Origine des précipitations :

Les précipitations se produisent lorsque la vapeur d'eau se présente dans l'atmosphère se condense en nuages et retombe sur terre. Elles constituent l'unique «entrée» des principaux systèmes hydrologiques continentaux que sont les bassins versants. Elles constituent un phénomène physique qui décrit le transfert d'eau dans sa phase liquide (pluie) ou solide (neige, grêle) entre l'atmosphère et le sol. Les précipitations sont provoquées par un changement de température ou de pression. [1]

II.3.Formation des précipitations :

La pluie résulte d'un ensemble de phénomènes complexes. Ces phénomènes amènent les gouttelettes d'eau des nuages séparées les unes des autres d'une distance moyenne de 1mm à se condenser à une vitesse moyenne de 1cm/s, permettant d'accueillir un volume supérieur de million de fois à volume original.

La saturation est une condition essentielle à tout déclenchement de la condensation. Divers processus thermodynamiques sont susceptibles de réaliser la saturation des particules atmosphériques initialement non saturées et provoquer leur condensation : Saturation et condensation par refroidissement isobare, saturation et condensation par apport de vapeur, saturation et condensation par détente adiabatique et saturation par mélange et turbulence.

Cependant, la saturation n'est pas une condition suffisante à la condensation. Cette dernière requiert également la présence de noyaux de condensation (impuretés en suspension dans l'atmosphère d'origines variées-suie volcanique, cristaux de sable, cristaux de sel marin, combustions industrielles, pollution).lorsque les deux conditions sont réunies, la condensation intervient sur les noyaux. Il y a alors apparition de gouttelettes microscopiques qui grossissent à mesure que se poursuit l'ascendance, celle-ci étant le plus souvent la cause génératrice de la saturation. Les noyaux de condensation jouent en faite un rôle de catalyseur pour la formation de gouttelettes d'eau. Pour qu'il y ait précipitation, il faut encore que les gouttelettes ou les cristaux composant les nuages (les hydrométéores) arrivent à se transformer en gouttes de pluie.

Chapitre II: Méthodes de Mesure et Présentation des Données

Ce phénomène est lié à l'accroissement de ces éléments dont la masse devient suffisante pour vaincre les forces d'agitation. Ce grossissement peut s'expliquer par les deux processus suivant :

1-Du fait de la dispersion des vitesses, le cristal en se déplaçant, soit en chute libre, soit par turbulence, entre en collision avec les gouttelettes surfondues.

2-La congélation de celles-ci augmente le volume du cristal. Il en est de même pour les gouttelettes de diamètre supérieur à 30 microns qui entrent en collision avec des gouttelettes de diamètre inférieur.

Ce processus provoque un accroissement rapide de leur dimension et donc de leur masse augmentant leur vitesse de chute. L'effet Bergeron. Dans la partie du nuage où la température est négative mais supérieure à 40°C , coexistent des cristaux de glace et des gouttelettes d'eau surfondues (eau liquide avec une $T < 0^{\circ}\text{C}$, l'eau pure ne se solidifie pas à 0°C mais en dessous de 40°C). Autour d'un cristal de glace, l'air est saturé à un taux d'humidité plus bas qu'autour d'une gouttelette d'eau surfondue. Suite à cette différence d'humidité, il apparaît un transfert de la vapeur d'eau des gouttelettes vers les cristaux. Par conséquent, les gouttelettes s'évaporent tandis qu'il y a condensation autour des cristaux. Lorsque la masse du cristal est suffisante, il précipite. S'il traverse une région à température positive suffisamment épaisse (souvent à partir de 300 m dans les nuages stables) et si la durée de chute le permet, il fond et donne lieu à de la pluie. Le même processus de grossissement a lieu entre deux gouttelettes à des températures différentes (la plus froide grossit au détriment de la plus chaude). [1]

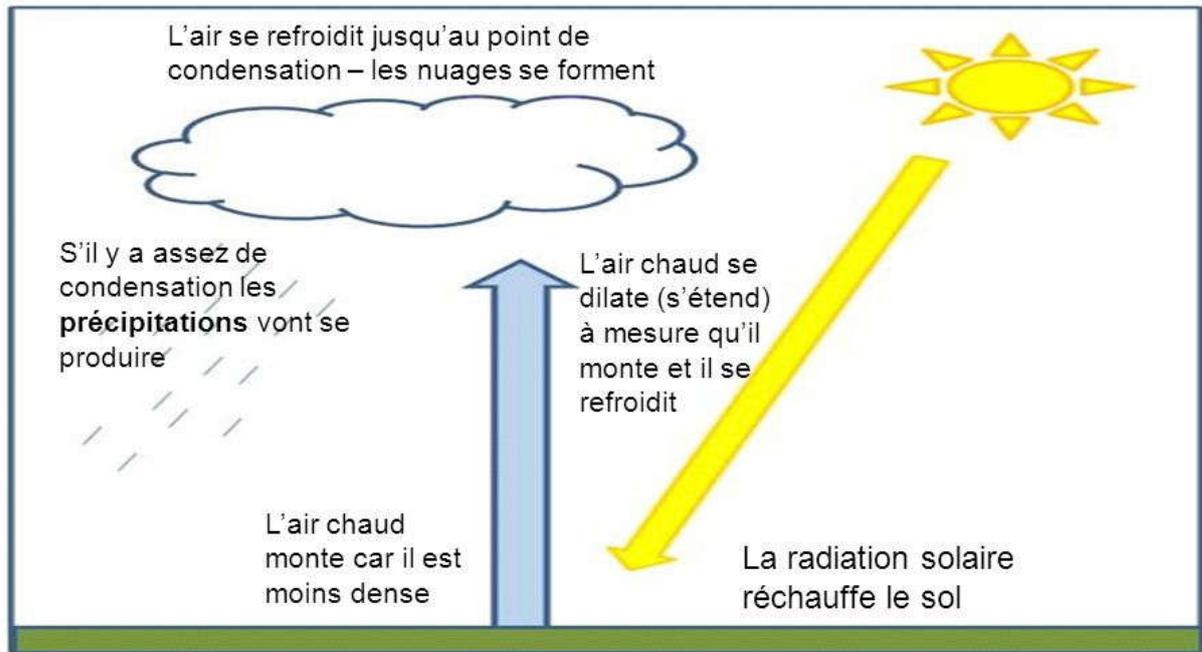
II.4. Les différents types des précipitations:

Les différents types des précipitations sont les suivants :

II.4.1. Précipitation de convection :

Le système convectif Figure (07) apparait lorsque deux masses d'air de températures différentes entre en contact et plus particulièrement une masse d'air froide recouvre un sol plus ou moins chaud ou lorsque les basses couches sont chauffées par les radiations solaires, l'air de ces basses couches se dilate alors, s'allège et s'élève sous l'effet de la poussée d'Archimède il s'élève en se refroidissant jusqu'au niveau de condensation, altitude à laquelle se forme la base du nuage. L'air continue de s'élever en se condensant ainsi jusqu'au niveau d'équilibre thermique, altitude du sommet du nuage. Celui-ci peut atteindre des altitudes de l'ordre de 12 km pour les situations les plus convectives. Ce système est décrit par 03 phases : développement, maturité et dissipation tel qu'il est représenté sur la figure.7 [3,4]

La précipitation de convection



Un sol qui est surchauffé chauffera l'air juste au-dessus

Figure 07 : Précipitations de convection

II.4.2. Précipitation Orographiques :

La présence d'un relief (une chaîne de montagne par exemple) sur la trajectoire d'une masse d'air provoque l'élévation de celle-ci. Le refroidissement induit peut entraîner la formation d'une couverture nuageuse et déclencher des précipitations. Ce type de système est relié aux perturbations cycloniques. [3]. Les précipitations, d'intensité et d'extension variables, touchent principalement le versant situé face au vent.

Le versant sous le vent est au contraire plus sec, car l'humidité relative de la masse d'air et donc la pluie est moindre voir nulle lorsqu'elle descend sur le versant sous le vent. Figure (08).

Précipitation dûe au relief (ou orographique)

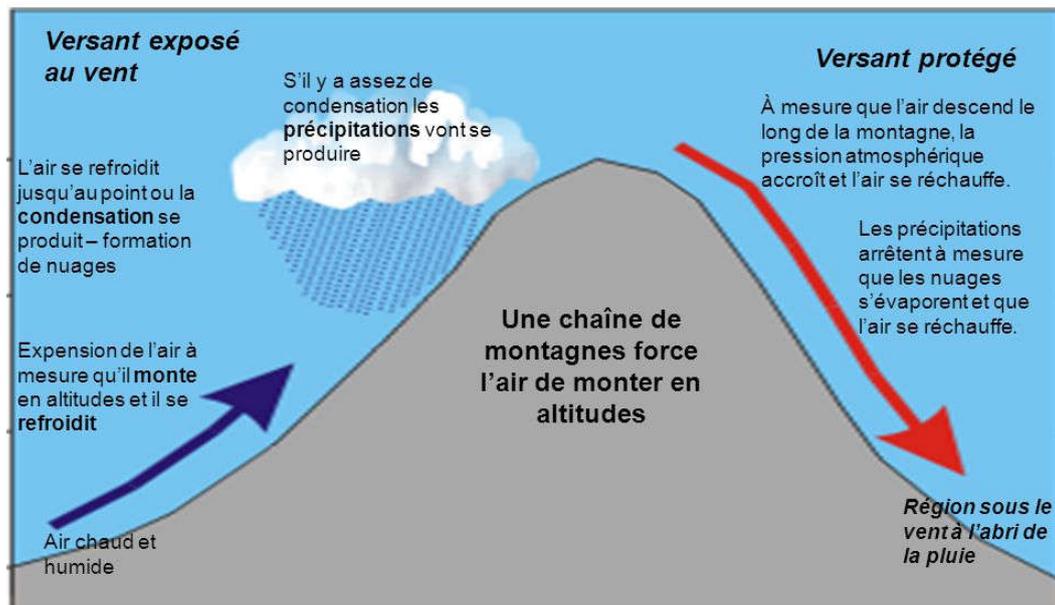


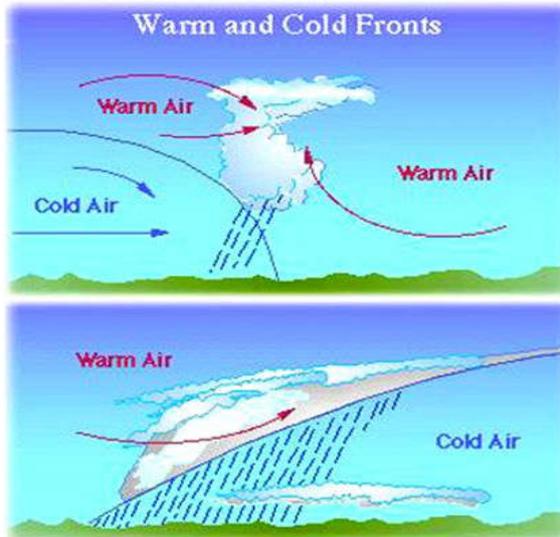
Figure 08 : Précipitations Orographiques

II.4.3. Précipitations Cycloniques :

Ces de précipitations sont engendrés au voisinage des surfaces de contact entre deux masses d'air de température et d'humidité différentes, que l'on appelle un front. La masse d'air chaud est toujours soulevée en altitude par la masse d'air froid. Suivant que la masse d'air chaud suive ou précède la masse d'air froid on trouve un front chaud ou froid. Figure 9.

Dans le cas d'un front froid, les nuages ont un développement vertical important et les précipitations sont intenses. Dans le cas d'un front chaud, les nuages ont une extension horizontale importante et les précipitations sont plus faibles que pour le front froid. Figure 10. [5]

La précipitation cyclonique



Lorsque deux masses d'air se rencontrent, une faut aller sur l'autre. Quand une masse d'air froid rencontre une masse d'air chaud (face a face) l'air chaud **monte**, se **refroidit** et se **condense** rapidement. Vous obtenez de fortes **précipitations** mais de courte durée sur une petite surface.

Lorsqu'une masse d'air chaud rencontre la d'une masse d'air froid par en arrière, la masse d'air chaud **monte** lentement sur l'air froid. Comme il se lève, l'air chaud se **refroidit**, et se **condense** lentement. Vous obtenez un **précipitation** de plus longue durée sur une grande surface.

Figure 9 : Précipitations Cycloniques

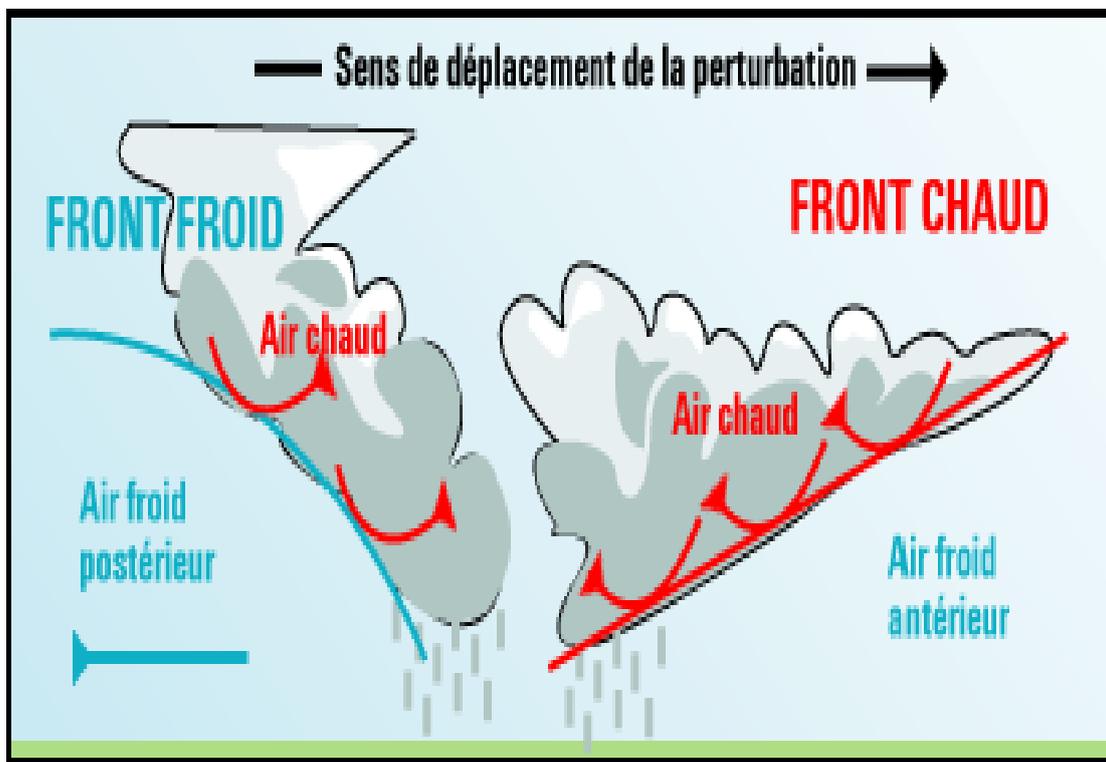


Figure 10: Nuage et précipitations associés à un front chaud et froid

II.5.Méthodes de mesure des précipitations :

II.5.1.Pluviomètres :

- Définition :

Un pluviomètre est un instrument météorologique destiné à mesurer la pluie tombée pendant un intervalle de temps donné et sur une surface donnée. La quantité d'eau atteignant le sol (*appelé aussi lame d'eau*) est exprimé en millimètre. Quand 1 millimètre est dans le pluviomètre cela équivaut à un litre d'eau au mètre carré [6]. On l'exprime grâce au quotient suivant :

$$H (mm) = V/S$$

Tel que

V : volume en m³

S : surface en m²

II.5.1.1.Les différents types de pluviomètres:

II.5.1.1.1.Les pluviomètres à lecture direct :

Il consiste en un collecteur gradué où l'eau se déverse directement. Ensuite, il suffit de lire les graduations sur le collecteur pour connaître la quantité d'eau tombée. Figure (11).



Figure 11: pluviomètre à lecture direct

II.5.1.1.2. Pluviomètre Totalisateur:

Les pluviomètres utilisés dans les stations peu souvent visitées, comme une station de montagne, contiennent de l'antigel et un liquide comme de l'huile empêchant l'évaporation de l'eau. Ils sont de plus grande capacité car les relevés peuvent être faits hebdomadairement ou mensuellement [6]

II.5.2. Pluviographes :

Un pluviographe inscrit en continu les données - hauteur de précipitations et temps écoulé - sur un papier gradué se trouvant près de l'appareil donnant un *pluviogramme*. Par la suite, le signal provenant du pluviomètre fut transmis par fil à un enregistreur similaire situé dans le bureau du technicien en météo prenant les relevés. Figure (12) [6]

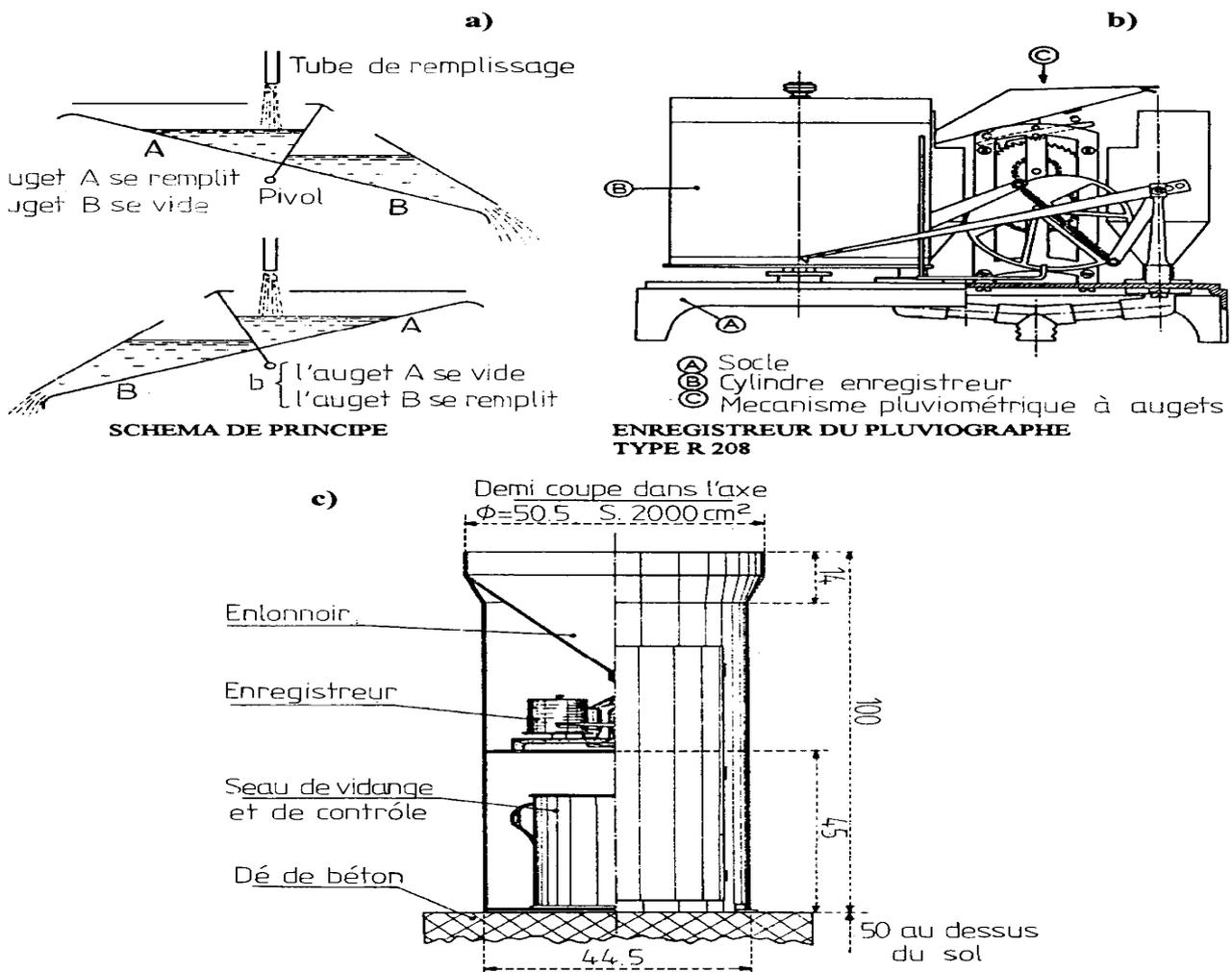


Figure 12: Pluviographe enregistrant les données

II.5.2.1. À auget basculeur :

Il est destiné à l'enregistrement sur bande papier des événements pluvieux. Entièrement mécanique, cet appareil ne nécessite qu'une maintenance hebdomadaire à l'occasion du changement de diagramme. Son utilisation est particulièrement recommandée sous climat tropical sec (résolution 0,1mm) ou humide (résolution 0,5mm). Figure (13) [6].

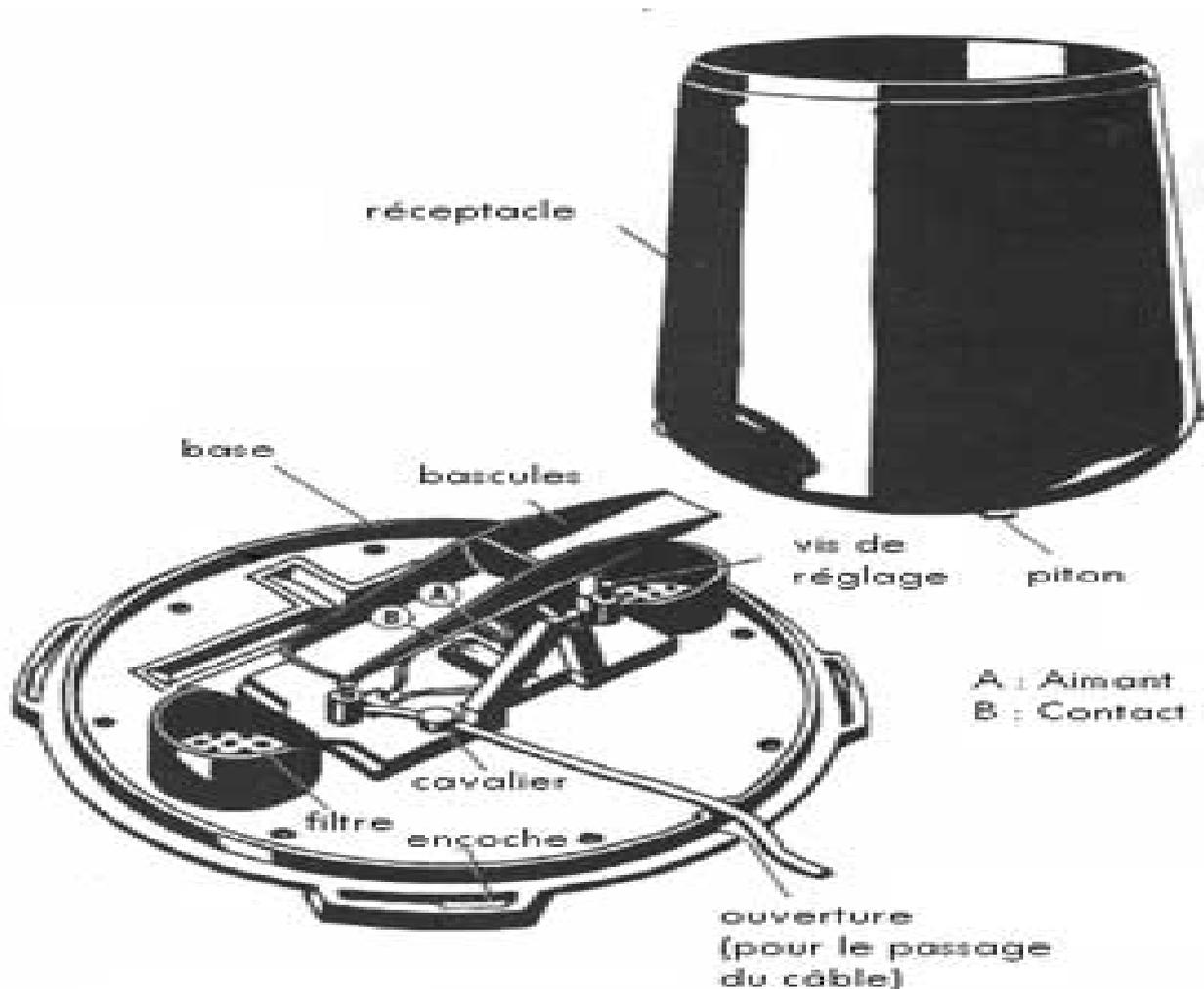


Figure 13: pluviomètre à augets basculants

II.5.2.2.Pluviomètre à balance :

Le pluviomètre à balance, ou de Fisher et Porter, reçoit la pluie dans un récipient relié à une balance. Une fine couche d'huile est mise dans le récipient avant usage. La variation de la masse d'eau dans le récipient est transformée en équivalent de millimètres d'épaisseur selon la densité de l'eau. Les modèles primitifs faisaient cette transformation en déplaçant la pointe d'un stylet sur un papier graphique spécialement gradué à cet effet.

Figure (14)



Figure 14: Pluviomètre de Fisher et Porter

II.5.2.3.Pluviomètre Optique :

Le pluviomètre optique est formé d'un collecteur en entonnoir sous lequel se trouve une photodiode ou une diode laser. Les précipitations sont mesurées par détection d'irrégularités optiques. L'entonnoir dirige les gouttes dans le volume d'échantillonnage au sein du faisceau lumineux. En mesurant l'intensité des scintillations, il peut électroniquement déterminer le débit des précipitations. Figure (15). [7]



Figure 15: Pluviomètre Optique

II.5.3. Les Radars météorologiques :

Les radars météorologiques permettent de localiser les précipitations et de mesurer leur intensité en temps réel. Répartis sur l'ensemble du territoire, ils ont une portée d'environ 100 km pour mesurer la quantité de précipitations et d'environ 200 km pour détecter des phénomènes dangereux. Outre l'intensité des précipitations, les radars météorologiques fournissent également, en exploitant l'effet Doppler, des informations sur le vent dans les zones précipitantes. Les radars les plus récents sont quant à eux capables de faire la distinction entre les types de précipitations (pluie, neige, grêle...).Figure (16)



Figure 16 : Le radar météorologique

II.5.3.1. Le fonctionnement du radar météorologique :

La réflectivité est la mesure de base faite par les radars météorologiques. Elle représente la proportion de l'onde émise par le radar rétrodiffusée par les hydrométéores. L'antenne parabolique du radar décrit en permanence des tours d'horizon (à la vitesse azimutale typique de 10 degrés / seconde) et émet, à intervalles réguliers, de très brèves impulsions (ou ondes) électromagnétiques (1 à 2 microsecondes). Ces ondes, qui se déplacent à la vitesse de la lumière, sont rétrodiffusées par les gouttes de pluie, les grêlons ou la neige. Ainsi, chaque émission est suivie d'un temps "mort" beaucoup plus long pour "écouter" les échos créés par les obstacles ou cibles (gouttes de pluie, flocons de neige...). La fraction très faible renvoyée vers le radar constitue le signal utile. C'est l'analyse de ce signal qui permet de repérer la position, l'intensité, le déplacement et le type des précipitations. Les zones de précipitations sont ainsi localisées et leur intensité mesurée. L'image radar est perturbée par des obstacles fixes comme les montagnes ou les constructions au voisinage immédiat de l'antenne. L'implantation des radars doit donc prendre en compte ces éléments afin d'assurer à cet instrument une capacité de mesure optimale. Figure 17. [7]

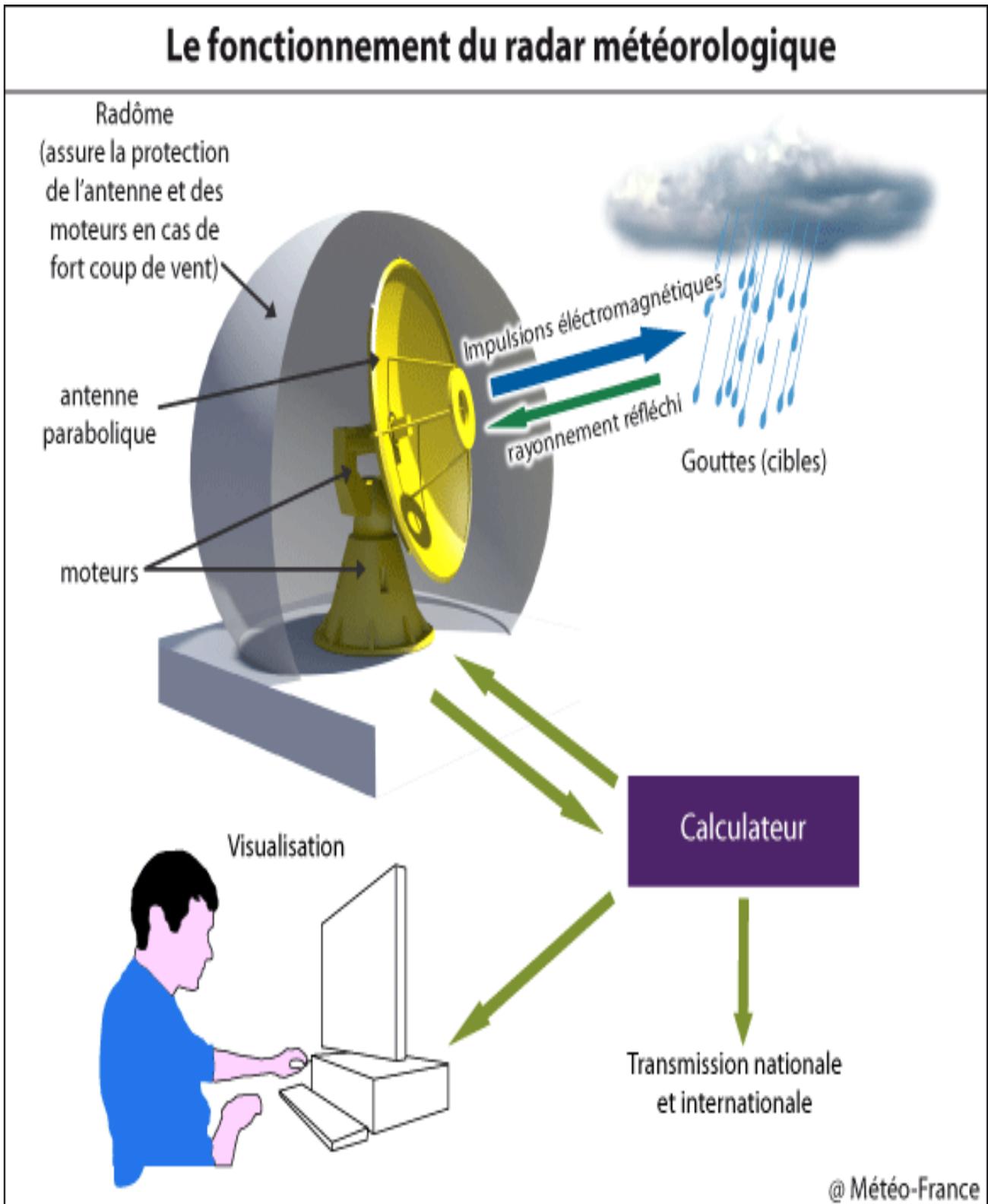


Figure 17: Le fonctionnement du radar météorologique

II.6.Présentation des Données pluviométriques:

Les données pluviométriques qui ont été collectées sont enregistrées dans plusieurs stations. Tableau (01)

Tableau 01 : Stations pluviométriques

N°	Nom de station	Code de station	Année d'observation
1	Mena	06 13 04	1968-2008
2	T'kout	06 15 05	1969-2008
3	Tadjmout	06 16 04	1969-2008
4	Djemourah	06 13 05	1969-2008
5	F-kharza	06 16 01	1970-2008
6	Outaya	06 12 05	1970-2008
7	Bouzina	06 13 02	1971-2008
8	Tifêfel	06 16 11	1972-2008
9	Biskra	06 14 16	1973-2008
10	Sidi Khaled	06 09 02	1976-2008
11	M'ziraa	06 16 09	1992-2008

Chapitre II: Méthodes de Mesure et Présentation des Données

II.6.1. Présentation des données pluviométriques annuelles :

On présente ci-dessous les données pluviométriques annuelles de la région de Biskra dans le tableau suivant :

Tableau 02: Les données pluviométriques annuelles de la région de Biskra (1968-2008)

N°	An	Mena	T'kout	Tadjmout	Djemourah	F-kharza	Outaya	Bouzina	Tifelfel	Biskra	Sidi Khalef	M'ziraa
		Code de Station pluviométrique										
		06 13 04	06 15 05	06 16 04	06 13 05	06 16 01	06 12 05	06 13 02	06 16 11	06 14 16	06 09 02	06 16 09
1	68/69	423,30	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
2	69/70	422,30	170,90	54,70	196,80	A	A	A	A	A	A	A
3	70/71	275,80	101,40	207,50	323,10	24,60	27,50	A	A	A	A	A
4	71/72	377,00	120,80	111,00	9,50	75,70	146,90	420,20	A	A	A	A
5	72/73	156,80	208,80	241,00	94,20	117,70	202,60	240,10	24,20	A	A	A
6	73/74	175,00	51,50	128,10	20,20	49,60	76,20	188,20	62,50	49,40	A	A
7	74/75	244,50	44,30	58,00	114,50	80,00	49,20	124,50	108,70	104,20	A	A
8	75/76	224,10	222,20	146,70	101,70	133,30	98,80	0,00	190,00	157,00	A	A
9	76/77	431,80	522,10	222,80	198,00	170,50	64,10	197,60	238,20	193,90	0,00	A
10	77/78	129,10	176,70	176,10	67,00	33,50	219,50	125,10	209,40	47,80	24,70	A
11	78/79	134,10	171,80	137,30	76,60	33,00	77,00	215,30	82,40	36,90	47,80	A
12	79/80	232,30	329,60	149,70	193,90	44,50	24,50	229,50	206,10	144,70	243,80	A
13	80/81	249,30	289,80	130,40	138,50	120,50	111,10	256,60	164,20	110,20	24,70	A
14	81/82	551,70	169,70	181,10	84,60	82,50	0,00	225,60	96,50	26,30	72,30	A
15	82/83	318,30	155,50	306,20	75,30	150,30	0,00	248,00	130,40	137,70	82,80	A
16	83/84	142,90	160,30	147,50	83,90	28,50	0,00	440,80	69,00	26,50	46,30	A
17	84/85	294,80	277,90	85,60	148,60	135,00	0,00	269,40	154,50	107,50	101,80	A
18	85/86	235,50	286,80	164,60	131,30	98,50	85,90	315,50	80,40	143,60	109,40	A
19	86/87	211,00	208,70	135,60	188,10	91,00	146,40	317,70	48,00	99,10	156,40	A
20	87/88	191,70	214,90	189,40	74,50	42,00	74,80	244,80	132,10	80,70	131,20	A
21	88/89	244,40	354,70	273,20	125,80	114,10	67,60	429,60	132,40	87,10	84,50	A
22	89/90	240,10	382,10	264,80	88,70	176,90	81,80	389,00	258,50	124,50	205,30	A
23	90/91	128,30	208,20	318,40	148,80	92,00	91,70	280,20	104,00	165,70	104,00	A
24	91/92	315,10	293,70	106,00	268,60	136,50	5,70	257,50	133,00	140,20	129,60	A
25	92/93	148,60	234,30	127,60	116,00	116,50	130,90	220,50	117,00	94,40	163,00	196,00
26	93/94	123,10	165,10	132,80	74,40	80,20	51,20	138,30	93,00	64,20	42,00	176,00
27	94/95	191,50	263,20	170,50	79,70	69,80	19,50	297,00	164,00	106,20	143,00	74,00
28	95/96	452,20	552,20	66,00	272,20	163,60	0,00	553,60	396,30	229,30	258,40	208,60
29	96/97	256,30	98,00	198,60	126,80	88,50	0,00	190,30	74,00	137,80	104,60	29,10
30	97/98	274,30	304,20	/	167,80	116,30	0,00	410,00	109,40	155,00	247,70	46,80
31	98/99	158,20	148,40	/	99,70	51,00	82,50	184,30	34,20	112,80	141,90	34,90
32	99/00	133,90	236,80	/	141,10	109,10	0,00	265,50	128,00	125,60	150,20	29,40
33	00/01	144,60	229,10	/	55,80	40,70	0,00	201,00	79,80	77,00	29,70	20,10
34	01/02	162,00	221,60	/	100,80	56,70	0,00	205,90	162,00	45,10	51,20	40,90
35	02/03	448,20	362,00	/	255,60	157,20	0,00	0,00	174,00	131,10	72,00	39,20
36	03/04	294,30	494,50	/	258,70	212,70	0,00	0,00	27,00	198,40	154,00	80,60
37	04/05	219,80	386,50	/	146,80	117,40	0,00	59,00	89,40	123,70	102,00	18,80
38	05/06	242,70	311,10	/	155,30	53,10	0,00	363,50	173,30	149,90	109,90	51,20
39	06/07	221,30	212,60	/	104,10	95,67	0,00	299,30	81,30	183,50	136,50	27,50
40	07/08	59,80	131,20	/	18,20	22,40	0,00	136,20	121,50	30,40	25,00	7,90
Total (mm)		9880,00	9473,20	4631,20	5125,20	3581,07	1935,40	8939,60	4648,70	3947,40	3495,70	1081,00
Moyen (mm)		247,00	242,90	165,40	131,42	94,24	50,93	241,61	129,13	112,78	109,24	67,56

Où (A) : la station n'est pas encore créée et (/) : absence des données.

Chapitre II: Méthodes de Mesure et Présentation des Données

- La figure (18) représente les Précipitations annuelles de la région de Biskra de la période (1968-2008)

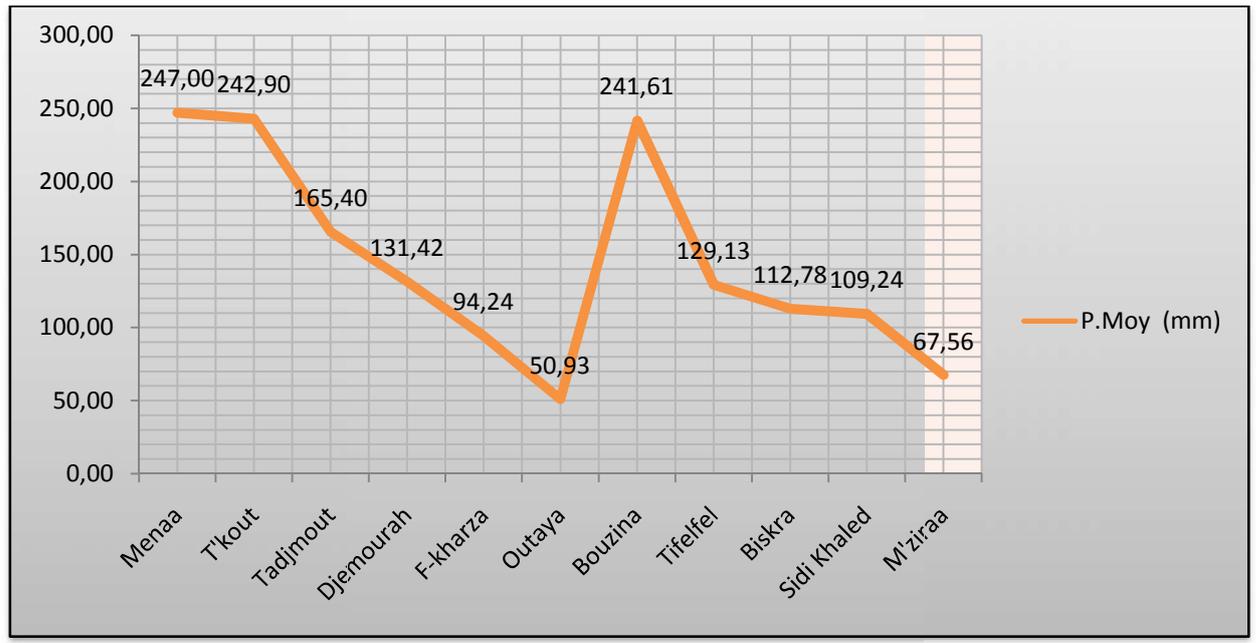


Figure 18 : Précipitations annuelles de la région de Biskra (11 stations)

On remarque que les valeurs de nos séries pendant la période (1968-2008) sont variées entre 247 mm, remarquée au niveau de la station de Menaa et 50.93 mm dans la station de l'Outaya.

Chapitre II: Méthodes de Mesure et Présentation des Données

II.6.2.Présentation des données pluviométriques mensuelles :

La pluviométrie mensuelle de chaque station est donnée individuellement dans les tableaux 03, 04, 05, 06, 07, 08, 09, 10, 11,12 et 13.

II.6.2.1.Station de Biskra Code 06 14 16 :

Tableau 03 : Les données pluviométriques mensuelles-station Biskra-(1973-2008)

N°	An	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Jui	Aout	Total Annuel
1	73/74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,80	22,80	3,70	2,50	8,10	2,70	1,80	49,40
2	74/75	0,20	0,00	0,00	0,30	8,40	11,60	6,30	31,70	45,70	0,00	0,00	0,00	104,20
3	75/76	38,50	0,00	6,50	19,00	0,70	36,50	18,10	3,10	8,50	22,00	4,10	0,00	157,00
4	76/77	29,00	12,80	2,00	9,90	42,40	2,80	6,60	19,40	64,10	2,60	2,30	0,00	193,90
5	77/78	0,00	0,00	17,30	0,00	14,40	3,70	4,70	6,10	0,00	1,60	0,00	0,00	47,80
6	78/79	0,00	12,80	0,00	0,20	0,00	5,00	3,00	9,60	6,30	0,00	0,00	0,00	36,90
7	79/80	66,50	0,30	0,00	0,00	0,00	18,90	13,10	9,60	6,30	23,00	0,00	7,00	144,70
8	80/81	0,00	0,00	39,80	10,30	0,00	9,20	11,50	8,50	0,00	23,00	0,00	7,90	110,20
9	81/82	0,00	0,20	0,00	17,70	5,40	0,00	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	26,30
10	82/83	0,00	40,80	58,30	0,00	0,00	9,10	1,50	0,00	5,50	0,00	0,00	22,50	137,70
11	83/84	0,00	3,80	3,50	4,00	0,50	3,60	7,60	0,00	0,00	3,50	0,00	0,00	26,50
12	84/85	1,00	14,70	19,20	1,00	11,00	1,10	32,00	1,60	25,90	0,00	0,00	0,00	107,50
13	85/86	2,30	9,90	16,60	13,50	31,00	3,60	49,00	0,30	17,40	0,00	0,00	0,00	143,60
14	86/87	26,30	10,70	11,50	11,40	10,70	12,00	3,80	1,00	5,80	1,00	2,30	2,60	99,10
15	87/88	0,00	15,50	4,50	11,80	4,50	0,00	4,10	16,60	1,00	22,70	0,00	0,00	80,70
16	88/89	2,50	0,00	13,50	4,90	4,60	10,90	0,00	10,90	10,60	20,60	0,00	8,60	87,10
17	89/90	6,60	2,00	11,50	3,00	28,00	0,00	9,00	20,40	32,00	4,50	0,50	7,00	124,50
18	90/91	5,60	0,00	14,50	20,60	17,00	13,00	60,40	3,50	3,10	2,00	0,00	26,00	165,70
19	91/92	13,00	33,50	4,00	9,90	18,90	2,30	22,00	6,60	5,00	0,00	4,50	20,50	140,20
20	92/93	20,50	0,00	50,50	3,50	0,00	4,40	11,50	0,00	4,00	0,00	0,00	0,00	94,40
21	93/94	2,50	0,00	6,30	3,20	14,40	5,00	22,60	1,40	0,00	1,50	0,00	7,30	64,20
22	94/95	37,30	36,20	3,20	0,00	4,50	2,00	7,00	11,50	0,00	4,00	0,50	0,00	106,20
23	95/96	31,80	2,60	25,00	19,50	63,90	25,10	46,20	5,40	2,70	3,70	3,40	0,00	229,30
24	96/97	31,70	0,00	0,00	4,30	3,80	2,60	1,40	88,90	0,00	5,10	0,00	0,00	137,80
25	97/98	16,60	4,90	41,60	13,90	0,00	0,40	11,00	47,10	12,10	7,40	0,00	0,00	155,00
26	98/99	0,00	3,60	0,10	0,10	82,30	0,50	0,20	0,00	5,20	18,30	0,00	2,50	112,80
27	99/00	21,30	11,40	47,40	33,20	0,00	0,00	0,00	4,00	8,30	0,00	0,00	0,00	125,60
28	00/01	12,80	3,00	10,00	2,50	45,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,60	77,00
29	01/02	1,20	2,60	21,90	10,10	1,10	0,00	1,50	2,80	0,30	0,00	0,00	3,60	45,10
30	02/03	0,60	16,20	17,90	1,40	81,70	2,90	6,60	3,10	0,30	0,20	0,00	0,20	131,10
31	03/04	6,30	37,50	4,30	10,90	0,10	0,30	32,80	70,70	34,00	1,00	0,00	0,50	198,40
32	04/05	6,70	6,20	31,40	53,90	0,00	21,90	1,90	0,00	0,00	0,00	1,70	0,00	123,70
33	05/06	2,50	3,70	4,50	9,00	58,60	35,80	13,00	13,30	8,00	0,60	0,00	0,90	149,90
34	06/07	19,70	9,80	47,30	8,00	0,00	41,00	12,50	40,10	2,60	0,00	0,00	2,50	183,50
35	07/08	28,10	0,00	2,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	30,40
	Total (mm)	431,10	294,70	536,40	311,00	553,00	293,00	446,70	440,90	317,20	176,40	22,00	125,00	3947,40
	Moyen (mm)	12,32	8,42	15,33	8,89	15,80	8,37	12,76	12,60	9,06	5,04	0,63	3,57	112,78

Chapitre II: Méthodes de Mesure et Présentation des Données

II.6.2.2. Station de Djemourah Code 06 14 16 :

Tableau 04 : Les données pluviométriques mensuelles-station Djemourah-(1969-2008)

1	An	Sep	Oct	Nov	Dec	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Jui	Aout	Total Annuel
2	69/70	0,00	0,00	4,00	0,70	0,00	3,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,80
3	70/71	0,20	0,00	0,00	96,00	29,00	0,70	1,30	6,90	0,00	0,00	0,00	134,10
4	71/72	0,00	0,00	4,00	0,70	1,10	1,40	0,10	0,00	0,00	0,00	2,20	9,50
5	72/73	43,10	3,00	0,00	18,20	6,10	5,20	2,00	2,00	0,00	0,00	0,20	79,80
6	73/74	0,00	0,80	1,40	4,90	0,00	8,90	4,00	0,00	0,20	0,00	0,00	20,20
7	74/75	8,50	0,00	0,20	0,10	9,00	16,80	13,70	64,00	0,00	0,00	0,00	112,30
8	75/76	7,00	1,00	1,00	4,10	26,50	10,40	0,00	13,10	30,60	0,00	8,00	101,70
9	76/77	0,00	15,00	40,90	5,60	1,30	0,00	17,20	102,70	0,00	0,00	0,00	182,70
10	77/78	47,30	0,00	6,90	0,20	4,40	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,70	60,00
11	78/79	0,00	14,90	2,50	1,60	7,20	24,40	9,00	0,00	0,00	0,00	0,00	59,60
12	79/80	27,60	11,30	4,20	2,50	37,10	29,80	26,10	8,20	0,00	0,00	0,00	146,80
13	80/81	2,00	0,00	45,40	29,00	19,50	12,10	13,60	0,00	16,90	0,00	0,00	138,50
14	81/82	0,00	2,30	0,00	19,50	8,40	5,00	45,10	0,00	0,00	0,00	0,00	80,30
15	82/83	0,00	0,00	29,90	0,00	15,00	0,00	0,00	8,00	0,00	0,00	22,40	75,30
16	83/84	0,00	6,60	0,00	3,20	33,00	1,80	1,80	0,00	15,10	0,00	21,70	83,20
17	84/85	0,30	0,00	19,60	11,00	5,40	32,60	0,00	39,90	0,00	0,00	0,00	108,80
18	85/86	5,20	10,90	31,00	7,30	12,10	51,30	5,00	2,20	0,00	0,00	0,00	125,00
19	86/87	57,50	18,80	19,80	23,20	25,50	7,50	2,40	6,90	2,70	0,00	4,50	168,80
20	87/88	0,00	21,60	15,30	13,00	0,00	6,90	0,00	3,40	11,00	0,00	0,00	71,20
21	88/89	0,00	0,00	9,40	15,10	16,60	0,00	20,70	13,10	27,30	0,00	23,60	125,80
22	89/90	1,30	2,10	0,00	4,10	0,00	0,00	18,10	32,30	2,90	0,00	10,50	71,30
23	90/91	0,00	0,00	24,00	5,70	23,40	0,00	66,00	2,50	0,00	0,00	18,60	140,20
24	91/92	4,70	47,00	3,60	23,30	78,00	22,40	9,50	29,90	0,00	14,20	0,00	232,60
25	92/93	5,30	0,00	25,80	9,60	62,60	0,00	0,00	9,00	3,70	0,00	0,00	116,00
26	93/94	3,50	0,00	14,00	0,40	14,10	22,50	3,70	0,00	2,80	0,00	0,00	61,00
27	94/95	9,10	34,20	9,80	0,00	4,80	4,60	0,00	0,00	2,90	0,00	7,40	72,80
28	95/96	44,20	21,30	19,30	17,20	39,30	51,70	16,30	0,00	10,50	10,20	0,00	230,00
29	96/97	17,00	0,00	0,00	5,70	5,70	0,00	77,20	0,00	0,00	0,00	0,00	105,60
30	97/98	16,70	4,80	45,00	19,10	9,80	7,70	41,90	7,90	11,40	0,00	0,00	164,30
31	98/99	0,00	2,30	2,80	3,60	5,30	0,00	0,00	13,00	9,50	3,70	0,00	40,20
32	99/00	12,10	0,00	76,00	29,30	0,00	0,00	3,80	19,90	0,00	0,00	0,00	141,10
33	00/01	0,00	0,00	0,00	11,60	2,50	0,00	0,00	12,90	0,00	0,00	0,00	27,00
34	01/02	7,00	8,60	16,20	23,50	0,00	5,10	0,00	0,00	0,00	0,00	36,70	97,10
35	02/03	0,00	13,30	37,70	0,00	4,70	14,10	12,30	4,50	0,00	0,00	9,40	96,00
36	03/04	7,60	68,50	6,40	15,40	0,00	40,10	77,10	43,60	0,00	0,00	0,00	258,70
37	04/05	0,00	0,00	31,60	85,40	29,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	146,80
38	05/06	0,00	0,00	0,00	22,40	38,40	0,00	13,70	26,60	0,00	0,00	0,00	101,10
39	06/07	39,80	5,00	0,00	16,00	0,00	14,40	28,90	0,00	0,00	0,00	0,00	104,10
40	07/08	15,80	2,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18,20
Total (mm)	382,80	315,70	547,70	548,20	575,60	400,50	530,50	473,00	147,50	28,10	165,90	4115,50	
Moyen (mm)	9,82	8,09	14,04	14,06	14,76	10,27	13,60	12,13	3,78	0,72	4,25	105,53	

Chapitre II: Méthodes de Mesure et Présentation des Données

II.6.2.3. Station Bouzina Code 06 13 02 :

Tableau 05 : Les données pluviométriques mensuelles-station Bouzina-(1971-2008)

N°	An	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Jui	Aout	Total Annuel
1	71/72	59,00	90,00	61,00	34,00	28,20	13,00	9,50	43,50	16,50	46,50	0,00	19,00	420,20
2	72/73	86,00	4,50	0,00	0,00	0,00	23,60	61,50	28,50	3,50	16,00	16,50	0,00	240,10
3	73/74	0,00	5,00	11,60	39,80	5,80	20,00	62,90	23,90	5,10	12,10	0,00	2,00	188,20
4	74/75	19,40	3,50	2,50	0,00	9,60	56,40	33,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	124,50
5	75/76	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	76/77	65,00	0,00	27,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	97,30	7,50	0,00	0,00	197,60
7	77/78	0,00	0,00	0,00	8,00	15,50	17,50	12,50	35,00	12,60	0,00	0,00	24,00	125,10
8	78/79	4,50	59,10	3,40	6,00	33,80	23,00	20,80	42,30	2,70	15,70	0,00	4,00	215,30
9	79/80	35,30	0,00	28,10	0,00	6,80	16,60	47,70	41,30	42,40	3,50	0,00	7,80	229,50
10	80/81	39,00	0,00	65,70	55,60	1,00	28,00	21,80	18,00	3,00	18,00	0,00	6,50	256,60
11	81/82	37,70	10,10	1,00	39,70	5,00	37,00	33,00	55,60	6,00	0,00	0,50	0,00	225,60
12	82/83	18,50	41,00	88,50	12,00	0,00	13,00	6,50	35,00	8,00	8,50	0,00	17,00	248,00
13	83/84	0,00	318,00	3,50	6,00	5,00	35,50	7,80	14,50	13,00	19,50	0,00	18,00	440,80
14	84/85	3,50	63,00	24,00	14,70	15,00	28,50	37,70	10,50	72,50	0,00	0,00	0,00	269,40
15	85/86	17,50	40,50	45,50	26,00	15,00	42,50	90,00	24,00	2,50	7,00	0,00	5,00	315,50
16	86/87	85,50	58,00	23,20	26,00	16,00	37,00	9,50	15,00	17,00	19,00	10,00	1,50	317,70
17	87/88	8,00	33,00	25,50	52,50	12,00	2,00	16,70	19,50	17,00	58,60	0,00	0,00	244,80
18	88/89	84,00	11,00	24,50	55,50	1,00	62,50	6,50	46,00	47,00	44,00	0,00	47,60	429,60
19	89/90	26,50	30,00	13,50	16,00	19,00	0,00	26,50	62,50	90,50	13,50	30,00	61,00	389,00
20	90/91	14,50	70,00	38,00	41,50	6,00	30,50	24,50	22,00	1,00	5,00	1,00	26,20	280,20
21	91/92	0,00	47,00	12,00	21,00	23,00	17,00	31,50	23,50	61,50	0,00	15,50	5,50	257,50
22	92/93	58,00	13,50	41,00	21,00	2,00	33,50	12,50	8,00	25,00	0,00	2,00	4,00	220,50
23	93/94	18,50	6,50	13,00	23,00	23,00	6,50	30,50	7,50	0,00	0,00	0,00	9,80	138,30
24	94/95	78,00	49,00	19,00	7,00	30,50	2,00	43,00	20,50	18,50	16,50	0,00	13,00	297,00
25	95/96	89,50	32,00	26,00	49,60	64,00	114,50	89,00	27,50	28,50	10,00	16,00	7,00	553,60
26	96/97	16,50	0,00	0,00	20,00	43,00	27,30	10,50	57,00	0,00	0,00	0,00	16,00	190,30
27	97/98	57,00	21,50	122,50	36,50	12,50	19,50	13,00	65,50	20,50	34,50	0,00	7,00	410,00
28	98/99	21,50	14,50	15,50	18,00	20,50	11,80	14,50	9,00	12,00	36,00	1,50	9,50	184,30
29	99/00	32,50	17,00	64,50	52,00	0,00	0,00	3,00	10,00	86,50	0,00	0,00	0,00	265,50
30	00/01	30,50	4,00	11,00	63,00	52,50	7,00	0,00	1,50	31,50	0,00	0,00	0,00	201,00
31	01/02	51,50	3,00	32,00	12,50	8,00	6,50	6,50	28,40	26,50	15,10	3,90	12,00	205,90
32	02/03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
33	03/04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
34	04/05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18,00	0,00	10,50	30,50	0,00	0,00	59,00
35	05/06	0,00	2,00	47,00	31,50	39,50	43,50	15,00	48,50	81,00	13,00	33,50	9,00	363,50
36	06/07	58,60	9,00	47,00	23,20	16,00	30,50	45,00	57,50	6,00	2,00	0,00	4,50	299,30
37	07/08	59,50	20,50	33,00	23,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	136,20
Total (mm)		1175,50	1076,20	970,80	834,80	529,20	806,20	860,50	901,50	865,60	452,00	130,40	336,90	8939,60
Moyen (mm)		31,77	29,09	26,24	22,56	14,30	21,79	23,26	24,36	23,39	12,22	3,52	9,11	241,61

Chapitre II: Méthodes de Mesure et Présentation des Données

II.6.2.4. Station de Tadjemout Code 06 16 04 :

Tableau 06 : Les données pluviométriques mensuelles-station Tadjemout-(1969-2008)

N°	An	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Jui	Aout	Total Annuel
1	69/70	0,00	40,20	4,60	9,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	54,70
2	70/71	0,00	0,00	0,00	0,00	21,80	0,00	17,20	38,00	130,50	0,00	0,00	0,00	207,50
3	71/72	0,00	20,00	53,90	19,60	0,00	0,00	2,10	0,00	15,40	0,00	0,00	0,00	111,00
4	72/73	0,00	68,40	66,00	14,00	6,30	9,00	26,30	23,00	10,00	0,00	0,00	18,00	241,00
5	73/74	0,00	4,80	12,80	37,40	22,50	1,30	13,40	27,50	0,00	6,20	0,00	2,20	128,10
6	74/75	9,60	4,00	6,30	0,00	0,00	4,00	12,40	3,40	2,00	16,30	0,00	0,00	58,00
7	75/76	31,00	2,10	14,70	19,40	2,90	25,80	24,80	7,30	18,70	0,00	0,00	0,00	146,70
8	76/77	19,00	10,20	17,20	7,60	0,00	30,80	51,50	9,00	9,90	47,80	19,80	0,00	222,80
9	77/78	0,00	3,90	3,70	0,00	26,40	0,00	16,50	19,50	77,70	28,40	0,00	0,00	176,10
10	78/79	0,00	0,00	6,00	0,00	0,00	42,40	3,50	15,50	31,00	0,00	0,00	38,90	137,30
11	79/80	43,60	18,90	5,10	0,00	28,20	33,00	8,20	5,20	0,00	7,50	0,00	0,00	149,70
12	80/81	1,50	8,00	8,00	4,90	2,00	34,80	19,30	25,70	26,20	0,00	0,00	0,00	130,40
13	81/82	0,00	10,90	0,00	22,00	0,00	20,00	10,80	88,90	0,00	28,50	0,00	0,00	181,10
14	82/83	68,00	95,30	73,80	0,00	10,10	12,00	4,00	0,00	13,00	7,60	7,00	15,40	306,20
15	83/84	7,00	51,90	0,00	7,00	0,00	11,40	2,00	0,00	18,00	15,50	4,50	30,20	147,50
16	84/85	0,00	0,00	26,60	0,00	2,00	33,00	0,00	0,00	0,00	24,00	0,00	0,00	85,60
17	85/86	26,80	0,00	7,90	8,00	42,20	0,00	67,10	12,60	0,00	0,00	0,00	0,00	164,60
18	86/87	21,00	30,00	24,00	0,00	11,90	6,50	10,20	32,00	0,00	0,00	0,00	0,00	135,60
19	87/88	22,70	54,00	27,00	33,40	16,50	4,00	12,00	5,00	9,60	1,00	0,70	3,50	189,40
20	88/89	73,10	5,00	37,50	15,40	1,00	3,80	18,50	9,00	18,10	51,30	0,00	40,50	273,20
21	89/90	80,20	17,00	24,50	0,00	3,00	19,00	5,00	21,60	0,00	54,00	0,00	40,50	264,80
22	90/91	14,00	0,00	19,00	0,00	80,40	0,00	46,00	0,00	101,00	0,00	0,00	58,00	318,40
23	91/92	0,00	0,00	21,50	22,00	0,00	13,00	49,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	106,00
24	92/93	22,50	11,00	30,70	0,00	4,40	0,00	0,00	11,50	47,50	0,00	0,00	0,00	127,60
25	93/94	6,00	0,00	17,80	4,00	0,00	54,50	32,50	4,50	13,50	0,00	0,00	0,00	132,80
26	94/95	22,50	77,50	5,50	0,00	4,00	6,00	4,00	6,00	0,00	45,00	0,00	0,00	170,50
27	95/96	33,00	33,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	66,00
28	96/97	23,20	21,70	21,30	11,00	13,40	15,20	19,10	18,70	25,20	16,00	1,90	11,90	198,60
Total (mm)		524,70	587,80	535,40	235,60	299,00	379,50	475,90	383,90	567,30	349,10	33,90	259,10	4631,20
Moyen (mm)		18,74	20,99	19,12	8,41	10,68	13,55	17,00	13,71	20,26	12,47	1,21	9,25	165,40

Chapitre II: Méthodes de Mesure et Présentation des Données

II.6.2.5. Station de Foum-Kharza Code 06 16 01 :

Tableau 07 : Les données pluviométriques mensuelles-station Foum-Kharza-(1970-2008)

N°	An	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Jui	Aout	Total Annuel
1	70/71	0,00	0,00	22,10	2,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	24,60
2	71/72	0,00	0,00	22,10	2,50	10,10	0,00	17,00	20,90	3,10	0,00	0,00	0,00	75,70
3	72/73	22,80	27,00	16,00	17,50	14,50	1,50	0,00	9,50	3,50	5,40	0,00	0,00	117,70
4	73/74	0,00	0,00	4,50	10,70	0,00	3,70	19,50	1,80	1,60	7,40	0,00	0,40	49,60
5	74/75	0,00	1,00	9,00	0,00	9,50	27,00	3,40	21,40	8,70	0,00	0,00	0,00	80,00
6	75/76	40,00	2,90	4,10	1,50	0,00	12,00	18,00	4,50	6,60	31,40	9,30	3,00	133,30
7	76/77	37,00	11,10	42,60	7,00	9,20	2,00	7,30	10,00	40,00	3,00	0,00	1,30	170,50
8	77/78	0,00	0,00	1,80	0,00	0,00	23,00	2,70	0,00	3,00	0,00	3,00	0,00	33,50
9	78/79	0,00	4,00	0,00	0,00	2,00	3,00	12,00	11,00	1,00	0,00	0,00	0,00	33,00
10	79/80	15,00	4,50	1,50	0,00	0,50	14,00	3,00	0,00	6,00	0,00	0,00	0,00	44,50
11	80/81	0,00	0,00	42,50	10,00	0,00	24,00	2,50	7,50	3,00	6,00	2,00	23,00	120,50
12	81/82	4,00	27,40	0,00	9,70	7,00	1,00	0,90	28,00	0,00	4,50	0,00	0,00	82,50
13	82/83	0,00	21,50	79,50	0,00	0,00	12,00	0,00	1,80	8,00	7,50	0,00	20,00	150,30
14	83/84	0,00	0,00	1,50	8,20	0,50	9,00	6,80	0,00	1,50	0,00	0,00	1,00	28,50
15	84/85	0,00	29,00	17,50	0,00	15,00	0,50	32,00	0,00	41,00	0,00	0,00	0,00	135,00
16	85/86	0,50	13,50	0,00	2,50	7,00	3,00	58,00	0,00	14,00	0,00	0,00	0,00	98,50
17	86/87	20,00	2,00	15,00	12,00	11,00	16,00	9,00	0,00	4,00	0,00	0,00	2,00	91,00
18	87/88	0,00	16,00	2,50	9,00	0,00	0,00	4,50	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	42,00
19	88/89	1,00	0,00	17,50	2,40	0,30	10,40	0,00	11,30	7,50	34,90	0,00	28,80	114,10
20	89/90	1,50	0,20	9,20	3,00	20,00	0,00	19,00	70,00	20,00	2,00	2,00	30,00	176,90
21	90/91	0,00	0,00	11,50	21,00	8,00	7,50	34,00	4,50	3,00	0,00	0,00	2,50	92,00
22	91/92	23,00	37,50	4,00	11,00	0,00	15,00	26,00	14,00	6,00	0,00	0,00	0,00	136,50
23	92/93	26,00	4,50	23,00	0,00	0,00	48,00	6,50	0,00	8,50	0,00	0,00	0,00	116,50
24	93/94	2,50	0,00	15,20	5,50	25,00	7,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	80,20
25	94/95	20,00	34,50	3,00	0,00	4,00	3,80	2,50	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	69,80
26	95/96	31,00	0,50	23,00	9,60	49,00	16,00	29,00	4,00	1,50	0,00	0,00	0,00	163,60
27	96/97	20,00	0,00	0,00	3,50	2,50	2,50	7,00	53,00	0,00	0,00	0,00	0,00	88,50
28	97/98	8,50	5,20	34,50	6,00	0,00	0,00	6,50	27,50	3,60	24,50	0,00	0,00	116,30
29	98/99	0,00	0,00	0,00	0,00	40,00	2,50	0,50	0,00	8,00	0,00	0,00	0,00	51,00
30	99/00	0,00	11,40	46,20	39,10	0,00	0,00	0,90	3,00	8,50	0,00	0,00	0,00	109,10
31	00/01	4,30	0,00	1,50	5,90	27,60	0,00	0,00	0,00	1,40	0,00	0,00	0,00	40,70
32	01/02	3,60	11,80	22,10	12,10	2,20	0,00	2,60	2,00	0,00	0,30	0,00	0,00	56,70
33	02/03	0,80	7,50	15,60	1,20	111,00	4,80	4,10	8,50	1,60	0,10	0,00	2,00	157,20
34	03/04	25,90	18,40	3,10	11,70	0,20	0,50	88,20	32,20	31,00	0,90	0,00	0,60	212,70
35	04/05	7,80	3,00	35,50	45,70	0,00	22,90	2,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	117,40
36	05/06	0,00	0,00	0,00	0,00	31,60	21,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	53,10
37	06/07	16,10	0,00	12,62	7,47	0,00	13,80	10,00	21,75	11,90	0,00	0,00	2,03	95,67
38	07/08	21,40	0,50	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	22,40
Total (mm)		352,70	294,90	559,72	278,77	407,70	327,90	460,90	378,15	257,50	127,90	16,30	118,63	3581,07
Moyen (mm)		9,28	7,76	14,73	7,34	10,73	8,63	12,13	9,95	6,78	3,37	0,43	3,12	94,24

Chapitre II: Méthodes de Mesure et Présentation des Données

II.6.2.6. Station de l'Outaya Code 06 12 05 :

Tableau 08 : Les données pluviométriques mensuelles-station l'Outaya-(1970-2008)

N°	An	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Jui	Aout	Total Annuel
1	70/71	0,00	15,60	0,00	6,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,30	0,00	27,50
2	71/72	24,60	17,00	39,20	18,90	23,40	0,80	6,80	0,00	9,70	0,00	6,50	0,00	146,90
3	72/73	46,20	32,30	13,20	20,60	35,90	0,90	12,90	17,20	1,70	15,00	0,00	6,70	202,60
4	73/74	7,60	0,00	4,00	8,40	16,10	1,30	12,60	20,70	0,00	5,50	0,00	0,00	76,20
5	74/75	1,20	2,40	9,70	0,00	4,10	0,00	24,80	1,80	0,70	0,00	3,40	1,10	49,20
6	75/76	18,50	2,10	23,30	2,40	4,90	18,20	5,70	18,10	5,60	0,00	0,00	0,00	98,80
7	76/77	3,90	0,00	0,00	8,80	0,20	11,60	13,30	10,30	10,40	4,40	0,00	1,20	64,10
8	77/78	0,00	0,00	0,00	0,00	58,20	56,00	7,60	38,30	57,40	0,00	0,00	2,00	219,50
9	78/79	0,00	7,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	70,00	0,00	0,00	0,00	0,00	77,00
10	79/80	0,00	3,00	0,00	0,00	14,50	3,50	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,50	24,50
11	80/81	0,00	0,00	35,00	24,00	0,00	8,00	14,10	25,00	4,50	0,50	0,00	0,00	111,10
12	81/82	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
13	82/83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
14	83/84	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
15	84/85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
16	85/86	1,50	7,00	25,50	4,50	24,90	0,00	0,00	1,00	21,50	0,00	0,00	0,00	85,90
17	86/87	38,60	11,30	9,50	31,40	0,00	6,90	36,40	0,00	12,30	0,00	0,00	0,00	146,40
18	87/88	0,00	16,00	7,00	11,90	9,00	14,50	3,50	2,00	3,50	1,50	5,90	0,00	74,80
19	88/89	7,00	1,00	5,50	2,00	3,00	0,00	8,00	17,00	16,50	7,60	0,00	0,00	67,60
20	89/90	2,90	1,10	1,80	3,50	0,80	14,50	0,00	37,20	0,00	20,00	0,00	0,00	81,80
21	90/91	0,00	0,00	28,30	11,20	23,20	0,00	0,00	0,00	26,50	2,50	0,00	0,00	91,70
22	91/92	0,00	0,00	0,00	0,00	5,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,70
23	92/93	0,00	0,00	64,00	10,40	0,00	4,00	17,50	7,50	27,50	0,00	0,00	0,00	130,90
24	93/94	0,00	0,00	4,50	2,90	0,00	12,20	20,50	3,50	7,60	0,00	0,00	0,00	51,20
25	94/95	0,00	0,00	0,00	0,00	12,00	7,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	19,50
26	95/96	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
27	96/97	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
28	97/98	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
29	98/99	0,00	3,00	0,00	0,00	3,50	10,50	15,50	41,50	4,50	4,00	0,00	0,00	82,50
Total (mm)		152,00	118,80	270,50	167,50	239,40	170,40	200,20	311,10	210,90	61,00	21,10	12,50	1935,40
Moyen (mm)		5,24	4,10	9,33	5,78	8,26	5,88	6,90	10,73	7,27	2,10	0,73	0,43	66,74

Chapitre II: Méthodes de Mesure et Présentation des Données

II.6.2.7. Station de Tifelfel Code 06 16 11 :

Tableau 09 : Les données pluviométriques mensuelles station Tifelfel-(1972-2008)

N°	An	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Jui	Aout	Total Annuel
1	72/73	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16,90	7,30	0,00	0,00	0,00	0,00	24,20
2	73/74	0,00	0,00	0,80	35,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	19,00	1,00	6,00	62,50
3	74/75	7,50	12,00	18,00	0,00	10,00	16,50	18,30	4,40	14,00	0,00	0,00	8,00	108,70
4	75/76	26,00	8,00	21,00	12,00	0,00	33,50	31,00	14,50	20,90	0,00	15,10	8,00	190,00
5	76/77	1,00	25,00	20,40	16,00	32,00	5,00	8,50	33,00	60,00	24,30	0,00	13,00	238,20
6	77/78	41,00	17,50	28,20	0,00	1,00	25,50	0,00	18,00	7,00	0,00	0,00	71,20	209,40
7	78/79	2,50	0,00	1,00	0,00	16,00	7,00	22,40	26,00	0,00	7,50	0,00	0,00	82,40
8	79/80	49,00	10,50	24,00	0,00	8,50	13,50	40,00	28,40	23,00	3,20	0,00	6,00	206,10
9	80/81	52,00	0,00	56,00	10,00	6,00	12,00	11,00	8,00	0,00	3,20	0,00	6,00	164,20
10	81/82	0,00	0,00	0,00	44,00	0,00	13,50	4,00	29,00	0,00	3,00	0,00	3,00	96,50
11	82/83	6,00	39,00	31,00	7,40	0,00	19,00	0,00	0,00	6,00	6,00	0,00	16,00	130,40
12	83/84	0,00	15,00	6,00	7,50	0,00	33,00	0,00	0,00	0,00	7,50	0,00	0,00	69,00
13	84/85	0,00	121,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12,00	7,00	14,50	0,00	0,00	0,00	154,50
14	85/86	29,40	0,00	16,00	0,00	6,00	13,00	16,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	80,40
15	86/87	0,00	0,00	6,00	7,00	13,00	7,00	6,00	0,00	9,00	0,00	0,00	0,00	48,00
16	87/88	8,00	17,00	9,50	23,60	14,00	7,50	4,00	19,50	22,50	0,00	6,50	0,00	132,10
17	88/89	18,00	0,00	7,40	34,50	0,00	0,00	7,00	17,50	0,00	32,50	0,00	15,50	132,40
18	89/90	40,00	4,00	7,50	9,00	18,00	0,00	5,00	38,00	56,50	0,00	0,00	80,50	258,50
19	90/91	0,00	0,00	25,00	9,00	4,00	17,00	33,50	9,00	0,00	0,00	0,00	6,50	104,00
20	91/92	6,00	15,50	6,50	13,50	22,50	8,00	10,50	16,00	29,00	0,00	0,00	5,50	133,00
21	92/93	27,00	0,00	30,00	0,00	0,00	23,50	18,00	11,50	7,00	0,00	0,00	0,00	117,00
22	93/94	5,00	3,50	16,50	0,00	9,50	21,00	31,50	0,00	0,00	3,00	0,00	3,00	93,00
23	94/95	32,50	64,00	7,00	0,00	0,00	0,00	0,00	48,00	5,00	0,00	7,50	0,00	164,00
24	95/96	69,50	39,00	9,50	23,50	33,80	66,50	67,50	19,00	3,00	57,50	7,50	0,00	396,30
25	96/97	0,00	0,00	0,00	4,00	11,00	0,00	0,00	38,50	0,00	6,50	6,50	7,50	74,00
26	97/98	47,00	12,00	8,50	4,60	0,00	12,00	0,00	4,80	8,00	0,00	0,00	12,50	109,40
27	98/99	0,00	0,00	0,00	0,00	14,50	0,00	0,00	0,00	10,20	0,00	0,00	9,50	34,20
28	99/00	7,50	7,50	33,00	41,50	0,00	0,00	2,00	9,50	27,00	0,00	0,00	0,00	128,00
29	00/01	19,50	9,00	5,00	0,00	24,30	0,00	0,00	0,00	22,00	0,00	0,00	0,00	79,80
30	01/02	31,00	7,50	14,50	10,00	0,00	0,00	3,00	13,00	0,00	0,00	0,00	83,00	162,00
31	02/03	0,00	7,00	0,00	6,00	50,00	4,00	7,50	27,00	4,50	6,00	0,00	62,00	174,00
32	03/04	12,00	0,00	0,00	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	27,00
33	04/05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14,20	0,00	7,00	68,20	0,00	0,00	89,40
34	05/06	18,50	6,00	13,00	12,50	12,50	23,00	0,00	27,80	10,00	9,00	41,00	0,00	173,30
35	06/07	13,30	8,00	16,50	8,00	7,50	11,00	11,00	0,00	0,00	0,00	6,00	0,00	81,30
36	07/08	108,00	3,00	3,00	7,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	121,50
Total (mm)		601,70	388,50	352,40	298,10	271,10	311,50	326,10	397,50	264,20	213,10	75,00	316,50	4648,70
Moyen (mm)		20,06	12,95	11,75	9,94	9,04	10,38	10,87	13,25	8,81	7,10	2,50	10,55	129,13

Chapitre II: Méthodes de Mesure et Présentation des Données

II.6.2.8. Station de M'ziraa Code 06 16 09 :

Tableau 10 : Les données pluviométriques mensuelles-station M'ziraa-(1992-2008)

N°	An	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Jui	Aout	Total Annuel
1	92/93	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	165,00	31,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	196,00
2	93/94	0,00	0,00	0,00	0,00	50,00	60,00	66,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	176,00
3	94/95	0,00	39,50	0,00	0,00	34,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	74,00
4	95/96	90,00	0,00	31,00	29,50	22,50	19,90	11,30	2,40	0,00	0,00	2,00	0,00	208,60
5	96/97	1,40	0,00	0,70	0,00	0,00	0,00	0,00	27,00	0,00	0,00	0,00	0,00	29,10
6	97/98	2,00	0,00	2,10	3,60	0,50	7,50	0,50	10,90	1,70	18,00	0,00	0,00	46,80
7	98/99	0,00	9,00	0,50	1,20	24,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	34,90
8	99/00	8,60	6,00	3,00	8,20	0,00	0,00	0,00	3,60	0,00	0,00	0,00	0,00	29,40
9	00/01	0,00	0,00	0,00	1,30	6,30	0,00	0,00	12,50	0,00	0,00	0,00	0,00	20,10
10	01/02	4,30	0,00	14,90	8,90	2,30	0,00	0,00	0,00	5,90	0,00	1,80	2,80	40,90
11	02/03	0,00	2,90	11,60	0,00	8,50	0,60	0,50	3,20	0,10	11,80	0,00	0,00	39,20
12	03/04	6,20	14,20	2,70	5,70	0,00	5,50	32,50	4,80	2,50	6,50	0,00	0,00	80,60
13	04/05	2,50	2,50	1,20	6,50	0,00	2,90	0,00	0,00	0,00	3,20	0,00	0,00	18,80
14	05/06	2,00	0,50	0,80	9,00	7,60	25,00	0,00	0,80	5,50	0,00	0,00	0,00	51,20
15	06/07	5,50	5,00	1,40	0,20	0,00	0,00	0,00	15,40	0,00	0,00	0,00	0,00	27,50
16	07/08	5,40	0,00	0,00	2,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,90
Total(mm)		127,90	79,60	69,90	76,60	155,90	286,40	142,30	80,60	15,70	39,50	3,80	2,80	1081,00
Moyen (mm)		7,99	4,98	4,37	4,79	9,74	17,90	8,89	5,04	0,98	2,47	0,24	0,18	67,56

Chapitre II: Méthodes de Mesure et Présentation des Données

II.6.2.9. Station de Mena Code 06 13 04 :

Tableau 11 : Les données pluviométriques mensuelles-station Mena-(1968-2008)

N°	An	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Jui	Aout	Total Annuel
1	68/69	0,00	124,00	24,30	35,00	32,00	42,60	32,70	26,40	62,30	0,00	0,00	44,00	423,30
2	69/70	104,00	123,00	24,30	42,00	49,00	0,00	16,20	32,60	31,20	0,00	0,00	0,00	422,30
3	70/71	82,90	15,00	86,40	32,00	4,00	0,00	10,70	6,50	38,30	0,00	0,00	0,00	275,80
4	71/72	95,50	36,00	27,00	30,00	55,00	2,50	31,60	66,10	16,30	14,20	0,00	2,80	377,00
5	72/73	0,00	0,00	0,00	28,00	32,00	21,70	38,20	19,90	0,00	17,00	0,00	0,00	156,80
6	73/74	52,80	0,00	17,20	0,00	0,00	14,20	59,20	11,30	0,00	16,20	0,00	4,10	175,00
7	74/75	52,80	0,00	17,20	0,00	7,40	31,90	26,50	12,50	91,00	0,00	0,00	5,20	244,50
8	75/76	42,50	0,00	18,90	9,70	0,00	50,60	19,70	5,20	31,10	38,40	0,00	8,00	224,10
9	76/77	105,70	35,40	40,60	17,20	92,90	0,00	2,50	33,10	98,40	0,00	0,00	6,00	431,80
10	77/78	45,00	0,00	0,00	0,00	9,00	12,50	3,00	17,20	7,50	0,00	0,00	34,90	129,10
11	78/79	4,00	11,70	0,00	0,00	24,90	17,30	29,90	40,30	0,00	6,00	0,00	0,00	134,10
12	79/80	35,40	24,40	0,00	0,00	13,50	44,50	38,50	35,60	38,40	2,00	0,00	0,00	232,30
13	80/81	31,60	0,00	75,90	59,60	0,00	21,00	15,20	27,20	0,00	13,80	0,00	5,00	249,30
14	81/82	33,50	9,00	0,00	405,00	0,00	40,70	13,40	50,10	0,00	0,00	0,00	0,00	551,70
15	82/83	19,40	59,00	75,40	4,00	0,00	16,60	45,00	0,00	82,00	0,00	0,00	16,90	318,30
16	83/84	0,00	24,50	0,00	1,70	5,00	65,20	10,50	0,00	0,00	16,20	0,00	19,80	142,90
17	84/85	0,00	41,30	33,30	4,00	38,60	41,20	67,90	11,50	57,00	0,00	0,00	0,00	294,80
18	85/86	0,00	16,80	46,30	15,90	18,70	46,80	73,80	12,20	0,00	0,00	0,00	5,00	235,50
19	86/87	49,50	64,10	18,20	21,90	11,70	25,40	9,70	0,00	5,50	5,00	0,00	0,00	211,00
20	87/88	7,50	33,80	10,20	58,00	8,00	0,00	14,20	8,20	12,20	39,60	0,00	0,00	191,70
21	88/89	35,30	2,40	10,40	31,10	0,00	44,80	0,00	35,70	16,10	55,80	0,00	12,80	244,40
22	89/90	35,30	12,30	13,90	9,00	21,90	0,00	25,40	47,20	52,20	0,40	0,00	22,50	240,10
23	90/91	10,40	0,00	17,10	8,80	2,10	21,40	49,50	11,30	0,00	0,50	0,00	7,20	128,30
24	91/92	7,00	65,20	15,20	21,60	28,00	15,10	29,30	16,20	72,50	0,00	33,00	12,00	315,10
25	92/93	21,80	10,00	33,00	0,00	0,00	30,90	17,10	0,00	19,40	16,40	0,00	0,00	148,60
26	93/94	1,60	0,00	34,50	11,90	19,40	16,30	31,20	2,50	0,00	5,70	0,00	0,00	123,10
27	94/95	50,90	54,10	22,90	0,00	16,70	0,00	26,80	6,00	0,00	3,60	0,00	10,50	191,50
28	95/96	76,70	29,80	0,00	26,20	52,50	8,60	104,00	33,10	10,40	31,90	38,00	41,00	452,20
29	96/97	9,60	0,00	0,00	10,30	21,70	7,40	52,00	54,60	0,00	6,70	0,00	94,00	256,30
30	97/98	22,00	9,20	83,50	23,50	7,80	10,70	12,00	50,40	14,30	40,40	0,00	0,50	274,30
31	98/99	19,60	11,80	62,00	6,70	19,70	4,30	3,40	5,60	7,70	0,70	0,00	16,70	158,20
32	99/00	23,00	10,00	40,40	36,50	1,00	0,00	3,60	15,40	4,00	0,00	0,00	0,00	133,90
33	00/01	31,80	0,00	5,50	40,40	39,60	6,80	0,00	7,10	13,40	0,00	0,00	0,00	144,60
34	01/02	69,60	2,50	34,40	16,20	0,00	0,60	0,00	0,00	0,00	6,50	0,00	32,20	162,00
35	02/03	7,70	29,40	69,20	17,30	84,00	111,00	14,20	46,60	9,60	40,40	13,50	5,30	448,20
36	03/04	14,00	64,50	15,80	26,70	13,60	8,70	50,50	0,00	56,80	35,30	0,00	8,40	294,30
37	04/05	5,20	25,70	40,10	97,70	0,00	25,50	10,00	7,60	8,00	0,00	0,00	0,00	219,80
38	05/06	0,00	23,00	36,80	20,60	32,00	37,00	0,00	30,40	23,60	11,70	20,10	7,50	242,70
39	06/07	66,40	14,40	36,90	12,50	5,70	19,40	23,50	35,00	2,90	0,00	0,00	4,60	221,30
40	07/08	49,90	3,40	4,10	2,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	59,80
Total (mm)		1319,90	985,70	1090,90	1183,40	767,40	863,20	1010,90	820,60	882,10	424,40	104,60	426,90	9880,00
Moyen (mm)		33,00	24,64	27,27	29,59	19,19	21,58	25,27	20,52	22,05	10,61	2,62	10,67	247,00

Chapitre II: Méthodes de Mesure et Présentation des Données

II.6.2.10. Station de Sidi-Khaled Code 06 09 02 :

Tableau 12 : Les données pluviométriques mensuelles station Sidi-Khaled-(1976-2008)

N°	An	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Jui	Aout	Total Annuel
1	76/77	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	77/78	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,00	0,70	0,00	0,00	0,00	0,00	15,00	24,70
3	78/79	0,00	37,00	0,00	0,00	0,00	10,00	0,60	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	47,80
4	79/80	90,00	16,00	2,50	0,00	4,00	31,00	31,40	68,90	0,00	0,00	0,00	0,00	243,80
5	80/81	0,00	0,00	12,30	12,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	24,70
6	81/82	15,00	0,00	0,00	14,00	19,70	0,00	5,30	18,30	0,00	0,00	0,00	0,00	72,30
7	82/83	0,00	18,00	20,50	0,00	0,00	7,00	0,00	14,00	11,80	5,30	0,00	6,20	82,80
8	83/84	0,00	15,00	6,90	4,60	7,00	11,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,80	0,00	46,30
9	84/85	0,00	14,50	7,40	3,00	14,70	3,00	14,30	0,00	44,90	0,00	0,00	0,00	101,80
10	85/86	11,00	9,60	24,50	8,20	17,00	0,00	24,70	0,70	7,20	0,00	0,50	6,00	109,40
11	86/87	23,00	23,10	40,70	1,70	11,00	11,70	13,00	0,00	7,20	20,00	5,00	0,00	156,40
12	87/88	40,00	7,50	5,50	8,90	17,00	10,00	22,00	7,00	0,00	8,30	0,00	5,00	131,20
13	88/89	25,00	7,00	5,00	0,00	4,00	5,50	0,00	8,00	0,00	20,00	0,00	10,00	84,50
14	89/90	80,00	0,00	8,00	4,50	19,40	0,00	0,00	23,00	62,40	0,00	0,00	8,00	205,30
15	90/91	21,00	0,00	29,00	19,00	4,00	7,00	16,00	0,50	6,50	0,00	0,00	1,00	104,00
16	91/92	13,10	19,50	5,00	5,50	0,00	12,00	29,00	15,00	27,50	0,00	3,00	0,00	129,60
17	92/93	40,00	4,00	55,00	4,00	0,00	27,00	10,00	0,00	20,00	1,00	0,00	2,00	163,00
18	93/94	0,00	0,00	6,00	10,00	2,00	2,00	3,00	0,00	0,00	5,00	0,00	14,00	42,00
19	94/95	58,00	45,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	20,00	20,00	0,00	0,00	143,00
20	95/96	46,80	8,00	9,30	59,80	49,00	23,50	45,00	17,00	0,00	0,00	0,00	0,00	258,40
21	96/97	0,00	0,00	0,00	10,00	6,60	0,00	18,00	57,50	0,80	0,00	0,00	11,70	104,60
22	97/98	16,00	5,70	20,00	59,90	0,00	16,00	10,00	32,00	51,00	37,10	0,00	0,00	247,70
23	98/99	8,00	2,30	1,50	0,00	87,90	0,00	0,00	5,50	1,50	9,00	26,20	0,00	141,90
24	99/00	42,00	0,00	48,00	38,20	0,00	0,00	5,50	0,00	16,50	0,00	0,00	0,00	150,20
25	00/01	1,70	14,50	1,00	1,00	7,50	0,00	0,00	0,00	4,00	0,00	0,00	0,00	29,70
26	01/02	16,70	0,00	11,00	11,50	0,00	0,00	11,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	51,20
27	02/03	0,00	0,00	6,00	0,00	43,00	0,00	2,00	16,00	0,00	2,00	0,00	3,00	72,00
28	03/04	6,00	18,00	6,00	9,00	0,00	0,00	48,00	48,00	0,00	15,00	0,00	4,00	154,00
29	04/05	18,00	1,00	33,00	27,00	0,00	18,00	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	102,00
30	05/06	15,00	2,00	0,00	1,00	45,50	5,40	0,00	17,00	23,00	0,00	0,00	1,00	109,90
31	06/07	16,00	0,00	16,00	70,50	0,00	0,00	6,00	23,00	0,00	0,00	0,00	5,00	136,50
32	07/08	23,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	25,00
Total (mm)		625,30	267,70	380,10	385,70	359,30	209,10	320,50	371,40	304,50	142,70	36,50	92,90	3495,70
Moyen (mm)		19,54	8,37	11,88	12,05	11,23	6,53	10,02	11,61	9,52	4,46	1,14	2,90	109,24

Chapitre II: Méthodes de Mesure et Présentation des Données

II.6.2.11. Station de T'kout Code 06 15 05 :

Tableau 13: Les données pluviométriques mensuelles station T'kout-(1969-2008)

N	An	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Jui	Aout	Total Annuel
1	69/70	32,90	63,00	9,00	4,00	11,00	0,00	0,00	18,00	25,00	0,00	8,00	0,00	170,90
2	70/71	0,00	30,00	0,00	14,00	53,00	0,00	1,60	2,80	0,00	0,00	0,00	0,00	101,40
3	71/72	14,50	17,00	0,00	0,00	34,30	0,00	13,00	26,00	0,00	8,00	0,00	8,00	120,80
4	72/73	84,80	24,70	34,00	8,10	23,20	0,00	26,40	7,60	0,00	0,00	0,00	0,00	208,80
5	73/74	0,00	0,00	1,00	17,40	0,00	6,00	11,40	0,00	10,00	5,70	0,00	0,00	51,50
6	74/75	0,00	3,00	0,00	1,40	8,00	3,80	6,20	6,00	15,90	0,00	0,00	0,00	44,30
7	75/76	0,00	0,00	18,00	0,00	0,00	39,40	30,70	8,00	33,70	44,70	39,50	8,20	222,20
8	76/77	70,20	49,20	43,80	36,60	77,60	6,20	0,00	23,70	161,00	36,40	3,10	14,30	522,10
9	77/78	0,00	10,30	22,00	0,00	13,00	27,00	2,40	23,10	0,00	0,00	0,00	78,90	176,70
10	78/79	0,30	23,70	0,00	1,00	32,50	24,50	12,40	41,50	2,10	27,60	4,50	1,70	171,80
11	79/80	87,90	41,20	14,00	0,00	4,90	28,80	58,60	51,30	39,90	0,00	0,00	3,00	329,60
12	80/81	0,00	14,20	75,00	78,50	0,00	32,20	18,40	20,50	0,00	34,70	0,00	16,30	289,80
13	81/82	38,30	8,60	0,00	37,40	20,10	19,60	12,60	14,60	10,20	2,80	0,00	5,50	169,70
14	82/83	33,20	46,60	53,40	0,00	0,00	2,20	3,80	2,20	0,00	0,00	0,00	14,10	155,50
15	83/84	0,00	0,00	9,00	8,20	2,00	75,70	6,00	5,70	0,70	20,50	8,00	24,50	160,30
16	84/85	3,20	84,10	6,60	11,60	33,60	10,90	64,00	10,60	51,70	1,60	0,00	0,00	277,90
17	85/86	29,70	41,50	27,00	12,20	0,00	30,90	91,60	30,50	3,20	6,50	0,50	13,20	286,80
18	86/87	48,10	63,40	18,20	0,00	15,70	25,30	8,70	7,50	17,20	0,70	2,90	1,00	208,70
19	87/88	1,40	25,20	18,10	56,10	0,00	1,00	11,00	9,40	26,20	40,90	1,50	24,10	214,90
20	88/89	13,60	4,80	52,50	31,80	4,60	31,10	8,30	26,10	8,50	68,20	1,40	103,80	354,70
21	89/90	12,80	7,00	14,30	11,70	59,70	0,00	33,70	59,90	99,30	4,20	13,60	65,90	382,10
22	90/91	20,70	3,20	53,00	16,40	2,50	15,50	47,80	0,00	3,50	16,20	5,00	24,40	208,20
23	91/92	34,70	61,20	11,70	19,60	15,10	16,20	20,60	37,40	52,10	0,00	17,70	7,40	293,70
24	92/93	46,70	11,60	37,90	5,30	4,50	56,20	21,50	13,00	23,20	6,60	0,00	7,80	234,30
25	93/94	12,10	3,20	17,30	14,90	21,50	19,30	32,40	17,30	0,30	8,20	0,00	18,60	165,10
26	94/95	68,00	51,60	13,40	1,90	9,80	0,00	63,20	9,10	5,90	21,30	3,10	15,90	263,20
27	95/96	67,30	35,80	28,80	39,80	48,60	72,70	86,70	48,20	13,20	61,10	40,20	9,80	552,20
28	96/97	0,00	0,00	0,10	0,00	14,60	9,50	17,10	44,20	3,70	0,00	0,20	8,60	98,00
29	97/98	44,80	25,10	71,30	20,70	7,20	13,30	7,70	39,50	23,10	39,40	0,00	12,10	304,20
30	98/99	0,00	11,70	0,00	4,70	23,50	7,70	4,90	5,10	17,30	18,20	17,30	38,00	148,40
31	99/00	19,70	13,90	37,70	54,60	0,00	0,60	12,40	8,60	84,00	5,30	0,00	0,00	236,80
32	00/01	59,60	35,10	5,10	32,50	23,40	10,90	1,30	2,70	35,30	0,00	3,20	20,00	229,10
33	01/02	55,60	13,50	36,20	14,70	6,70	1,30	10,80	18,80	11,00	9,80	2,40	40,80	221,60
34	02/03	11,20	23,10	72,60	7,00	66,80	7,70	19,30	69,90	12,70	47,20	7,90	16,60	362,00
35	03/04	28,30	77,40	28,40	32,30	6,10	38,50	92,70	61,30	60,80	40,90	0,00	27,80	494,50
36	04/05	84,00	10,40	48,20	124,60	0,00	31,50	16,00	9,00	7,40	42,40	7,60	5,40	386,50
37	05/06	30,00	12,50	22,30	21,00	0,00	44,10	6,70	33,40	59,00	15,80	50,80	15,50	311,10
38	06/07	26,10	13,30	26,80	17,40	6,90	9,10	14,30	47,40	21,50	2,10	21,60	6,10	212,60
39	07/08	65,70	28,80	28,30	8,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	131,20
Total (mm)		1145,40	988,90	955,00	765,80	650,40	718,70	896,20	859,90	938,60	637,00	260,00	657,30	9473,20
Moyen (mm)		29,37	25,36	24,49	19,64	16,68	18,43	22,98	22,05	24,07	16,33	6,67	16,85	242,90

Chapitre II: Méthodes de Mesure et Présentation des Données

Les données des pluies mensuelles montrent une nette irrégularité. Dans la majorité des cas, le maximum mensuel est localisé en période de l'automne dont la pluie peut atteindre 33 mm (station de Mena). Le faible taux mensuel peut atteindre à 0 mm dans toutes les 11 stations.

II.7. Présentation des séries des pluies maximales journalières :

Malheureusement nous n'avons pas collecté les pluies max journalières de toutes les stations par absence de données, les seuls données à notre disposition sont celles des stations : Foug-Kharza, T'kout et Tifelfel. Les pluies maximales journalières des stations recueillies, montrent des valeurs importantes en ce milieu semi-aride. Ces pluies peuvent dépasser 70 mm/jour ce qui peut engendrer des inondations catastrophiques. Nous présentons ci-dessous les valeurs des pluies maximales journalières des 03 stations dans le tableau (14).

Tableau 14 : Les données pluviométriques max journalières (1970-2011)

N°	Année	Foum -Kharza	T'kout	Tifelfel
		Code de Station pluviométriques		
		06 16 01	06 15 05	06 16 11
1	70/71	14,00	40,00	/
2	71/72	22,80	55,86	/
3	72/73	54,10	32,80	/
4	73/74	13,90	4,50	15,90
5	74/75	12,30	21,10	10,00
6	75/76	23,00	27,16	16,00
7	76/77	77,00	69,90	24,00
8	77/78	18,00	14,50	30,20
9	78/79	10,00	33,50	24,00
10	79/80	20,00	34,70	16,00
11	80/81	19,00	48,00	32,00
12	81/82	27,00	39,51	12,00
13	82/83	22,00	18,30	25,17
14	83/84	7,80	30,20	9,00
15	84/85	23,00	42,37	40,00
16	85/86	20,50	60,00	23,45
17	86/87	20,00	29,20	7,00
18	87/88	12,50	24,00	14,00
19	88/89	26,03	39,00	15,50
20	89/90	44,00	48,10	24,50
21	90/91	26,50	30,50	20,00
22	91/92	32,00	36,60	36,60
23	92/93	28,30	30,90	29,00
24	93/94	23,50	17,20	24,00
25	94/95	22,30	41,40	41,50
26	95/96	28,50	39,80	53,50
27	96/97	24,50	20,40	21,50
28	97/98	28,00	56,00	32,00
29	98/99	56,00	25,00	10,20
30	99/00	28,20	64,80	24,00
31	00/01	22,10	36,60	13,00
32	01/02	17,20	26,30	56,00
33	02/03	64,00	27,60	24,00
34	03/04	67,00	49,20	76,65
35	04/05	29,00	57,00	33,18
36	05/06	19,01	32,50	14,00
37	06/07	11,50	20,6	10,30
38	07/08	8,70	40,1	75,00
39	08/09	25,30	62,1	38,00
40	09/10	24,80	43,92	13,00
41	10/11	46,80	68,4	16,20
Total (mm)		1120,14	1539,62	1000,35
Moyen (mm)		27,32	37,55	26,33

Chapitre III

Etude statistique des données pluviométriques

III.1. Rappel sur la statistique en Hydrologie :

L'analyse statistique permet de synthétiser l'information hydrologique représentée par des séries de mesure sur plusieurs années en quelques paramètres qui reflètent le phénomène étudié. L'analyse statistique consiste en la formalisation des données observées par une expression mathématique. Le problème consiste à choisir le modèle probabiliste qui représentera au mieux la série expérimentale-ajustement théorique. [8]

III.2. Les Paramètres de positions:

Les paramètres de position sont les paramètres de la série statistique qui précisent vers quelles valeurs se situe la série. Les principaux paramètres de position sont : *la Moyenne, le Mode, la Médiane*. [8]

III.2.1. La moyenne :

On a trois types de séries de données:

- X: $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$

Petites séries de données

- X: $x_1^*, x_2^*, x_3^*, \dots, x_c^*$

Séries groupées – Variables continues

Données regroupées en classes de centres $x_1^*, x_2^*, \dots,$

x_c^* ;

$$n_1, n_2, n_3, \dots, n_c ; (n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_c) = N$$

- X: $x_1, x_2, x_3, \dots, x_c$

Séries groupées – Variables discrètes

Données répétées; $n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_c = N$

$$I) \bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

(Petites séries)

$$II) \bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^c n_j x_j^*$$

(Données groupées, var. continue)

$$III) \bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^c n_j x_j$$

(Données groupées, var. discrète)

« \bar{x} » est influencée par la présence de valeurs «extrêmes».

Chapitre III: Étude Statistique des Données Pluviométriques

III.2.2.La médiane :

La moitié des observations lui sont inférieures (ou égales) et la moitié supérieures (ou égales)

- ✓ Pour les séries non groupées en classes, la série étant ordonnée:
- Si n est impair: la médiane est l'observation de rang $(n + 1)/2$
- Si n est pair: la médiane est la moyenne arithmétique des observations $x_{(n/2)}$ et $x_{((n/2)+1)}$

$$\tilde{x} = (x_{(n/2)} + x_{((n/2)+1)}) / 2$$

- ✓ Pour les données groupées en classes, la «**classe médiane**» est la classe qui contient la médiane.

III.2.3.Le mode : « X_M »

Le mode est une caractéristique intéressante à connaître notamment dans le cas de distributions asymétriques. C'est un paramètre également utilisable dans le cas de données qualitatives nominales.

- ✓ Pour les séries non groupées en classes, le(s) mode(s) est (sont) la ou les valeur(s) observée(s) de fréquence maximum
- ✓ Pour les séries groupées en classes, la ou les classe (s) modale(s) est (sont) la ou les classes de fréquence maximum si l'intervalle de classe est constant ou de fréquence unitaire maximum si cet intervalle n'est pas constant. [8]

III.3.Les Paramètres de dispersion:

Elles quantifient les écarts autour de la moyenne. Des séries statistiques peuvent avoir les mêmes moyennes mais se différencier par la dispersion des valeurs observées autour de cette moyenne.

III.3.1.L'étendue : « E »

L'étendue se définit comme la différence entre la plus grande et la plus petite des valeurs observées (la série étant ordonnée, le maximum = $x_{(n)}$ et le minimum = $x_{(1)}$).

III.3.2.La variance : « s_x^2 »

Selon le type de série de données:

$$s_x^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$$

(Petites séries)

$$s_x^2 = \frac{1}{N-1} \sum_{j=1}^c n_j (x_j^* - \bar{x})^2$$

(Données groupées, var. continue)

$$s_x^2 = \frac{1}{N-1} \sum_{j=1}^c n_j (x_j - \bar{x})^2$$

(Données groupées, var. discrète)

III.3.3.L'Ecart-type ou déviation standard: « S_x »

En statistique, il est une mesure de dispersion de données. Il est défini comme la racine carrée de la variance ou, de manière équivalente.

$$S_x = \sqrt{s_x^2}$$

III.3.4.Le coefficient de variation : « C_v »

Il est défini pour des variables à valeurs > 0 et est souvent exprimé en %.

$$C_v = \frac{S_x}{\bar{X}}$$

Où :

\bar{x} : la moyenne

S_x : la variance

Chapitre III: Étude Statistique des Données Pluviométriques

III.4.Homogénéisation des séries pluviométriques:

L'étude de l'évolution des précipitations ne peut utiliser les données hétérogènes. Plusieurs méthodes statistiques permettent de tester l'homogénéité des séries pluviométriques avant utilisation. Parmi elles, nous avons retenu pour sa pertinence et sa simplicité, le test de « *WILCOXON* ».

III.4.1.Test de WILCOXON :

Est un test statistique non paramétrique qui permet de tester l'hypothèse selon laquelle la distribution des données est la même dans deux groupes.

- Le principe de test de WILCOXON :

1-Si l'échantillon « X » est issu d'une même population « Y » ; l'échantillon « XUY » union est également issu.

2-On procède ainsi :

- Soit une série d'observation de longueur « N » à partir de laquelle, on tire deux échantillons X et Y :

$$N_1 + N_2 = N \text{ et } N_1 \leq N_2$$

3-On classe en suite les valeurs de notre série par ordre croissant. Par la suite nous intéressons que le 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.

4-On calcule par la suite la somme « W_X » des rangs des éléments de premier échantillon dans la série comme :

$$W_X = \sum \text{Rangs } X$$

- 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 :

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

Et

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

Chapitre III: Étude Statistique des Données Pluviométriques

- $(Z_{1-\alpha/2})$: la variable centrée réduite de la loi normal correspondant a $(1-\alpha/2)$ confiance de 95%
 $(Z_{1-\alpha/2}) = 1,96$
- Le calcul et le résultat d'application du test de WILCOXON pour toutes les stations sont données dans les tableaux 15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27 et 28.

Chapitre III: Étude Statistique des Données Pluviométriques

III.4.2. Test de WILCOXON pour les données pluviométriques annuelles :

III.4.2.1. Station de Mena:

On effectue le calcul de W_x , W_{max} et W_{min} pour la station pluviométrique de Mena par Excel. Les résultats sont donnés ci-dessous :

Tableau 15 : Test de Wilcoxon pour la station de Mena

X	Y	XUY	Origine	Rang
423,30	244,40	59,80	Y	1
422,30	240,10	123,10	Y	2
275,80	128,30	128,30	Y	3
377,00	315,10	129,10	X	4
156,80	148,60	133,90	Y	5
175,00	123,10	134,10	X	6
244,50	191,50	142,90	X	7
224,10	452,20	144,60	Y	8
431,80	256,30	148,60	Y	9
129,10	274,30	156,80	X	10
134,10	158,20	158,20	Y	11
232,30	133,90	162,00	Y	12
249,30	144,60	175,00	X	13
551,70	162,00	191,50	Y	14
318,30	448,20	191,70	X	15
142,90	294,30	211,00	X	16
294,80	219,80	219,80	Y	17
235,50	242,70	221,30	Y	18
211,00	221,30	224,10	X	19
191,70	59,80	232,30	X	20
		235,50	X	21
		240,10	Y	22
		242,70	Y	23
		244,40	Y	24
		244,50	X	25
		249,30	X	26
		256,30	Y	27
		274,30	Y	28
		275,80	X	29
		294,30	Y	30
		294,80	X	31
		315,10	Y	32
		318,30	X	33
		377,00	X	34
		422,30	X	35
		423,30	X	36
		431,80	X	37
		448,20	Y	38
		452,20	Y	39
		551,70	X	40
\sum Rang X		457,00		

$N_1 = 20$
 $N_2 = 20$
 $Z_{1-\alpha/2} = 1,96$
 $cts = 1$
 $W_x = 457$
 $W_{min} = 337,04$
 $W_{max} = 482,96$
 donc $W_{min} < \sum \text{Rang X} < W_{max}$
Résultat : L'inégalité est vérifiée et notre série est homogène

III.4.2.2. Station de T'kout:

Tableau 16 : Test de Wilcoxon pour la station de T'kout

X	Y	XUY	Origine	Rang
170,90	214,90	44,30	X	1
101,40	354,70	51,50	X	2
120,80	382,10	98,00	Y	3
208,80	208,20	101,40	X	4
51,50	293,70	120,80	X	5
44,30	234,30	131,20	Y	6
222,20	165,10	148,40	Y	7
522,10	263,20	155,50	X	8
176,70	552,20	160,30	X	9
171,80	98,00	165,10	Y	10
329,60	304,20	169,70	X	11
289,80	148,40	170,90	X	12
169,70	236,80	171,80	X	13
155,50	229,10	176,70	X	14
160,30	221,60	208,20	Y	15
277,90	362,00	208,70	X	16
286,80	494,50	208,80	X	17
208,70	386,50	212,60	Y	18
	311,10	214,90	Y	19
	212,60	221,60	Y	20
	131,20	222,20	X	21
		229,10	Y	22
		234,30	Y	23
		236,80	Y	24
		263,20	Y	25
		277,90	X	26
		286,80	X	27
		289,80	X	28
		293,70	Y	29
		304,20	Y	30
		311,10	Y	31
		329,60	X	32
		354,70	Y	33
		362,00	Y	34
		382,10	Y	35
		386,50	Y	36
		494,50	Y	37
		522,10	X	38
		552,20	Y	39
Σ Rang X				284

$N_1 = 18$
 $N_2 = 21$
 $Z_{1-\alpha/2} = 1,96$
 $cts = 1$
 $W_x = 284$
 $W_{min} = 289,93$
 $W_{max} = 430,07$
 On remarque que $W_x \approx W_{min}$
Résultat : On peut dire que notre série est presque homogène

III.4.2.3. Station de Tadjemout:

Tableau 17 : Test de Wilcoxon pour la station de Tadjemout

X	Y	XUY	Origine	Rang
54,70	306,20	54,70	X	1
207,50	147,50	58,00	X	2
111,00	85,60	66,00	Y	3
241,00	164,60	85,60	Y	4
128,10	135,60	106,00	Y	5
58,00	189,40	111,00	X	6
146,70	273,20	127,60	Y	7
222,80	264,80	128,10	X	8
176,10	318,40	130,40	X	9
137,30	106,00	132,80	Y	10
149,70	127,60	135,60	Y	11
130,40	132,80	137,30	X	12
181,10	170,50	146,70	X	13
	66,00	147,50	Y	14
	198,60	149,70	X	15
		164,60	Y	16
		170,50	Y	17
		176,10	X	18
		181,10	X	19
		189,40	Y	20
		198,60	Y	21
		207,50	X	22
		222,80	X	23
		241,00	X	24
		264,80	Y	25
		273,20	Y	26
		306,20	Y	27
		318,40	Y	28
\sum Rang X				172

$N_1 = 13$
 $N_2 = 15$
 $Z_{1-\alpha/2} = 1,96$
 $cts = 1$
 $W_x = 172$
 $W_{min} = 145,45$
 $W_{max} = 231,55$

 donc $W_{min} < \sum \text{Rang X} < W_{max}$
Résultat : L'inégalité est vérifiée et notre série est homogène

III.4.2.4. Station de Djemourah:

Tableau 18 : Test de Wilcoxon pour la station de Djemourah

X	Y	XUY	Origine	Rang
196,80	125,80	9,50	X	1
323,10	88,70	18,20	Y	2
9,50	148,80	20,20	X	3
94,20	268,60	55,80	Y	4
20,20	116,00	67,00	X	5
114,50	74,40	74,40	Y	6
101,70	79,70	74,50	X	7
198,00	272,20	75,30	X	8
67,00	126,80	76,60	X	9
76,60	167,80	79,70	Y	10
193,90	99,70	83,90	X	11
138,50	141,10	84,60	X	12
84,60	55,80	88,70	Y	13
75,30	100,80	94,20	X	14
83,90	255,60	99,70	Y	15
148,60	258,70	100,80	Y	16
131,30	146,80	101,70	X	17
188,10	155,30	104,10	Y	18
74,50	104,10	114,50	X	19
	18,20	116,00	Y	20
		125,80	Y	21
		126,80	Y	22
		131,30	X	23
		138,50	X	24
		141,10	Y	25
		146,80	Y	26
		148,60	X	27
		148,80	Y	28
		155,30	Y	29
		167,80	Y	30
		188,10	X	31
		193,90	X	32
		196,80	X	33
		198,00	X	34
		255,60	Y	35
		258,70	Y	36
		268,60	Y	37
		272,20	Y	38
		323,10	X	39
Σ Rang X				349

$N1 = 19$
 $N2 = 20$
 $Z_{1-\alpha/2} = 1,96$
 $cts = 1$
 $W_x = 349$
 $W_{min} = 309,74$
 $W_{max} = 450,26$

 donc $W_{min} < \Sigma \text{Rang X} < W_{max}$

Résultat : L'inégalité est vérifiée et notre série est homogène

III.4.2.5. Station de Foug-Kharza:

Tableau 19 : Test de Wilcoxon pour la station de Foug-Kharza

X	Y	XUY	Origine	Rang
24,60	98,50	22,40	Y	1
75,70	91,00	24,60	X	2
117,70	42,00	28,50	X	3
49,60	114,10	33,00	X	4
80,00	176,90	33,50	X	5
133,30	92,00	40,70	Y	6
170,50	136,50	42,00	Y	7
33,50	116,50	44,50	X	8
33,00	80,20	49,60	X	9
44,50	69,80	51,00	Y	10
120,50	163,60	53,10	Y	11
82,50	88,50	56,70	Y	12
150,30	116,30	69,80	Y	13
28,50	51,00	75,70	X	14
135,00	109,10	80,00	X	15
	40,70	80,20	Y	16
	56,70	82,50	X	17
	157,20	88,50	Y	18
	212,70	91,00	Y	19
	117,40	92,00	Y	20
	53,10	95,67	Y	21
	95,67	98,50	Y	22
	22,40	109,10	Y	23
		114,10	Y	24
		116,30	Y	25
		116,50	Y	26
		117,40	Y	27
		117,70	X	28
		120,50	X	29
		133,30	X	30
		135,00	X	31
		136,50	Y	32
		150,30	X	33
		157,20	Y	34
		163,60	Y	35
		170,50	X	36
		176,90	Y	37
		212,70	Y	38
Σ Rang X				264

$N1 = 15$
 $N2 = 23$
 $Z_{1-\alpha/2} = 1,96$
 $cts = 1$
 $W_x = 264$
 $W_{min} = 226,37$
 $W_{max} = 358,63$

 donc $W_{min} < \Sigma \text{Rang X} < W_{max}$
 Résultat : L'inégalité est vérifiée et notre série est homogène

III.4.2.6. Station de l'Outaya:

Tableau 20 : Test de Wilcoxon pour la station de l'Outaya

X	Y	XUY	Origine	Rang
27,50	67,60	0,00	X	1
146,90	81,80	0,00	X	2
202,60	91,70	0,00	X	3
76,20	5,70	0,00	X	4
49,20	130,90	0,00	Y	5
98,80	51,20	0,00	Y	6
64,10	19,50	0,00	Y	7
219,50	0,00	0,00	Y	8
77,00	0,00	0,00	Y	9
24,50	0,00	0,00	Y	10
111,10	82,50	0,00	Y	11
0,00	0,00	0,00	Y	12
0,00	0,00	0,00	Y	13
0,00	0,00	0,00	Y	14
0,00	0,00	0,00	Y	15
85,90	0,00	0,00	Y	16
146,40	0,00	5,70	Y	17
74,80	0,00	19,50	Y	18
	0,00	24,50	X	19
	0,00	27,50	X	20
		49,20	X	21
		51,20	Y	22
		64,10	X	23
		67,60	Y	24
		74,80	X	25
		76,20	X	26
		77,00	X	27
		81,80	Y	28
		82,50	Y	29
		85,90	X	30
		91,70	Y	31
		98,80	X	32
		111,10	X	33
		130,90	Y	34
		146,40	X	35
		146,90	X	36
		202,60	X	37
		219,50	X	38
Σ Rang X				412

$N1 = 18$
 $N2 = 20$
 $Z_{1-\alpha/2} = 1,96$
 $cts = 1$
 $W_x = 412$
 $W_{min} = 283,46$
 $W_{max} = 418,54$

 donc $W_{min} < \Sigma \text{Rang X} < W_{max}$
Résultat : L'inégalité est vérifiée et notre série est homogène

III.4.2.7. Station de Bouzina:

Tableau 21 : Test de Wilcoxon pour la station de Bouzina

X	Y	XUY	Origine	Rang
420,20	429,60	0,00	X	1
240,10	389,00	0,00	Y	2
188,20	280,20	0,00	Y	3
124,50	257,50	59,00	Y	4
0,00	220,50	124,50	X	5
197,60	138,30	125,10	X	6
125,10	297,00	136,20	Y	7
215,30	553,60	138,30	Y	8
229,50	190,30	184,30	Y	9
256,60	410,00	188,20	X	10
225,60	184,30	190,30	Y	11
248,00	265,50	197,60	X	12
440,80	201,00	201,00	Y	13
269,40	205,90	205,90	Y	14
315,50	0,00	215,30	X	15
317,70	0,00	220,50	Y	16
244,80	59,00	225,60	X	17
	363,50	229,50	X	18
	299,30	240,10	X	19
	136,20	244,80	X	20
		248,00	X	21
		256,60	X	22
		257,50	Y	23
		265,50	Y	24
		269,40	X	25
		280,20	Y	26
		297,00	Y	27
		299,30	Y	28
		315,50	X	29
		317,70	X	30
		363,50	Y	31
		389,00	Y	32
		410,00	Y	33
		420,20	X	34
		429,60	Y	35
		440,80	X	36
		553,60	Y	37
Σ Rang X			320	

$N1 = 17$
 $N2 = 20$
 $Z_{1-\alpha/2} = 1,96$
 $cts = 1$
 $W_x = 320$
 $W_{min} = 258,19$
 $W_{max} = 387,81$
 donc $W_{min} < \Sigma \text{Rang X} < W_{max}$
Résultat : L'inégalité est vérifiée et notre série est homogène

Chapitre III: Étude Statistique des Données Pluviométriques

III.4.2.8. Station de Tifelfel:

Tableau 22 : Test de Wilcoxon pour la station de Tifelfel

X	Y	XUY	Origine	Rang
24,20	132,10	24,20	X	1
62,50	132,40	27,00	Y	2
108,70	258,50	34,20	Y	3
190,00	104,00	48,00	X	4
238,20	133,00	62,50	X	5
209,40	117,00	69,00	X	6
82,40	93,00	74,00	Y	7
206,10	164,00	79,80	Y	8
164,20	396,30	80,40	X	9
96,50	74,00	81,30	Y	10
130,40	109,40	82,40	X	11
69,00	34,20	89,40	Y	12
154,50	128,00	93,00	Y	13
80,40	79,80	96,50	X	14
48,00	162,00	104,00	Y	15
	174,00	108,70	X	16
	27,00	109,40	Y	17
	89,40	117,00	Y	18
	173,30	121,5	Y	19
	81,30	128,00	Y	20
	121,5	130,40	X	21
		132,10	Y	22
		132,40	Y	23
		133,00	Y	24
		154,50	X	25
		162,00	Y	26
		164,00	Y	27
		164,20	X	28
		173,30	Y	29
		174,00	Y	30
		190,00	X	31
		206,10	X	32
		209,40	X	33
		238,20	X	34
		258,50	Y	35
		396,30	Y	36
Σ Rang X				270

$N_1 = 15$
 $N_2 = 21$
 $Z_{1-\alpha/2} = 1,96$
 $cts = 1$
 $W_x = 270$
 $W_{min} = 215,92$
 $W_{max} = 339,08$
 donc $W_{min} < \Sigma \text{Rang X} < W_{max}$
Résultat : L'inégalité est vérifiée et notre série est homogène

III.4.2.9. Station de Biskra:

Tableau 23 : Test de Wilcoxon pour la station de Biskra

X	Y	XUY	Origine	Rang
49,40	124,50	26,30	X	1
104,20	165,70	26,50	X	2
157,00	140,20	30,40	Y	3
193,90	94,40	36,90	X	4
47,80	64,20	45,10	Y	5
36,90	106,20	47,80	X	6
144,70	229,30	49,40	X	7
110,20	137,80	77,00	Y	8
26,30	155,00	80,70	X	9
137,70	112,80	87,10	X	10
26,50	125,60	99,10	X	11
107,50	77,00	104,20	X	12
143,60	45,10	106,20	Y	13
99,10	131,10	107,50	X	14
80,70	198,40	110,20	X	15
87,10	123,70	112,80	Y	16
	149,90	123,70	Y	17
	183,50	124,50	Y	18
	30,40	125,60	Y	19
		131,10	Y	22
		137,70	X	23
		137,80	Y	24
		140,20	Y	25
		143,60	X	26
		144,70	X	27
		149,90	Y	28
		155,00	Y	29
		157,00	X	30
		165,70	Y	31
		183,50	Y	32
		193,90	X	33
		198,40	Y	34
		229,30	Y	35
\sum Rang X			230	

$N_1 = 16$
 $N_2 = 19$
 $Z_{1-\alpha/2} = 1,96$
 $cts = 1$
 $W_x = 230$
 $W_{min} = 228,31$
 $W_{max} = 347,69$
 donc $W_{min} < \sum \text{Rang X} < W_{max}$
Résulta : L'inégalité est vérifiée et notre série est homogène

III.4.2.10. Station de Sidi-Khaled :

Tableau 24 : Test de Wilcoxon pour la station de Sidi-Khaled

X	Y	XUY	Origine	Rang
0,00	104,00	0,00	X	1
24,70	129,60	24,70	X	2
47,80	163,00	24,70	X	3
243,80	42,00	25,00	Y	4
24,70	143,00	29,70	Y	5
72,30	258,40	42,00	Y	6
82,80	104,60	46,30	X	7
46,30	247,70	47,80	X	8
101,80	141,90	51,20	Y	9
109,40	150,20	72,00	Y	10
156,40	29,70	72,30	X	11
131,20	51,20	82,80	X	12
84,50	72,00	84,50	X	13
205,30	154,00	101,80	X	14
	102,00	102,00	Y	15
	109,90	104,00	Y	16
	136,50	104,60	Y	17
	25,00	109,40	X	18
		109,90	Y	19
		129,60	Y	20
		131,20	X	21
		136,50	Y	22
		141,90	Y	23
		143,00	Y	24
		150,20	Y	25
		154,00	Y	26
		156,40	X	27
		163,00	Y	28
		205,30	X	29
		243,80	X	30
		247,70	Y	31
		258,40	Y	32
\sum Rang X				196

$N_1 = 14$
 $N_2 = 18$
 $Z_{1-\alpha/2} = 1,96$
 $cts = 1$
 $W_x = 196$
 $W_{min} = 178,90$
 $W_{max} = 283,10$

 donc $W_{min} < \sum \text{Rang X} < W_{max}$

Résultat : L'inégalité est vérifiée et notre série est homogène

III.4.2.10. Station de M'ziraa :

Tableau 25 : Test de Wilcoxon pour la station de M'ziraa

X	Y	XUY	Origine	Rang
196,00	20,10	7,90	Y	1
176,00	40,90	18,80	Y	2
74,00	39,20	20,10	Y	3
208,60	80,60	27,50	Y	4
29,10	18,80	29,10	X	5
46,80	51,20	29,40	X	6
34,90	27,50	34,90	X	7
29,40	7,90	39,20	Y	8
	40,90		Y	9
	46,80		X	10
	51,20		Y	11
	74,00		X	12
	80,60		Y	13
	176,00		X	14
	196,00		X	15
	208,60		X	16
$\sum \text{Rang X}$				85

$N_1 = 8$
 $N_2 = 8$
 $Z_{1-\alpha/2} = 1,96$
 $cts = 1$
 $W_x = 85$
 $W_{min} = 48,84$
 $W_{max} = 87,16$

 donc $W_{min} < \sum \text{Rang X} < W_{max}$

Résultat : L'inégalité est vérifiée et notre série est homogène

III.5. Test de WILCOXON pour les données pluviométriques max journalières :

III.5.1. Station Foum-Kharza :

Tableau 26 : Test de Wilcoxon pour la station de Foum-Kharza

X	Y	XUY	Origine	Rang
14,00	12,50	7,80	X	1
22,80	26,03	8,70	Y	2
54,10	44,00	10,00	X	3
13,90	26,50	11,50	Y	4
12,30	32,00	12,30	X	5
23,00	28,30	12,50	Y	6
77,00	23,50	13,90	X	7
18,00	22,30	14,00	X	8
10,00	28,50	17,20	Y	9
20,00	24,50	18,00	X	10
19,00	28,00	19,00	X	11
27,00	56,00	19,01	Y	12
22,00	28,20	20,00	X	13
7,80	22,10	20,00	X	14
23,00	17,20	20,50	X	15
20,50	64,00	22,00	X	16
20,00	67,00	22,10	Y	17
	29,00	22,30	Y	18
	19,01	22,80	X	19
	11,50	23,00	X	20
	8,70	23,00	X	21
	25,30	23,50	Y	22
	24,80	24,50	Y	23
	46,80	24,80	Y	24
		25,30	Y	25
		26,03	Y	26
		26,50	Y	27
		27,00	X	28
		28,00	Y	29
		28,20	Y	30
		28,30	Y	31
		28,50	Y	32
		29,00	Y	33
		32,00	Y	34
		44,00	Y	35
		46,80	Y	36
		54,10	X	37
		56,00	Y	38
		64,00	Y	39
		67,00	Y	40
		77,00	X	41
\sum Rang X				269

$N_1 = 17$
 $N_2 = 24$
 $Z_{1-\alpha/2} = 1,96$
 $cts = 1$
 $W_x = 269$
 $W_{min} = 282,43$
 $W_{max} = 431,57$

 donc $W_{min} < \sum \text{Rang X} < W_{max}$
Résultat : L'inégalité est vérifiée et notre série est homogène

III.5.2.Station T'kout :

Tableau 27 : Test de Wilcoxon pour la station de T'kout

X	Y	XUY	Origine	Rang
40,00	48,10	4,50	X	1
55,86	30,50	14,50	X	2
32,80	36,60	17,20	Y	3
4,50	30,90	18,30	X	4
21,10	17,20	20,40	Y	5
27,16	41,40	20,60	Y	6
69,90	39,80	21,10	X	7
14,50	20,40	24,00	X	8
33,50	56,00	25,00	Y	9
34,70	25,00	26,30	Y	10
48,00	64,80	27,16	X	11
39,51	36,60	27,60	Y	12
18,30	26,30	29,20	X	13
30,20	27,60	30,20	X	14
42,37	49,20	30,50	Y	15
60,00	57,00	30,90	Y	16
29,20	32,50	32,50	Y	17
24,00	20,60	32,80	X	18
39,00	40,10	33,50	X	19
	62,10	34,70	X	20
	43,92	36,60	Y	21
	68,40	36,60	Y	22
		39,00	X	23
		39,51	X	24
		39,80	Y	25
		40,00	X	26
		40,10	Y	27
		41,40	Y	28
		42,37	X	29
		43,92	Y	30
		48,00	X	31
		48,10	Y	32
		49,20	Y	33
		55,86	X	34
		56,00	Y	35
		57,00	Y	36
		60,00	X	37
		62,10	Y	38
		64,80	Y	39
		68,40	Y	40
		69,90	X	41
\sum Rang X				362

$N1 = 19$
 $N2 = 22$
 $Z_{1-\alpha/2} = 1,96$
 $cts = 1$
 $W_x = 362$
 $W_{min} = 323,53$
 $W_{max} = 474,47$
 donc $W_{min} < \sum \text{Rang X} < W_{max}$
Résultat : L'inégalité est vérifiée et notre série est homogène

III.5.3.Station Tifelfel :

Tableau 28 : Test de Wilcoxon pour la station de Tifelfel

X	Y	XUY	Origine	Rang
15,90	14,00	7,00	X	1
10,00	15,50	9,00	X	2
16,00	24,50	10,00	X	3
24,00	20,00	10,20	Y	4
30,20	36,60	10,30	Y	5
24,00	29,00	12,00	X	6
16,00	24,00	13,00	Y	7
32,00	41,50	13,00	Y	8
12,00	53,50	14,00	Y	9
25,17	21,50	14,00	Y	10
9,00	32,00	15,50	Y	11
40,00	10,20	15,90	X	12
23,45	24,00	16,00	X	13
7,00	13,00	16,00	X	14
	56,00	16,20	Y	15
	24,00	20,00	Y	16
	76,65	21,50	Y	17
	33,18	23,45	X	18
	14,00	24,00	Y	19
	10,30	24,00	Y	20
	75,00	24,00	Y	21
	38,00	24,00	X	22
	13,00	24,00	X	23
	16,20	24,50	Y	24
		25,17	X	25
		29,00	Y	26
		30,20	X	27
		32,00	Y	28
		32,00	X	29
		33,18	Y	30
		36,60	Y	31
		38,00	Y	32
		40,00	X	33
		41,50	Y	34
		53,50	Y	35
		56,00	Y	36
		75,00	Y	37
		76,65	Y	38
\sum Rang X				228

$N1 = 14$
 $N2 = 24$
 $Z_{1-\alpha/2} = 1,96$
 $cts = 1$
 $W_x = 228$
 $W_{min} = 207,73$
 $W_{max} = 338,27$

 donc $W_{min} < \sum \text{Rang X} < W_{max}$

Résultat : L'inégalité est vérifiée et notre série est homogène

Chapitre III: Étude Statistique des Données Pluviométriques

III.6.L'Ajustement Statistiques des séries pluviométriques :

Dans certains cas, on peut penser que les données peuvent être décrites par une ou plusieurs lois de probabilité courantes et simples d'emploi, au moins dans une certaine gamme de probabilité.

Il est alors intéressant de chercher à *ajuster* sur ces données une, ou des lois pour faciliter l'utilisation numérique et parfois, sous certaines réserves, pour en tirer des informations de type probabiliste.

III.6.1.Procédé d'ajustement :

Soit une série d'observation, et x_i la valeur de la variable aléatoire pour i observation.

- Classer la série par ordre croissant
- Affecter pour chaque un numéro de rang (i , allant de 1 à N)
- Calcul de la fréquence expérimentale $f(x_i)$ à l'aide de la formule de Hazan, pour la plupart des lois normale et quasi-normale.

$$F_i = \frac{i - \frac{1}{2}}{n}$$

- Détermination de la variable réduite de la loi de probabilité pour chaque fréquence à l'aide des tables statistiques qui correspond (exp : table de la variable réduite de Gauss).
- Tracer sur un papier approprié le nuage de point (x_i , $f(x_i)$) ; papier Gauss pour la loi normale, le papier log-log pour la loi log normale, papier Gumbel pour les lois exponentielles.
- Tracer la droite théorique *d'HENRI*.
- Calcul des quantiles pour différentes période de retour.

III.6.2.Type de fonction de probabilité en hydrologie :

Nous nous contenterons de signaler les lois les plus fréquemment utilisées. Ces lois n'ont que trois paramètres au plus, et bien souvent, que deux.

III.6.2.1.Loi de Gauss ou loi normale :

- Fonction de répartition :

$$F(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^u e^{-u^2/2} du \quad \text{Avec } u = \frac{x - \bar{x}}{\sigma_x}$$

- u est appelée variable réduite de Gauss. L'intervalle de définition est donc : $x \in]-\infty, +\infty [$

Cette loi est symétrique ($\beta_1 = 0$) et présente, par définition, l'aplatissement moyen ($\beta_2 = 0$).

Le tableau 29 donne la fréquence au non-dépassement de u :

$$F(u) = \text{Prob}(U \leq u)$$

- Le paramètre de tendance centrale \bar{x} et à la fois la moyenne, le mode et la médiane. Le paramètre de dispersion σ_x est l'écart-type (racine carrée de la variance).

Chapitre III: Étude Statistique des Données Pluviométriques

LeTableau 29 : Valeurs de u positive, si u est négatif, la probabilité au non-dépassement est le complément à 1 de F(|u|).

u	0	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0	0,5000	0,5040	0,5080	0,5120	0,5160	0,5199	0,5239	0,5279	0,5319	0,5359
0,1	0,5398	0,5438	0,5478	0,5517	0,5557	0,5596	0,5636	0,5675	0,5714	0,5753
0,2	0,5793	0,5832	0,5871	0,5910	0,5948	0,5987	0,6026	0,6064	0,6103	0,6141
0,3	0,6179	0,6217	0,6255	0,6293	0,6331	0,6368	0,6406	0,6443	0,6480	0,6517
0,4	0,6554	0,6591	0,6628	0,6664	0,6700	0,6736	0,6772	0,6808	0,6844	0,6879
0,5	0,6915	0,6950	0,6985	0,7019	0,7054	0,7088	0,7123	0,7157	0,7190	0,7224
0,6	0,7257	0,7290	0,7324	0,7357	0,7389	0,7422	0,7454	0,7486	0,7517	0,7549
0,7	0,7580	0,7611	0,7642	0,7673	0,7704	0,7734	0,7764	0,7794	0,7823	0,7852
0,8	0,7881	0,7910	0,7939	0,7967	0,7995	0,8023	0,8051	0,8078	0,8106	0,8133
0,9	0,8159	0,8186	0,8212	0,8238	0,8264	0,8289	0,8315	0,8340	0,8365	0,8389
1	0,8413	0,8438	0,8461	0,8483	0,8508	0,8531	0,8554	0,8577	0,8599	0,8621
1,1	0,8643	0,8665	0,8686	0,8708	0,8729	0,8749	0,8770	0,8790	0,8810	0,8830
1,2	0,8849	0,8869	0,8888	0,8907	0,8925	0,8944	0,8962	0,8980	0,8997	0,9013
1,3	0,9032	0,9049	0,9066	0,9082	0,9099	0,9115	0,9131	0,9147	0,9162	0,9177
1,4	0,9192	0,9207	0,9222	0,9236	0,9251	0,9265	0,9279	0,9292	0,9306	0,9319
1,5	0,9332	0,9345	0,9357	0,9370	0,9382	0,9394	0,9406	0,9418	0,9429	0,9441
1,6	0,9452	0,9463	0,9474	0,9484	0,9495	0,9505	0,9515	0,9525	0,9535	0,9545
1,7	0,9554	0,9564	0,9573	0,9582	0,9591	0,9599	0,9608	0,9616	0,9625	0,9633
1,8	0,9641	0,9649	0,9656	0,9662	0,9671	0,9678	0,9686	0,9693	0,9699	0,9706
1,9	0,9713	0,9719	0,9726	0,9732	0,9738	0,9744	0,9750	0,9756	0,9761	0,9767
2	0,9772	0,9779	0,9783	0,9788	0,9793	0,9798	0,9803	0,9808	0,9812	0,9817
2,1	0,9821	0,9826	0,9830	0,9834	0,9838	0,9842	0,9846	0,9850	0,9854	0,9857
2,2	0,9861	0,9864	0,9868	0,9871	0,9875	0,9878	0,9881	0,9884	0,9887	0,9890
2,3	0,9893	0,9896	0,9898	0,9901	0,9904	0,9906	0,9909	0,9911	0,9913	0,9916
2,4	0,9918	0,9920	0,9922	0,9925	0,9927	0,9929	0,9931	0,9932	0,9934	0,9936
2,5	0,9938	0,9940	0,9941	0,9943	0,9945	0,9946	0,9948	0,9949	0,9951	0,9952
2,6	0,9953	0,9955	0,9956	0,9957	0,9959	0,9960	0,9961	0,9962	0,9963	0,9964
2,7	0,9965	0,9966	0,9967	0,9968	0,9969	0,9970	0,9971	0,9972	0,9973	0,9974
2,8	0,9974	0,9975	0,9976	0,9977	0,9977	0,9978	0,9979	0,9979	0,9980	0,9981
2,9	0,9981	0,9982	0,9982	0,9983	0,9984	0,9984	0,9985	0,9985	0,9986	0,9986
3	0,9987	0,9987	0,9987	0,9988	0,9988	0,9989	0,9989	0,9989	0,9990	0,9990
3,1	0,9990	0,9991	0,9991	0,9991	0,9992	0,9992	0,9992	0,9992	0,9993	0,9993
3,2	0,9993	0,9993	0,9994	0,9994	0,9994	0,9994	0,9994	0,9995	0,9995	0,9995
3,3	0,9995	0,9995	0,9995	0,9996	0,9996	0,9996	0,9996	0,9996	0,9996	0,9997
3,4	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9998

III.6.2.2. Loi de Galton (ou log-normale ou de Gibrat-Gauss) :

- Fonction de répartition :

Parmi les nombreuses formulations possibles, nous retiendrons la suivante, qui fait le mieux le parallèle avec la loi de Gauss :

$$F(x) = \frac{1}{\sqrt{2\Pi}} \int_{-\infty}^u e^{-\frac{u^2}{2}} du$$

$$u = a \log(x - x_0) + b$$

Intervalle de définition : $x \in] x_0, + \infty[$

On remarque que l'on passe de la loi de Gauss à la loi de Galton en faisant le changement de variable de x en $\log(x - x_0)$. Cette loi fait intervenir trois paramètres dont x_0 est le paramètre de position.

Une autre formulation qui fait mieux ressentir le rôle des paramètres est:

$$F(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\Pi}} \int_0^u \frac{1}{u} e^{-\frac{\text{Li}^2(u)}{2\sigma^2}}$$

Du

$$u = \frac{x - x_0}{s}$$

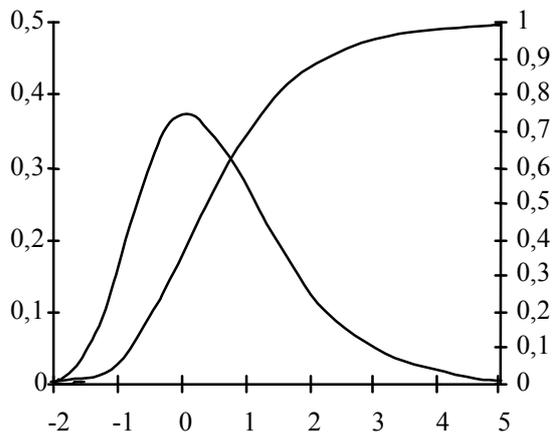
x_0 : paramètre de position (identique au précédent)

s : paramètre d'échelle positif différent de zéro

σ : paramètre de forme positif différent de zéro

III.6.2.3. Loi de Gumbel :

- **Fonction de distribution :**



- La fonction de répartition de la loi de Gumbel s'exprime de la manière suivante :

$$F(x) = \exp\left(-\exp\left(-\frac{x-a}{b}\right)\right)$$

$$b = 0.78. \sigma_x.$$

$$a = \bar{x} - 0.5772. b$$

Si on pose :

$$\mu = \frac{x-a}{b} \quad \text{Variable réduite de Gumbel}$$

$$F(x) = \exp(-\exp(-\mu))$$

$$\mu = \ln(-\ln(-F(x)))$$

III.6.3.Période de retour « T » :

Par définition la probabilité est le rapport du nombre d'événement favorable au nombre total d'événement. Souvent à un événement est associé une durée (il y a par exemple une crue maximale annuelle chaque année). La fréquence peut alors se définir également comme étant le nombre d'événement favorable sur le nombre total de durées. On définit alors la période de retour T (au temps de récurrence) comme l'inverse de la fréquence au non-dépassement F (ou de la fréquence au dépassement F_1 si F_1 est inférieur à 0,5).

$$T = \frac{1}{1-F} \text{ si } F > 0.5 \quad \text{Fréquence au non-dépassement}$$

$$T = \frac{1}{F} \text{ si } F < 0.5$$

Les fréquences ont pour unité $(T)^{-1}$, puisque l'on associe généralement une durée à chaque événement. La période de retour a donc la dimension d'un temps. Dans notre étude nous avons utilisé logiciel *Hyfran* pour l'ajustement des séries pluviométriques en appliquant les trois lois, loi normal, log normal et loi de Gumbel. Nous présentons ci-dessous un exemple de calcul d'ajustement par le logiciel *Hyfran* pour la station de Biskra.

- Définition de logiciel HYFRAN :

Le logiciel HYFRAN-PLUS permet d'ajuster un nombre important de distributions statistiques à une série de données qui vérifient les hypothèses d'indépendance, d'homogénéité et de stationnarité. Un Système d'Aide à la Décision (SAD) a été développé pour permettre de choisir la classe de distributions la plus adéquate pour estimer le quantile de période de retour élevée. HYFRAN a été développé par l'équipe du Pr. Bernard Bobée titulaire de la chaire en hydrologie statistique (1992-2004). D'autres développements sont en cours pour des sous classes de distributions par rapport à leurs comportements asymptotiques, sur les outils de discrimination et l'estimation des événements extrêmes dans un cadre stationnaire et non-stationnaire. Ce projet est effectué en collaboration avec le Professeur Bernard Bobée (Professeur Émérite à l'Institut National de la Recherche Scientifique, Centre Eau-Terre et Environnement INRS-ETE, Québec).

III.7.L'application de logiciel Hyfran pour la station pluviométrique Biskra :

III.7.1.Loi normal :

Pluies moyennes annuelles station de pluviométrique de Biskra					
Résultats de l'ajustement					
Normale (Maximum de vraisemblance)					
Nombre d'observations: 35					
Paramètres					
mu	112.342857				
sigma	51.826602				
Quantiles					
q = F(X) (probabilité au non-dépassement)					
T = 1/ (1-q)					
T	q	XT	Ecart-type	Intervalle de confiance (95%)	
10000.0	0.9999	305	25.0	256	354
2000.0	0.9995	283	22.5	239	327
1000.0	0.9990	273	21.3	231	314
200.0	0.9950	246	18.4	210	282
100.0	0.9900	233	17.0	200	266
50.0	0.9800	219	15.6	188	249
20.0	0.9500	198	13.6	171	224
10.0	0.9000	179	11.9	155	202
5.0	0.8000	156	10.2	136	176
3.0	0.6667	135	9.17	117	153
2.0	0.5000	112	8.76	95.2	130
1.4286	0.3000	85.2	9.36	66.8	104
1.2500	0.2000	68.7	10.2	48.7	88.8
1.1111	0.1000	45.9	11.9	22.6	69.2
1.0526	0.0500	27.1	13.6	0.510	53.6
1.0204	0.0200	5.88	15.6	-24.7	36.5
1.0101	0.0100	-8.25	17.0	-41.7	25.2
1.0050	0.0050	-21.2	18.4	-57.3	14.9
1.0010	0.0010	-47.8	21.3	-89.6	-6.06
1.0005	0.0005	-58.2	22.5	-102	-14.2
1.0001	0.0001	-80.4	25.0	-129	-31.5

Chapitre III: Étude Statistique des Données Pluviométriques

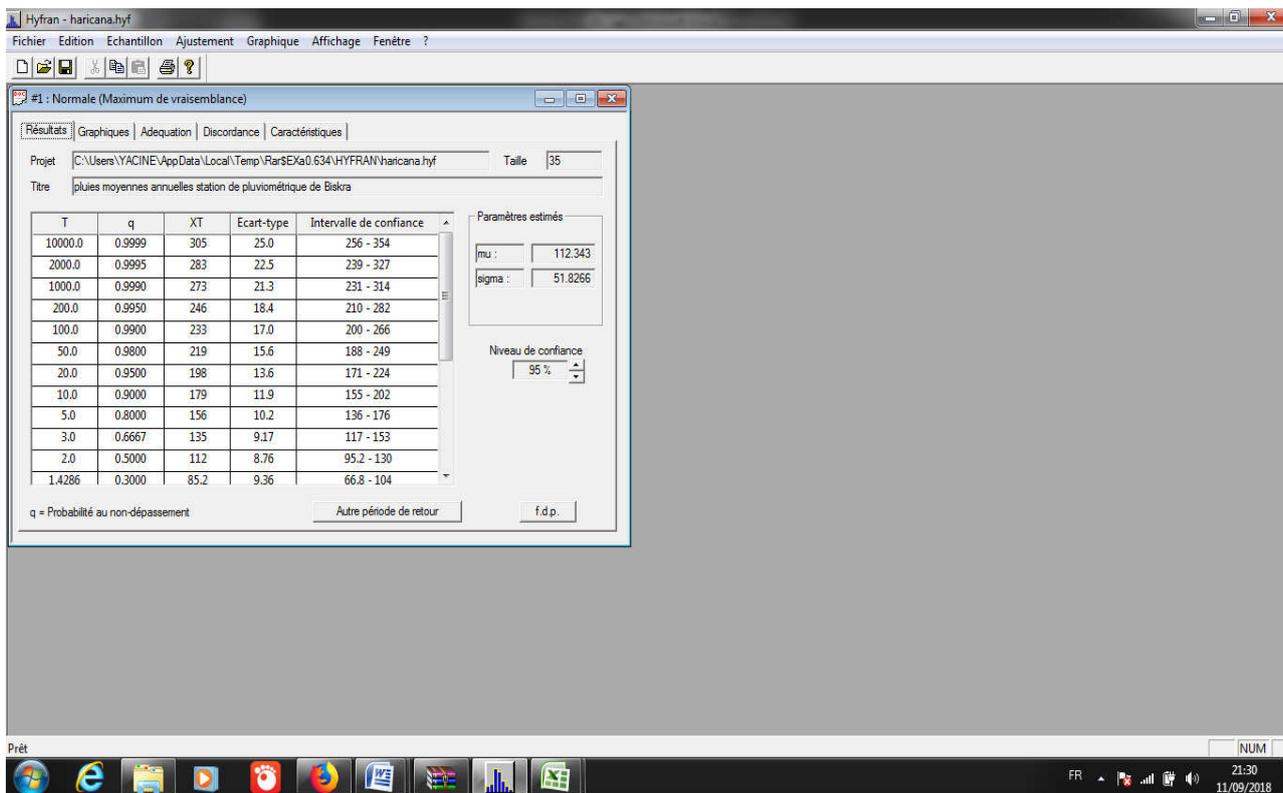


Image 01 : Prise à partir d'un écran d'ordinateur pendant la scène d'ajustement par la loi normal

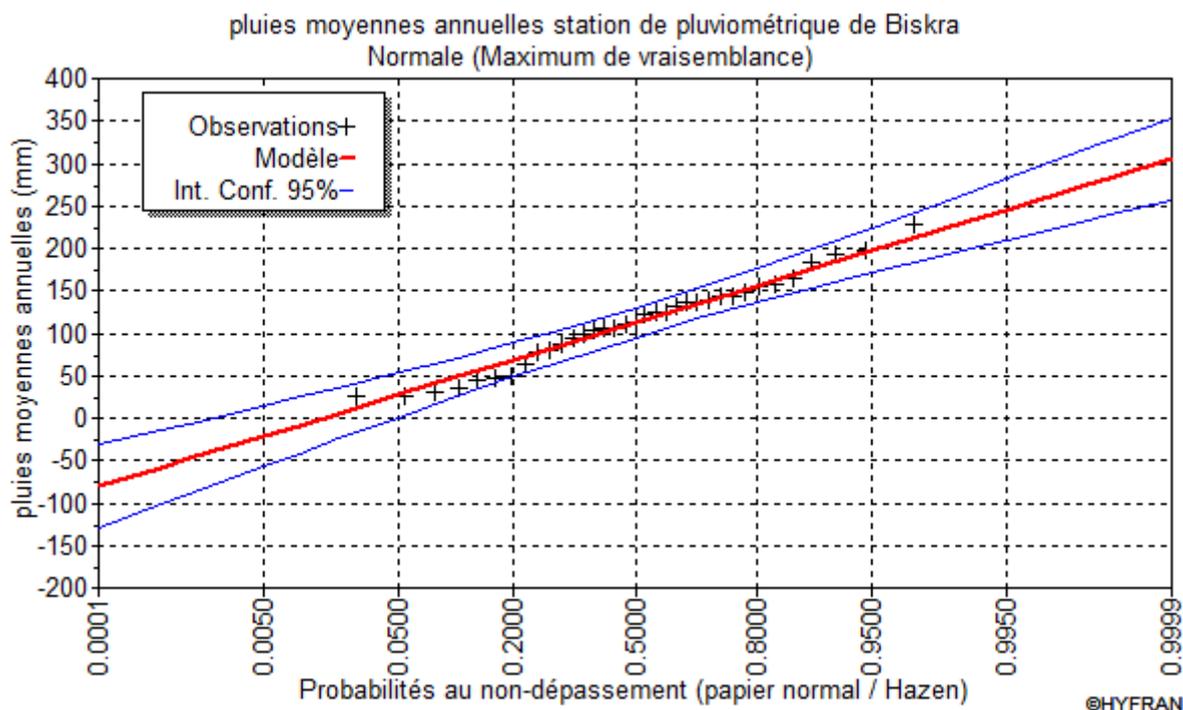


Figure 19 : Ajustement de la serie de pluie de Biskra à loi normal

III.7.2.Loi log-normal :

Pluies moyennes annuelles station de pluviométrique de Biskra					
Résultats de l'ajustement					
Log normale (Maximum de vraisemblance)					
Nombre d'observations: 35					
Paramètres					
mu	4.582634				
sigma	0.587454				
Quantiles					
q = F(X) (probabilité au non-dépassement)					
T = 1/(1-q)					
T	q	XT	Ecart-type	Intervalle de confiance (95%)	
10000.0	0.9999	869	246	387	1350
2000.0	0.9995	676	172	338	1010
1000.0	0.9990	601	145	316	885
200.0	0.9950	444	92.7	262	626
100.0	0.9900	384	74.1	238	529
50.0	0.9800	327	57.8	214	440
20.0	0.9500	257	39.5	180	334
10.0	0.9000	208	28.0	153	262
5.0	0.8000	160	18.6	124	197
3.0	0.6667	126	13.1	100	152
2.0	0.5000	97.8	9.71	78.7	117
1.4286	0.3000	71.9	7.62	56.9	86.8
1.2500	0.2000	59.6	6.92	46.1	73.2
1.1111	0.1000	46.0	6.21	33.9	58.2
1.0526	0.0500	37.2	5.71	26.0	48.4
1.0204	0.0200	29.3	5.17	19.1	39.4
1.0101	0.0100	24.9	4.82	15.5	34.4
1.0050	0.0050	21.5	4.49	12.7	30.3
1.0010	0.0010	15.9	3.84	8.38	23.4
1.0005	0.0005	14.1	3.60	7.09	21.2
1.0001	0.0001	11.0	3.11	4.90	17.1

Chapitre III: Étude Statistique des Données Pluviométriques

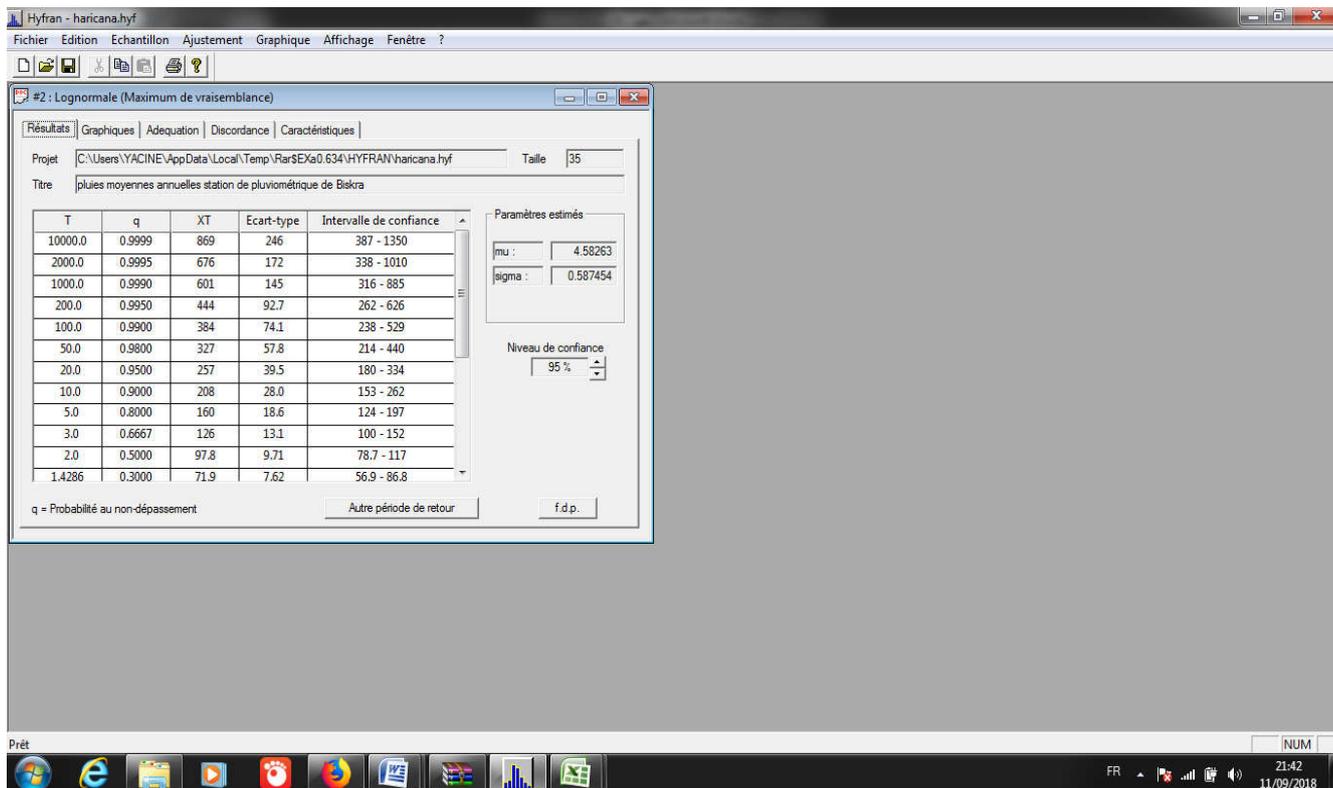


Image 02 : Prise à partir d'un écran d'ordinateur pendant la scène d'ajustement par la loi log-normal

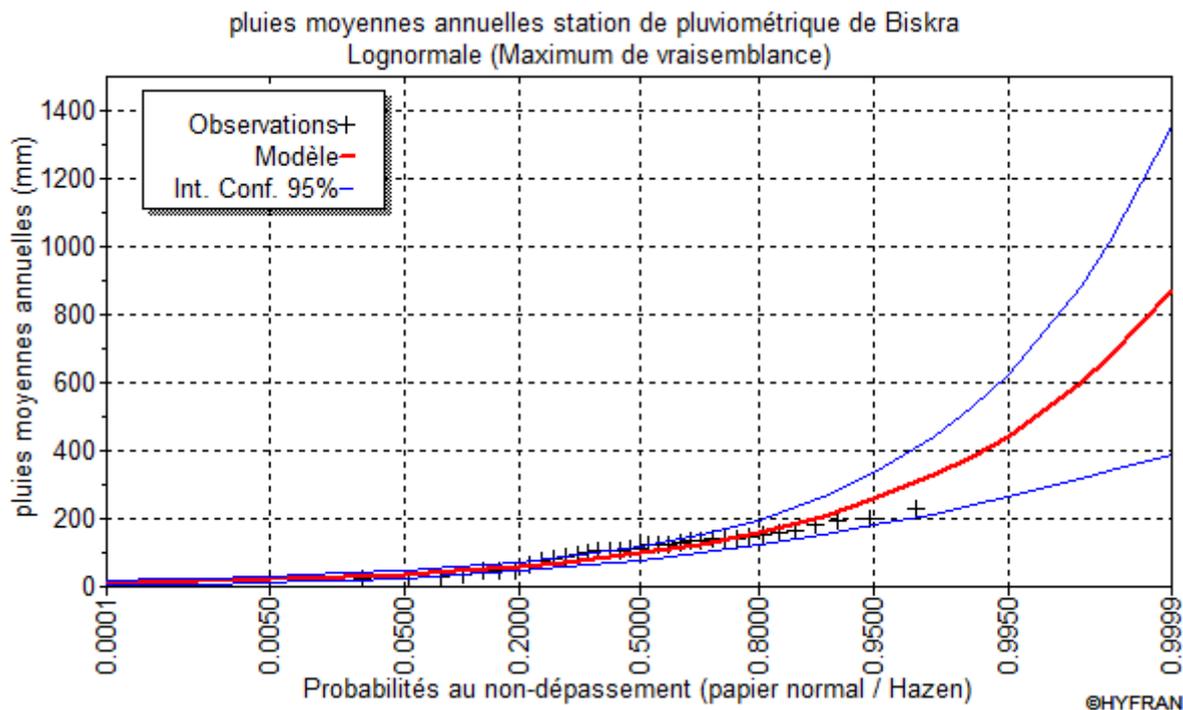


Figure 20 : Ajustement de la serie de pluie de Biskra à loi log-normal

III.7.3.Loi de Gumbel :

Pluies moyennes annuelles station de pluviométrie de Biskra					
Résultats de l'ajustement					
Gumbel (Maximum de vraisemblance)					
Nombre d'observations: 35					
Paramètres					
u	86.432240				
alpha	48.545297				
Quantiles					
q = F(X) (probabilité au non-dépassement)					
T = 1/(1-q)					
T	q	XT	Ecart-type	Intervalle de confiance (95%)	
10000.0	0.9999	534	63.4	409	658
2000.0	0.9995	455	53.0	352	559
1000.0	0.9990	422	48.5	327	517
200.0	0.9950	344	38.1	269	418
100.0	0.9900	310	33.7	244	376
50.0	0.9800	276	29.3	218	333
20.0	0.9500	231	23.5	185	277
10.0	0.9000	196	19.2	158	233
5.0	0.8000	159	14.9	130	188
3.0	0.6667	130	11.8	107	153
2.0	0.5000	104	9.60	85.4	123
1.4286	0.3000	77.4	8.32	61.1	93.7
1.2500	0.2000	63.3	8.22	47.2	79.5
1.1111	0.1000	45.9	8.70	28.9	63.0
1.0526	0.0500	33.2	9.41	14.7	51.6
1.0204	0.0200	20.2	10.4	-0.129	40.6
1.0101	0.0100	12.3	11.1	-9.39	34.0
1.0050	0.0050	5.49	11.7	-17.4	28.4
1.0010	0.0010	-7.39	13.0	-32.9	18.1
1.0005	0.0005	-12.0	13.5	-38.5	14.4
1.0001	0.0001	-21.4	14.5	-49.8	7.08

Chapitre III: Étude Statistique des Données Pluviométriques

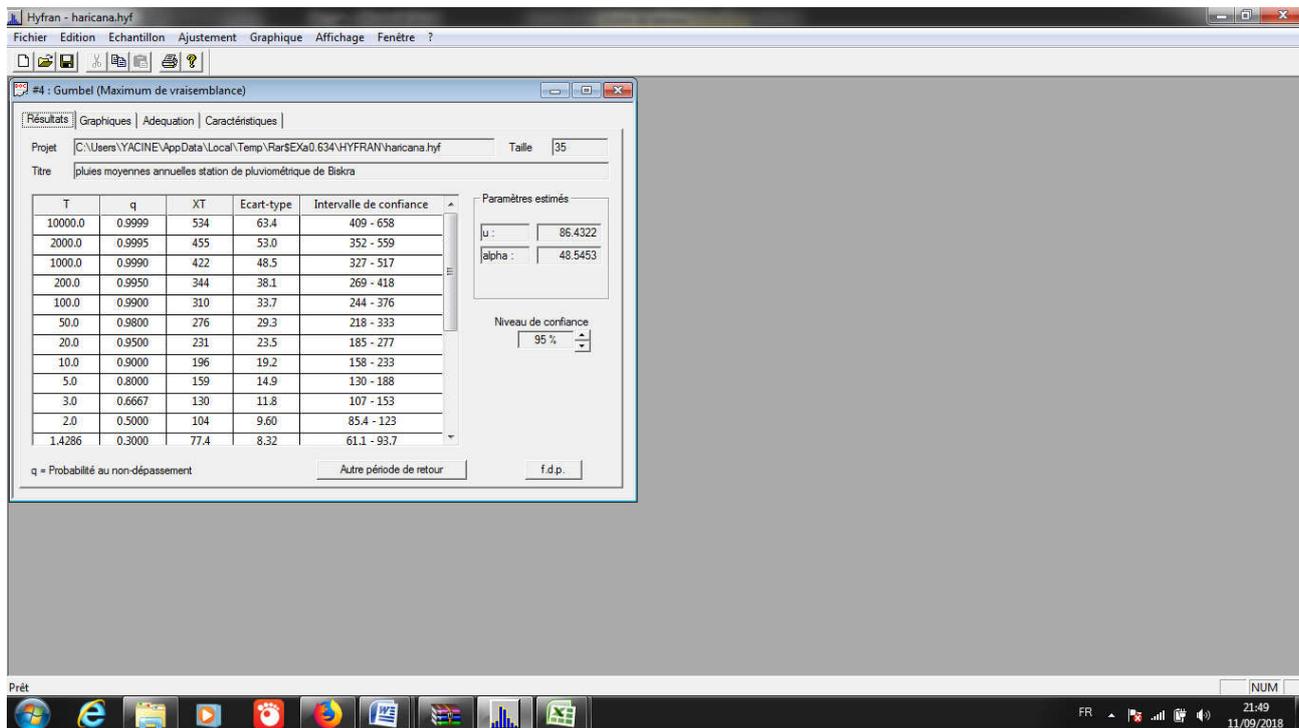


Image 03 :Prise à partir d'un écran d'ordinateur pendant la scène d'ajustement par la loi de Gumbel

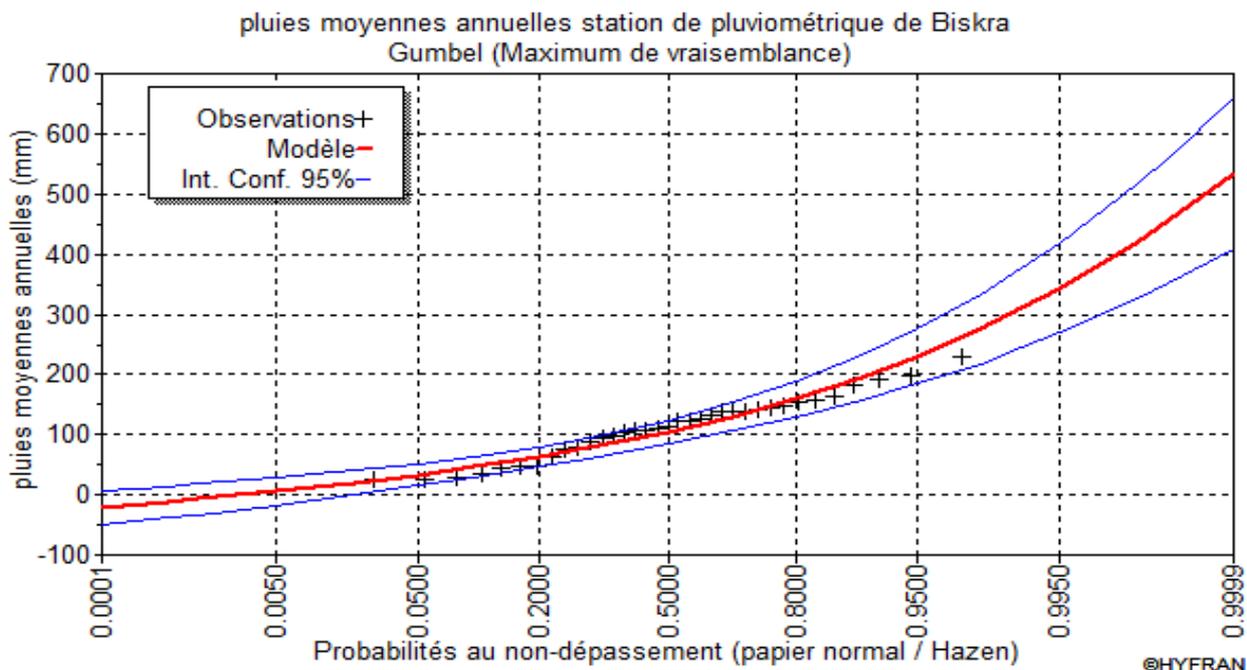


Figure 21 : Ajustement de la serie de pluie de Biskra à loi de Gumbel

Chapitre III: Étude Statistique des Données Pluviométriques

Les résultats d'ajustement des données pluviométriques aux lois théoriques (loi normale, log-normale et Gumbel) montrent un bon ajustement de données. Ce pendant, en Algérie la loi log-normale est la plus utilisée, ce qui nous permet d'ajuster cette loi à d'autre station, par les lois normale et Gumbel, les résultats d'ajustement sont données a annexes.

III.8.Calcul des pluies de différentes fréquences (période de retour T) :

Les résultats des pluies fréquentielles sont présentés dans le tableau 30 suivant :

Tableau 30 : Pluies fréquentielles des stations

Station	Période de Retour T (années)				
	T= 100	T = 50	T=20	T=10	T= 5
Mena	595	535	454	392	237
T'kout	761	656	525	430	338
Tadjemout	438	386	320	271	221
Djemourah	590	483	358	275	199
Foum-Kharza	323	275	216	174	134
Outaya	495	392	277	203	139
Bouzina	675	598	499	425	350
Tifelfel	441	375	294	237	182
Biskra	384	327	257	208	160
Sidi-Khaled	459	380	287	223	165
M'ziraa	384	299	205	147	98

Chapitre IV

Etude de la relation entre les paramètres

Chapitre IV: Étude de la Relation entre les Paramètres

Introduction :

L'étude des relations entre la pluie, l'altitude et le coefficient de variation est très importante dans les études hydrologiques, pour un aménagement hydraulique en absence de ces paramètres la tâche devient difficile. Pour cette raison nous allons essayer de trouver des relations entre ces paramètres.

IV.1.La relation entre les pluies annuelles P_{an} et l'altitude H :

La variabilité spatiale des précipitations et leur distribution sur la surface est un phénomène très présent. L'hétérogénéité spatiale de la quantité de pluie dérive de la complexité de la topographie locale qui peut se présenter sous différentes formes. La relation entre précipitations et altitude est influencée par la topographie. L'étude de la relation entre les pluies annuelles et l'altitude montre une bonne corrélation figure (22). Cette relation est traduite par un coefficient de corrélation $R=0.90$

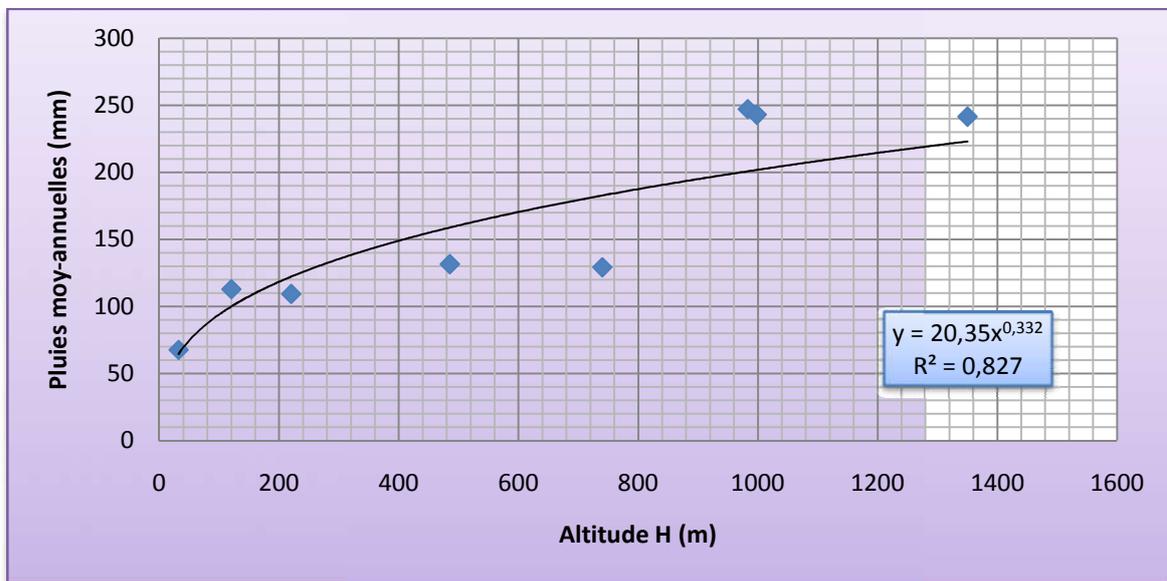


Figure 22 : La relation entre les pluies annuelles et l'altitude

L'alignement des points en fonction de puissance, nous permet de proposer la relation suivante :

$$P_{an} = 20.35(H)^{0.33}$$

P_{an} : pluies annuelles en (mm)

H: altitude en (m)

Chapitre IV: Étude de la Relation entre les Paramètres

IV.2.La relation entre le coefficient de variation Cv et l'altitude H :

La relation entre le coefficient de variation Cv et l'altitude H, montre également une bonne corrélation, avec un coefficient de corrélation R=0.95. Figure (23)

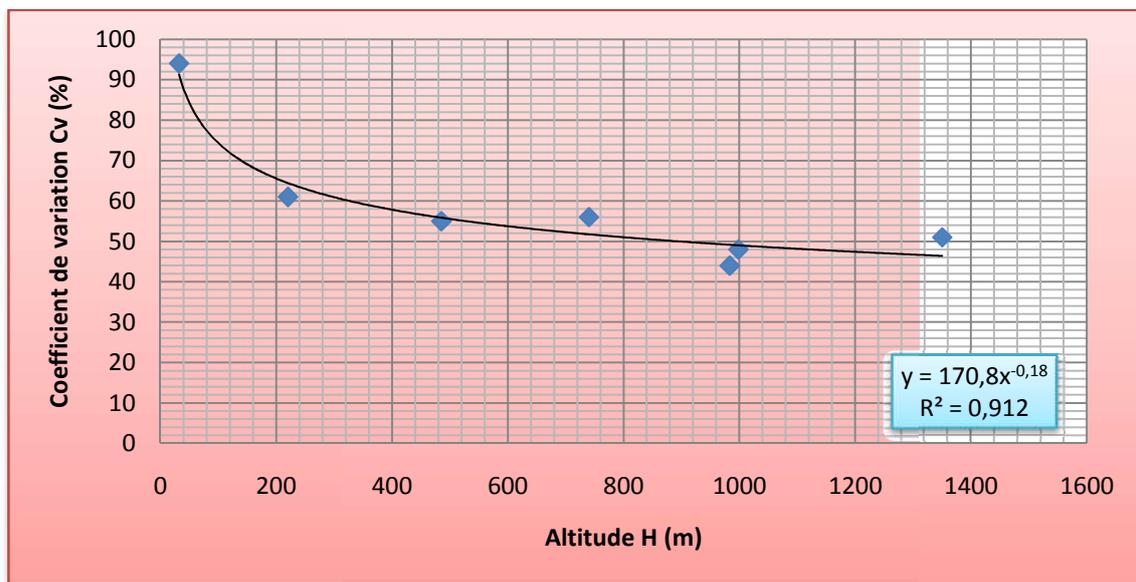


Figure 23 : La relation entre le coefficient de variation et l'altitude

L'expression mathématique de cette relation est exprimée par :

$$C_v = 170.8(H)^{-0.18}$$

C_v : le coefficient de variation en (%)

H : altitude en (m)

Chapitre IV: Étude de la Relation entre les Paramètres

IV.3.La relation entre les pluies annuelles P_{an} et pluies maximales journalières P_{max-j} :

La pluie maximale journalière est une donnée très important pour calculer les débits des cours d'eau. Malheureusement, elle n'est pas toujours disponible. Nous et pluie essayons ci-dessous de l'étudier en fonction de la pluie annuelle. La relation entre la pluie annuelle et la pluie maximale journalière figure (23), montre une bonne relation de corrélation $R = 0,574$.

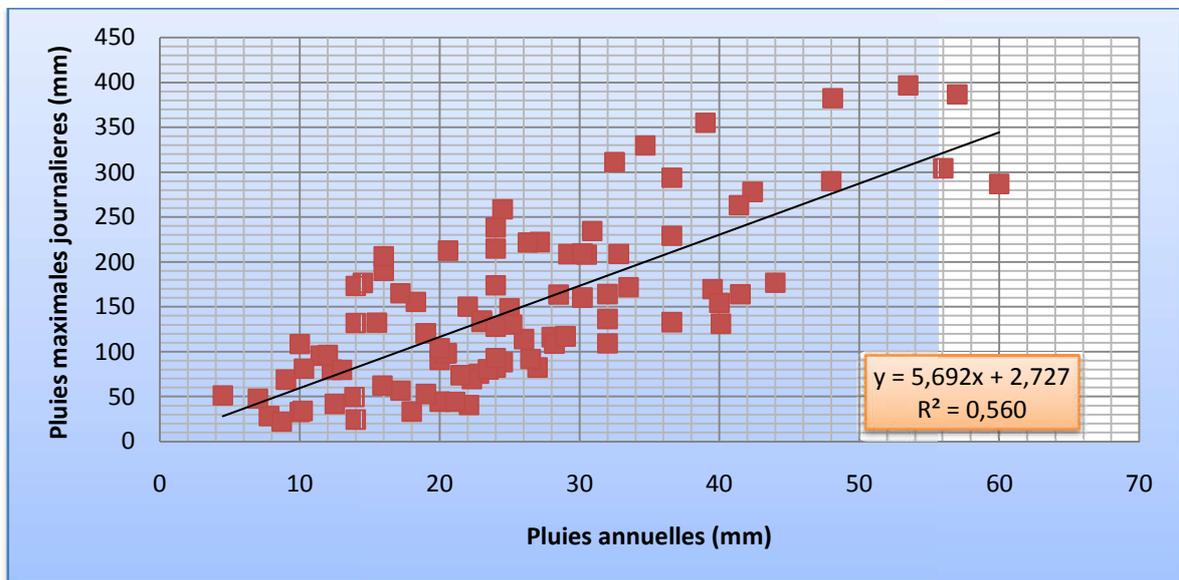


Figure 24 : La relation entre les pluies annuelles et les pluies maximales journalières

L'expression mathématique de cette relation est la suivante :

$$P_{max-j} = 5.70 P_{an} + 2.7$$

Conclusion Générale :

La région de Biskra à un climat désertique. Tout au long de l'année, la pluie y est techniquement inexistante avec une température annuelle moyenne de 22.82 °C. Sur l'année, la précipitation moyenne est de 129.5 mm, tel que l'humidité relative moyenne est de 44.16%. Les données des pluies mensuelles montrent une nette irrégularité. Dans la majorité des cas, le maximum mensuel est localisé en période de l'automne dont la pluie peut atteindre 33 mm (station de Menaâ). Le faible taux mensuel peut atteindre à 0 mm dans toutes les 11 stations.

L'étude de la relation entre les paramètres pluie annuelle, altitude et le coefficient de variation est très important. Si dans aménagement hydraulique (cas région de Biskra), il y a absence de la pluie moyenne annuelle, elle peut être déterminé par la relation établie plus haut : $P_{an} = 20.35(H)^{0.33}$.

En plus pour déterminer un débit de crue d'un cours d'eau de cette région, en absence de la pluie maximale journalière, il est possible de le déterminer en fonction de la pluie annuelle par la fonction établie plus haut : $P_{max-j} = 5.70 P_{an} + 2.7$.

Pour les études fréquentielles de la pluie annuelle, il possible également de calculer le coefficient de variation en fonction de l'altitude par la relation suivante : $C_v = 170.8(H)^{-0.18}$.

Une fois le coefficient de variation déterminé, il est possible de l'utilisé pour déterminer les pluies fréquentielles.

Annexes

Pluies moyennes annuelles station de Mena

Résultats de l'ajustement

Lognormale (3 param.) (Maximum de vraisemblance)

Nombre d'observations: 40

Paramètres

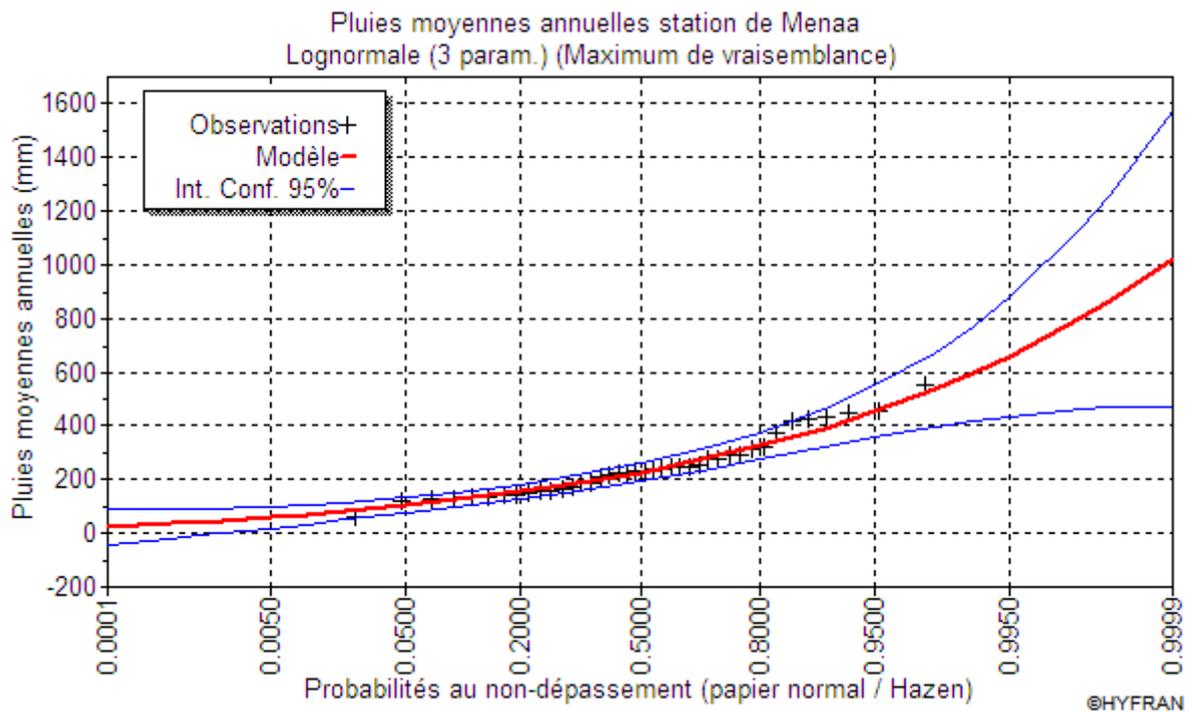
m -46.809526
 mu 5.615079
 sigma 0.365304

Quantiles

q = F(X) (probabilité au non-dépassement)

T = 1/(1-q)

T	q	XT	Ecart-type	Intervalle de confiance (95%)	
10000.0	0.9999	1020	280	473	1570
2000.0	0.9995	867	202	471	1260
1000.0	0.9990	802	172	465	1140
200.0	0.9950	657	112	437	877
100.0	0.9900	595	90.2	419	772
50.0	0.9800	535	70.5	396	673
20.0	0.9500	454	48.5	359	549
10.0	0.9000	392	35.1	323	461
5.0	0.8000	327	25.1	277	376
3.0	0.6667	274	20.0	235	314
2.0	0.5000	228	17.0	194	261
1.4286	0.3000	180	14.7	151	209
1.2500	0.2000	155	13.8	128	182
1.1111	0.1000	125	13.5	98.6	152
1.0526	0.0500	104	14.4	75.5	132
1.0204	0.0200	82.8	16.7	50.0	116
1.0101	0.0100	70.5	18.9	33.5	108
1.0050	0.0050	60.3	21.1	18.9	102
1.0010	0.0010	42.0	26.3	-9.63	93.6
1.0005	0.0005	35.7	28.4	-20.1	91.5
1.0001	0.0001	23.8	33.1	-41.0	88.5



Pluies moyennes annuelles station de T'kout

Résultats de l'ajustement

Lognormale (Maximum de vraisemblance)

Nombre d'observations: 39

Paramètres

mu 5.362946
sigma 0.546775

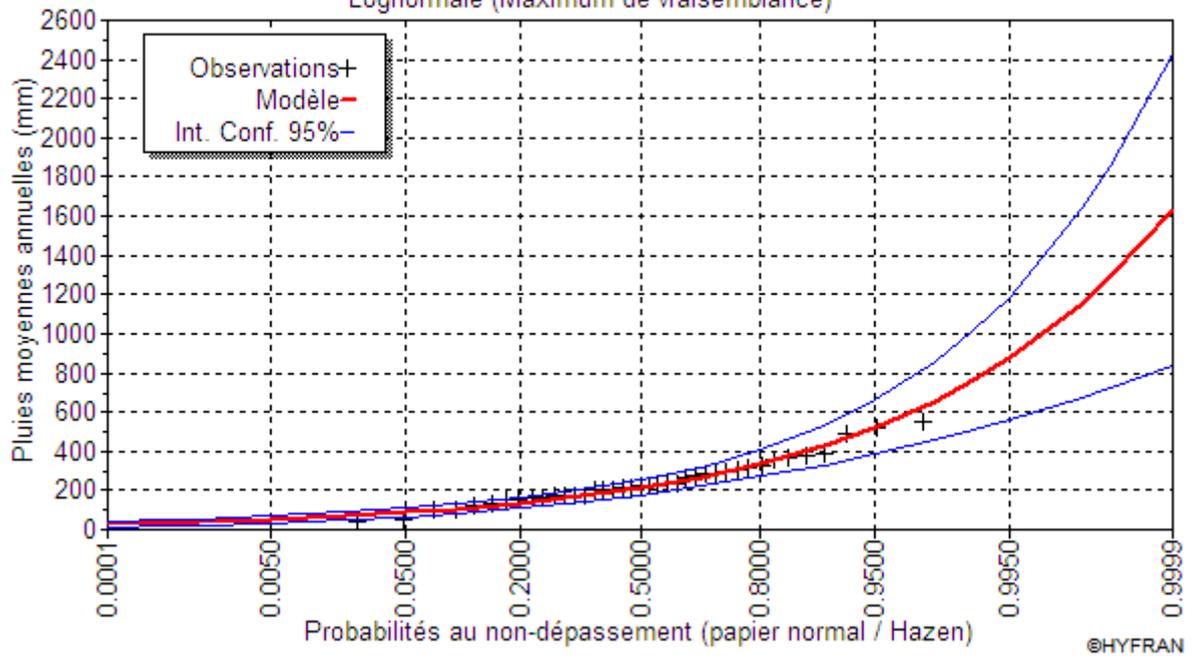
Quantiles

q = F(X) (probabilité au non-dépassement)

T = 1/(1-q)

T	q	XT	Ecart-type	Intervalle de confiance (95%)	
10000.0	0.9999	1630	406	834	2430
2000.0	0.9995	1290	289	723	1860
1000.0	0.9990	1160	246	674	1640
200.0	0.9950	873	160	558	1190
100.0	0.9900	761	130	507	1020
50.0	0.9800	656	102	456	856
20.0	0.9500	525	71.0	385	664
10.0	0.9000	430	51.1	330	530
5.0	0.8000	338	34.6	270	406
3.0	0.6667	270	24.7	221	318
2.0	0.5000	213	18.7	177	250
1.4286	0.3000	160	15.0	131	190
1.2500	0.2000	135	13.8	108	162
1.1111	0.1000	106	12.6	81.2	131
1.0526	0.0500	86.8	11.7	63.8	110
1.0204	0.0200	69.4	10.8	48.2	90.6
1.0101	0.0100	59.8	10.2	39.8	79.7
1.0050	0.0050	52.2	9.59	33.4	71.0
1.0010	0.0010	39.4	8.37	23.0	55.8
1.0005	0.0005	35.3	7.91	19.8	50.8
1.0001	0.0001	27.9	6.96	14.3	41.6

Pluies moyennes annuelles station de Tkout
Lognormale (Maximum de vraisemblance)



Pluies moyennes annuelles station de Tadjemout

Résultats de l'ajustement

Lognormale (Maximum de vraisemblance)

Nombre d'observations: 28

Paramètres

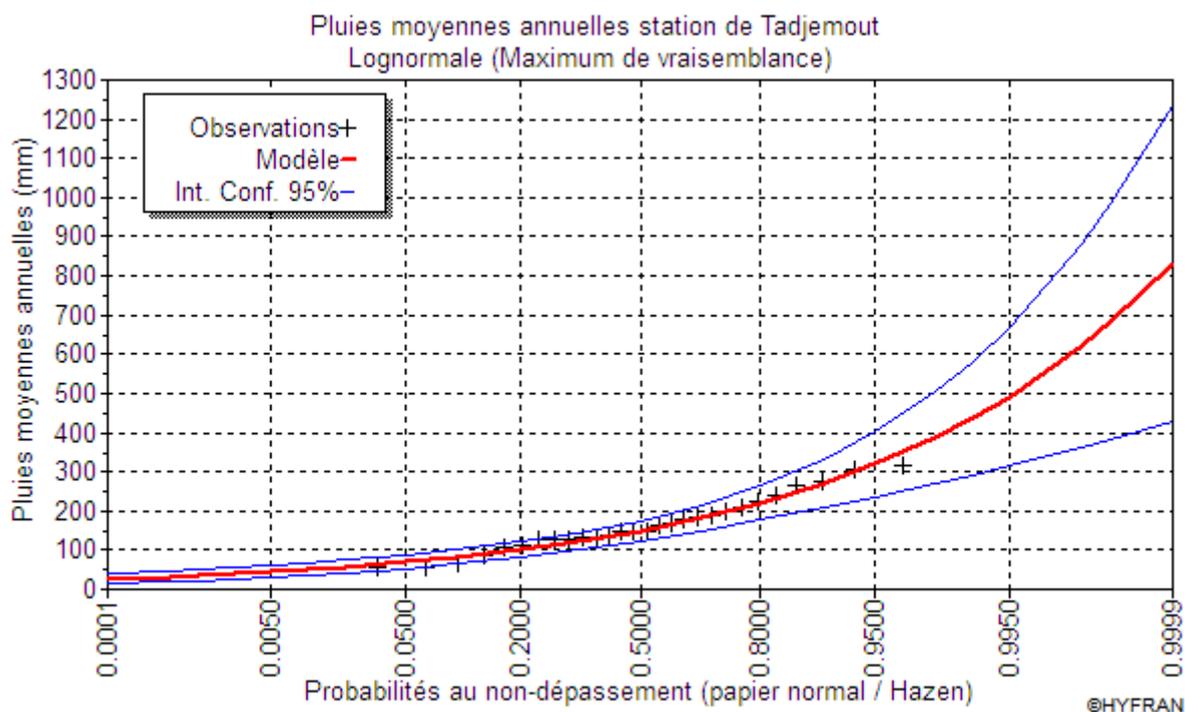
mu 5.011800
sigma 0.459990

Quantiles

q = F(X) (probabilité au non-dépassement)

T = 1/(1-q)

T	q	XT	Ecart-type	Intervalle de confiance (95%)	
10000.0	0.9999	831	206	426	1240
2000.0	0.9995	682	153	383	981
1000.0	0.9990	622	132	364	881
200.0	0.9950	491	90.0	315	668
100.0	0.9900	438	74.3	292	584
50.0	0.9800	386	60.0	269	504
20.0	0.9500	320	43.1	236	405
10.0	0.9000	271	32.0	208	334
5.0	0.8000	221	22.5	177	265
3.0	0.6667	183	16.7	150	216
2.0	0.5000	150	13.1	125	176
1.4286	0.3000	118	11.0	96.5	140
1.2500	0.2000	102	10.4	81.7	122
1.1111	0.1000	83.3	9.85	64.0	103
1.0526	0.0500	70.5	9.50	51.8	89.1
1.0204	0.0200	58.4	9.06	40.6	76.1
1.0101	0.0100	51.5	8.73	34.4	68.6
1.0050	0.0050	45.9	8.41	29.4	62.4
1.0010	0.0010	36.2	7.69	21.2	51.3
1.0005	0.0005	33.1	7.39	18.6	47.5
1.0001	0.0001	27.1	6.74	13.9	40.4



Pluies moyennes annuelles station de Djemourah

Résultats de l'ajustement

Lognormale (Maximum de vraisemblance)

Nombre d'observations: 39

Paramètres

mu 4.677704
sigma 0.731601

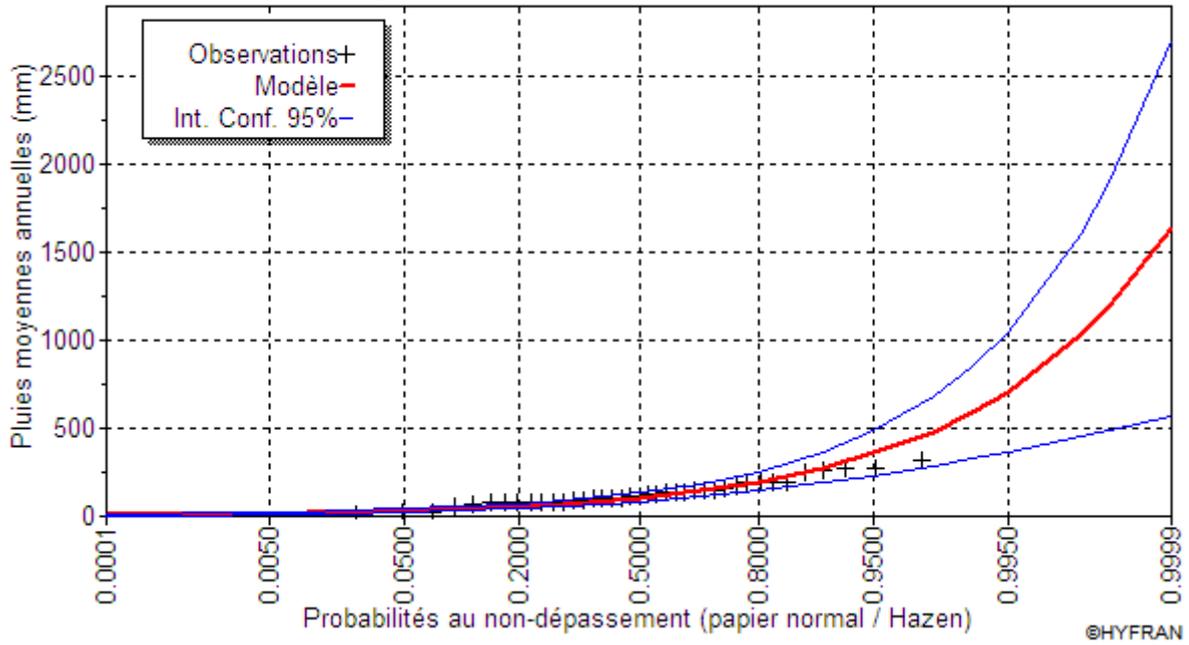
Quantiles

q = F(X) (probabilité au non-dépassement)

T = 1/(1-q)

T	q	XT	Ecart-type	Intervalle de confiance (95%)	
10000.0	0.9999	1630	545	566	2700
2000.0	0.9995	1190	358	492	1900
1000.0	0.9990	1030	294	456	1610
200.0	0.9950	708	174	367	1050
100.0	0.9900	590	134	327	853
50.0	0.9800	483	101	286	681
20.0	0.9500	358	64.9	231	485
10.0	0.9000	275	43.7	189	360
5.0	0.8000	199	27.2	146	252
3.0	0.6667	147	18.1	112	183
2.0	0.5000	108	12.6	82.8	132
1.4286	0.3000	73.3	9.17	55.3	91.3
1.2500	0.2000	58.1	7.95	42.5	73.7
1.1111	0.1000	42.1	6.70	29.0	55.2
1.0526	0.0500	32.3	5.84	20.8	43.7
1.0204	0.0200	23.9	4.99	14.1	33.7
1.0101	0.0100	19.6	4.46	10.8	28.3
1.0050	0.0050	16.3	4.02	8.46	24.2
1.0010	0.0010	11.2	3.19	4.96	17.5
1.0005	0.0005	9.68	2.90	3.99	15.4
1.0001	0.0001	7.08	2.36	2.45	11.7

Pluies moyennes annuelles station de Djemourah
Lognormale (Maximum de vraisemblance)



Pluies moyennes annuelles station de Foug-Kharza

Résultats de l'ajustement

Lognormale (Maximum de vraisemblance)

Nombre d'observations: 39

Paramètres

mu 4.399434
sigma 0.592686

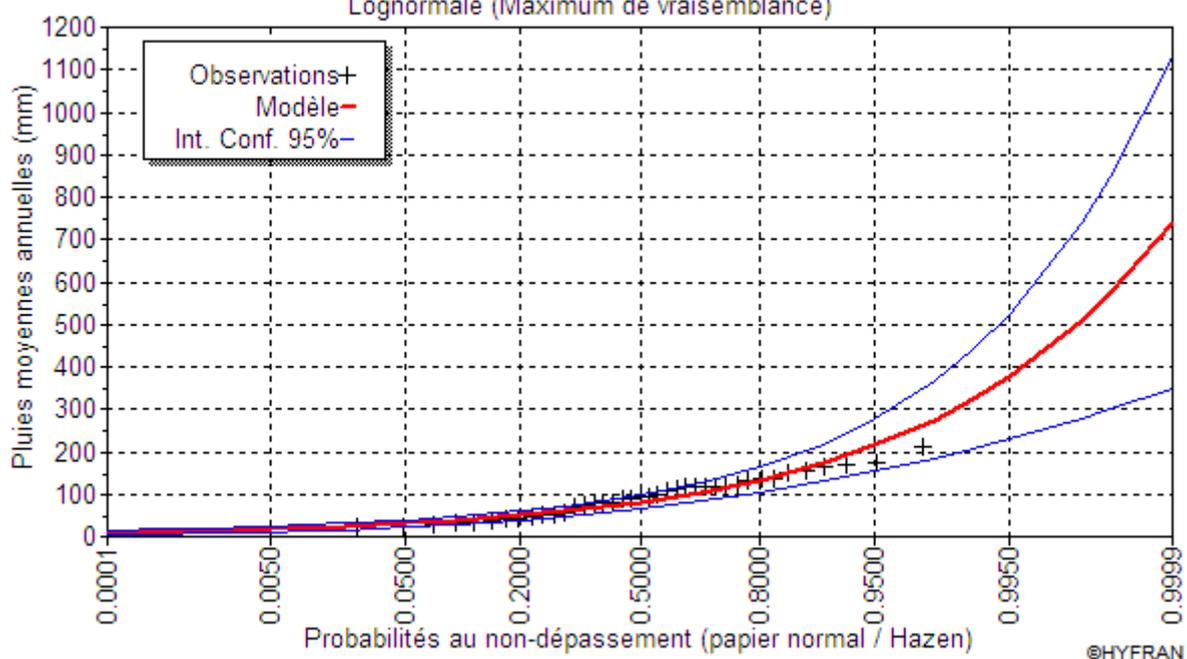
Quantiles

q = F(X) (probabilité au non-dépassement)

T = 1/(1-q)

T	q	XT	Ecart-type	Intervalle de confiance (95%)	
10000.0	0.9999	738	199	347	1130
2000.0	0.9995	572	139	300	845
1000.0	0.9990	508	117	279	738
200.0	0.9950	375	74.7	228	521
100.0	0.9900	323	59.6	206	440
50.0	0.9800	275	46.4	184	366
20.0	0.9500	216	31.7	154	278
10.0	0.9000	174	22.4	130	218
5.0	0.8000	134	14.9	105	163
3.0	0.6667	105	10.4	84.6	126
2.0	0.5000	81.4	7.73	66.3	96.6
1.4286	0.3000	59.7	6.05	47.8	71.5
1.2500	0.2000	49.4	5.48	38.7	60.2
1.1111	0.1000	38.1	4.91	28.5	47.7
1.0526	0.0500	30.7	4.50	21.9	39.5
1.0204	0.0200	24.1	4.07	16.1	32.1
1.0101	0.0100	20.5	3.78	13.1	27.9
1.0050	0.0050	17.7	3.52	10.8	24.6
1.0010	0.0010	13.0	3.01	7.14	18.9
1.0005	0.0005	11.6	2.81	6.06	17.1
1.0001	0.0001	8.98	2.43	4.23	13.7

Pluies moyennes annuelles station de Foum-Kharza
Lognormale (Maximum de vraisemblance)



Pluies moyennes annuelles station de l'Outaya

Résultats de l'ajustement

Lognormale (Maximum de vraisemblance)

Nombre d'observations: 22

Paramètres

mu 4.217039
sigma 0.854118

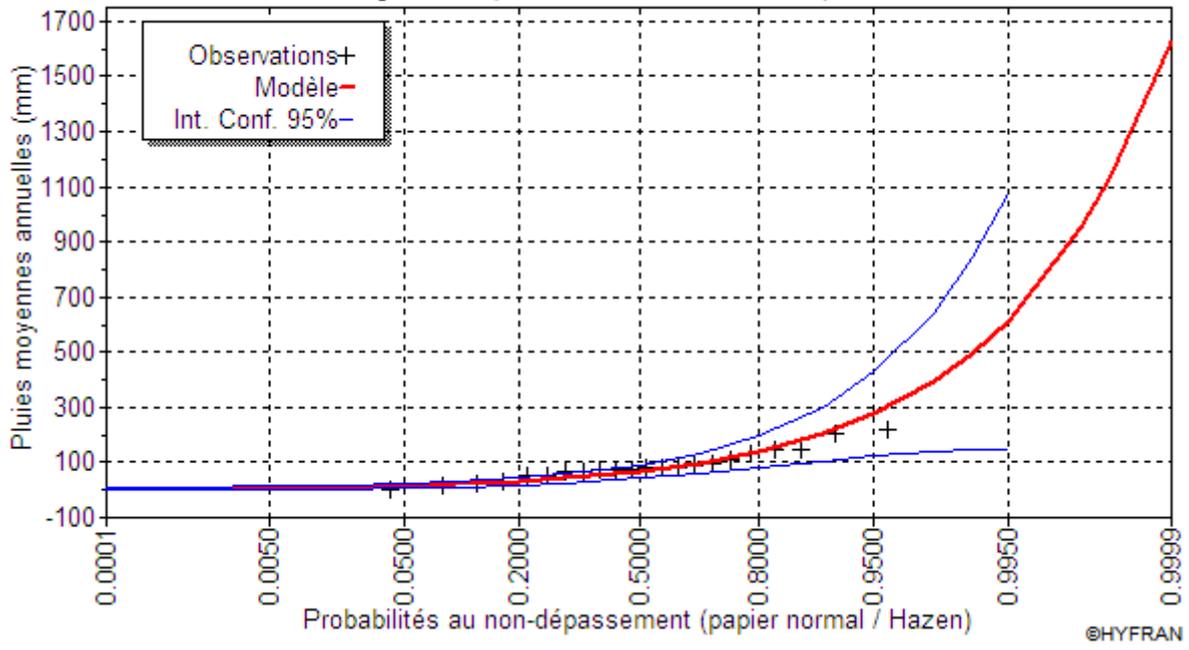
Quantiles

q = F(X) (probabilité au non-dépassement)

T = 1/(1-q)

T	q	XT	Ecart-type	Intervalle de confiance (95%)	
10000.0	0.9999	1630	850	N/D	N/D
2000.0	0.9995	1130	530	N/D	N/D
1000.0	0.9990	950	424	N/D	N/D
200.0	0.9950	612	236	150	1080
100.0	0.9900	495	177	149	841
50.0	0.9800	392	128	141	643
20.0	0.9500	277	78.3	123	430
10.0	0.9000	203	50.4	104	301
5.0	0.8000	139	29.7	81.0	197
3.0	0.6667	98.0	18.7	61.3	135
2.0	0.5000	67.8	12.4	43.6	92.0
1.4286	0.3000	43.4	8.44	26.8	59.9
1.2500	0.2000	33.1	7.05	19.2	46.9
1.1111	0.1000	22.7	5.64	11.6	33.8
1.0526	0.0500	16.6	4.71	7.40	25.9
1.0204	0.0200	11.7	3.83	4.23	19.2
1.0101	0.0100	9.30	3.32	2.80	15.8
1.0050	0.0050	7.51	2.89	1.84	13.2
1.0010	0.0010	4.84	2.16	0.607	9.08
1.0005	0.0005	4.08	1.92	0.318	7.84
1.0001	0.0001	2.83	1.48	-0.0710	5.73

Pluies moyennes annuelles station de l'Outaya
Lognormale (Maximum de vraisemblance)



©HYFRAN

Pluies moyennes annuelles station de Bouzina

Résultats de l'ajustement

Lognormale (Maximum de vraisemblance)

Nombre d'observations: 34

Paramètres

mu 5.484306
sigma 0.442875

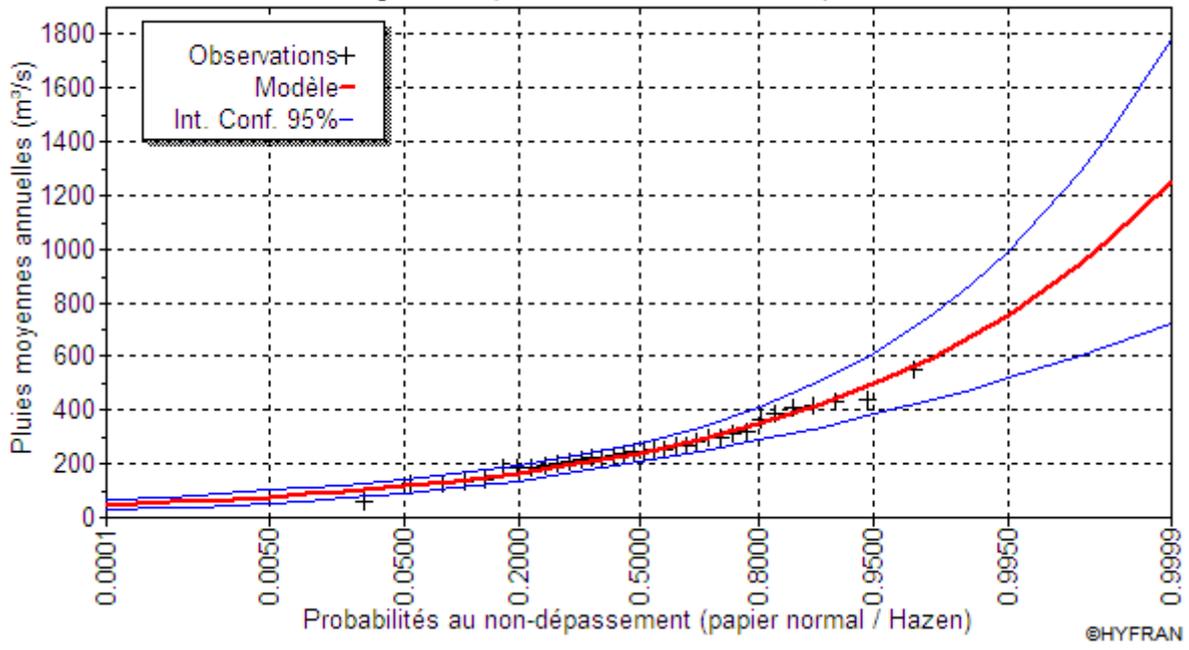
Quantiles

q = F(X) (probabilité au non-dépassement)

T = 1/(1-q)

T	q	XT	Ecart-type	Intervalle de confiance (95%)	
10000.0	0.9999	1250	271	720	1780
2000.0	0.9995	1030	202	639	1430
1000.0	0.9990	947	175	604	1290
200.0	0.9950	754	120	518	990
100.0	0.9900	675	99.8	479	871
50.0	0.9800	598	81.0	440	757
20.0	0.9500	499	58.7	384	614
10.0	0.9000	425	43.9	339	511
5.0	0.8000	350	31.0	289	410
3.0	0.6667	291	23.2	246	337
2.0	0.5000	241	18.3	205	277
1.4286	0.3000	191	15.5	161	221
1.2500	0.2000	166	14.7	137	195
1.1111	0.1000	137	14.1	109	164
1.0526	0.0500	116	13.7	89.5	143
1.0204	0.0200	97.0	13.1	71.3	123
1.0101	0.0100	86.0	12.7	61.0	111
1.0050	0.0050	77.0	12.3	52.9	101
1.0010	0.0010	61.3	11.3	39.1	83.5
1.0005	0.0005	56.1	10.9	34.7	77.5
1.0001	0.0001	46.4	10.0	26.7	66.1

Pluies moyennes annuelles station de Bouzina
Lognormale (Maximum de vraisemblance)



©HYFRAN

Pluies moyennes annuelles station de Tifelfel

Résultats de l'ajustement

Lognormale (Maximum de vraisemblance)

Nombre d'observations: 37

Paramètres

mu 4.702456
sigma 0.596013

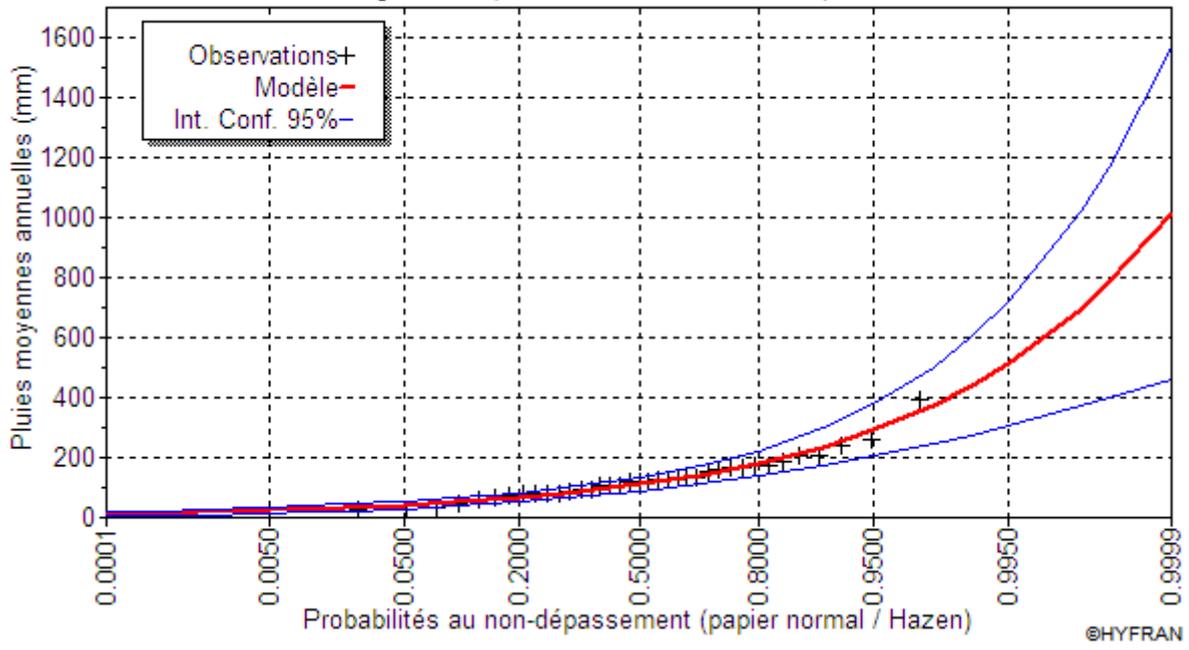
Quantiles

q = F(X) (probabilité au non-dépassement)

T = 1/(1-q)

T	q	XT	Ecart-type	Intervalle de confiance (95%)	
10000.0	0.9999	1010	282	458	1560
2000.0	0.9995	784	197	398	1170
1000.0	0.9990	695	166	371	1020
200.0	0.9950	512	105	305	718
100.0	0.9900	441	84.1	276	606
50.0	0.9800	375	65.4	247	503
20.0	0.9500	294	44.5	207	381
10.0	0.9000	237	31.5	175	298
5.0	0.8000	182	20.8	141	223
3.0	0.6667	142	14.6	114	171
2.0	0.5000	110	10.8	89.0	131
1.4286	0.3000	80.7	8.44	64.1	97.2
1.2500	0.2000	66.7	7.64	51.8	81.7
1.1111	0.1000	51.3	6.83	37.9	64.7
1.0526	0.0500	41.3	6.26	29.1	53.6
1.0204	0.0200	32.4	5.65	21.3	43.5
1.0101	0.0100	27.5	5.25	17.3	37.8
1.0050	0.0050	23.7	4.88	14.2	33.3
1.0010	0.0010	17.5	4.16	9.31	25.6
1.0005	0.0005	15.5	3.89	7.87	23.1
1.0001	0.0001	12.0	3.35	5.44	18.6

Pluies moyennes annuelles station de Tifelfel
Lognormale (Maximum de vraisemblance)



Pluies moyennes annuelles station de Sidi-Khaled

Résultats de l'ajustement

Lognormale (Maximum de vraisemblance)

Nombre d'observations: 31

Paramètres

mu 4.523287
sigma 0.690116

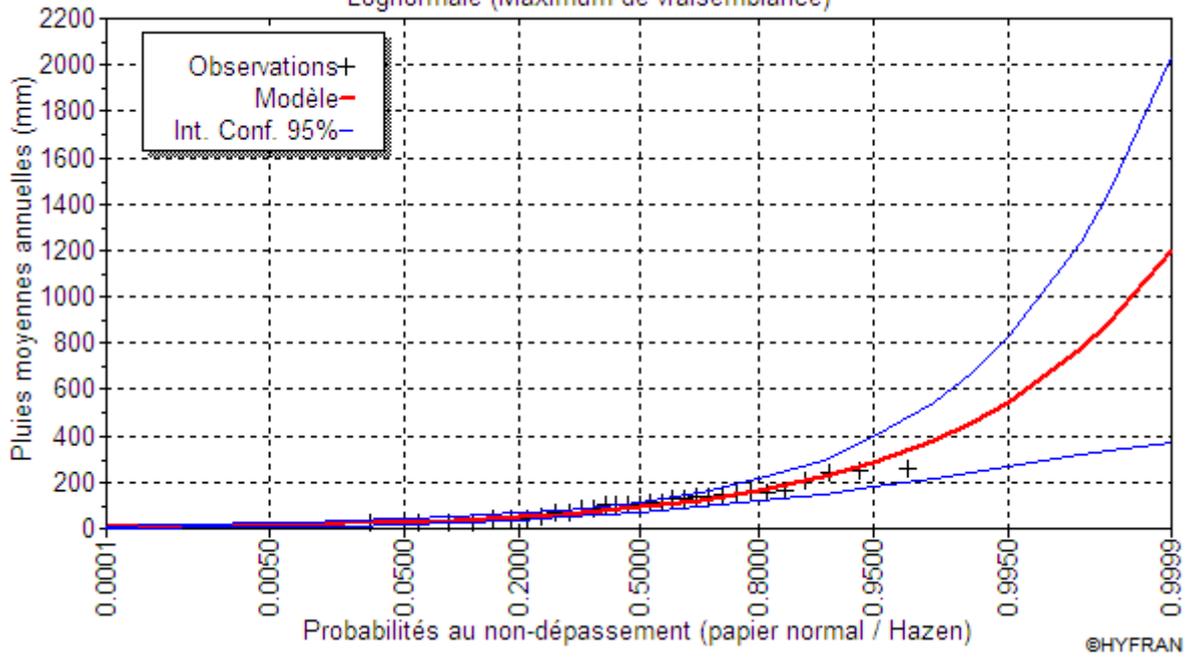
Quantiles

q = F(X) (probabilité au non-dépassement)

T = 1/(1-q)

T	q	XT	Ecart-type	Intervalle de confiance (95%)	
10000.0	0.9999	1200	424	368	2030
2000.0	0.9995	893	284	336	1450
1000.0	0.9990	778	235	317	1240
200.0	0.9950	545	142	266	824
100.0	0.9900	459	111	242	676
50.0	0.9800	380	84.1	215	545
20.0	0.9500	287	55.0	179	395
10.0	0.9000	223	37.6	149	297
5.0	0.8000	165	23.9	118	211
3.0	0.6667	124	16.1	92.5	156
2.0	0.5000	92.1	11.4	69.7	115
1.4286	0.3000	64.2	8.50	47.5	80.8
1.2500	0.2000	51.6	7.47	36.9	66.2
1.1111	0.1000	38.0	6.41	25.5	50.6
1.0526	0.0500	29.6	5.68	18.5	40.7
1.0204	0.0200	22.3	4.93	12.7	32.0
1.0101	0.0100	18.5	4.47	9.74	27.3
1.0050	0.0050	15.6	4.06	7.61	23.5
1.0010	0.0010	10.9	3.30	4.46	17.4
1.0005	0.0005	9.51	3.03	3.58	15.4
1.0001	0.0001	7.08	2.50	2.17	12.0

Pluies moyennes annuelles station de Sidi-Khaled
Lognormale (Maximum de vraisemblance)



©HYFRAN

Pluies moyennes annuelles station de M'ziraa

Résultats de l'ajustement

Lognormale (Maximum de vraisemblance)

Nombre d'observations: 16

Paramètres

mu 3.810871
sigma 0.919515

Quantiles

q = F(X) (probabilité au non-dépassement)

T = 1/(1-q)

T	q	XT	Ecart-type	Intervalle de confiance (95%)	
10000.0	0.9999	1380	919	N/D	N/D
2000.0	0.9995	931	557	N/D	N/D
1000.0	0.9990	775	440	N/D	N/D
200.0	0.9950	483	237	N/D	N/D
100.0	0.9900	384	174	N/D	N/D
50.0	0.9800	299	124	N/D	N/D
20.0	0.9500	205	73.7	60.6	350
10.0	0.9000	147	46.2	56.2	238
5.0	0.8000	98.0	26.4	46.1	150
3.0	0.6667	67.1	16.2	35.4	98.8
2.0	0.5000	45.2	10.4	24.8	65.6
1.4286	0.3000	27.9	6.87	14.4	41.4
1.2500	0.2000	20.8	5.62	9.82	31.9
1.1111	0.1000	13.9	4.38	5.32	22.5
1.0526	0.0500	9.95	3.58	2.94	17.0
1.0204	0.0200	6.83	2.83	1.28	12.4
1.0101	0.0100	5.32	2.41	0.593	10.0
1.0050	0.0050	4.23	2.07	0.168	8.29
1.0010	0.0010	2.64	1.50	-0.296	5.57
1.0005	0.0005	2.19	1.31	-0.379	4.76
1.0001	0.0001	1.48	0.984	-0.450	3.41

Pluies moyennes annuelles station de M'ziraa
Lognormale (Maximum de vraisemblance)

