



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la recherche Scientifique  
جيلالي بونعام خميس مليانة  
Université Djillali BOUNAAMA de Khemis Miliana  
كليوم الطبيعية و الحياتية  
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre  
قسم علوم الأرض  
Département des Sciences de la Terre

Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du Diplôme de Master

**En Sciences de la Terre et l'Univers**  
Filière : sciences de la terre  
Option : hydrogéologie

### Thème

**Comportement statistique des précipitations annuelles et mensuelles : cas des stations de Miliana et Khemis Miliana**

Présenté par : Zitoun Djamila  
: Zougari Mohamed

Devant le jury :

Ben Saada Mohamed.	M A A	Président	UKM
Sadeuk Ben Abbes AEK	M A A	Encadreur/rapporteur	UKM
Boucefiane AEK	M A A	Examineur	UKM

Année Universitaire : 2014 /2015

# *Dédicaces*

Je dédie ce modeste travail à :

- Mes très chers parents qui m'ont encouragé pour réussir.
- Mes grandes mères, à mon grand père
- Mes très chers frères, et soeures.
- Mes oncles et ma tante.
- Et tout la famille, et tout mes amies.

*Djamila Litoun*

# *Remerciements*

*Nous remercions dieu tout puissant d'avoir donné toute la patience et le courage pour accomplir ce travail.*

*Nous remercions tous les enseignants qui nous encadrent toute le long de nos études à l'université de Khemis Miliana.*

*Nous remercions notre promoteur monsieur Sadeuk Ben Abbes AEK qui bien voulu diriger ce travail au long de son élaboration.*

*Nos vifs remerciements à monsieur Ben Saada Mohamed qui à bien voulu présider le jury.*

*Nous tien aussi a remercier chaleureusement monsieur Boucefiane AEK, d'avoir accepter de faire du jury.*

*Nous remercions au personnel de l'ANRH de Khemis Miliana et l'ONM de Miliana pour nous avoir fournie les données nécessaire à la réalisation de notre mémoire.*

*Enfin tous nos remerciements à nos familles.*

## RESUME

Cette étude a pour but de donner aux utilisateurs des données pluviométriques une méthode plus adéquate qui permet de suivre le comportement statistique et le régime pluviométrique des deux stations situées dans la même région mais à différentes altitudes, et d'après cette étude nous avons constaté que la loi normale s'ajuste mieux aux données de la station de Khemis Miliana, par contre à la station de Miliana c'est la loi log normale qui s'ajuste la mieux confirmée par le test de (ki2) avec une valeur de 14.94.

**Mots clés :** Ajustement, Adéquation, Précipitation, Khemis Miliana, Miliana

## ABSTRACT

This study is intended to give users a more adequate rainfall data method to follow the statistical behavior and the rainfall of the two stations in the same area but different altitudes, and from this study we found that the normal distribution fits better given to the Khemis Miliana station, for against the station Miliana is the log normal law that fits best confirmed by the test (ki2) with a value of 14.94.

**Keywords:** adjustment, Adequacy, Precipitation, Khemis Miliana ,Miliana

### الملخص:

الهدف من هذه الدراسة هو إعطاء المستخدمين طريقة بيانات هطول الأمطار أكثر ملائمة لمتابعة السلوك الإحصائي وهطول الأمطار من محطتين في نفس المنطقة ولكن مختلفتين في الارتفاع. ومن هذه الدراسة نثبت أن النموذج العادي يناسب بشكل أفضل محطة خميس مليانة، وبالنسبة لمحطة مليانة فإن النموذج اللوغارتمي (log normale) هو النموذج الذي أثبتته إختبار (ki2) بقيمة 14.94.

### مفتاح الكلمات :

التسوية ، المناسب، الأمطار، خميس مليانة ، مليانة



# Table des matières

Listes des tableaux	
Listes des figures	
Liste des notation et abréviation	
Résumé	
Introduction générale.....	1
Chapitre1:Présentation de la zone d'étude	
1.1.Situation géographique.....	2
1.1.1.Localisation.....	2
1.2.Topographie et relief.....	2
1.3.Situation climatique.....	3
1.3.1.Climat.....	3
1.4. Localisation.....	3
1.5. Topographie et relief .....	3
1.6. Situation climatique.....	3
1.7. Réseau hydrographique.....	3
1.8. Géomorphologie du bassin versant.....	4
1.9. Caractéristique morphométrie.....	4
1.9.1. La surface.....	4
1.9.2. Le périmètre.....	4
1.10. Paramètre de forme.....	5
1.10.1.indice de compacité de Gravelius (Kc).....	5
1.10.2.Rectangle équivalent.....	5
1.11. Caractéristiques de relief.....	6
1.11.1. La courbe hypsométrique.....	6
1.11.2. L'altitude moyenne.....	7
1.11.3. L'indice de pente.....	8
1.11.4. Dénivelée spécifique (Ds).....	8
1.13.Conclusion.....	9

## Chapitre 2: Etude pluviométrique

2.1. Introduction.....	10
2.2. Généralité.....	10
2.3. Mécanismes de formation des précipitations.....	10
2.4.Types des précipitations.....	11
2.4.1. Les précipitations convectives.....	11
2.4.2. Les Précipitations orographiques.....	12
2.4.3. Les Précipitations cycloniques.....	13
2.5. Régime des précipitations.....	15
2.6. Mesures des précipitations.....	17
2.6.1. Le pluviomètre.....	17
2.6.2. Le Pluviographe.....	18
2.7. Etude des précipitations.....	18
2.7.1.Précipitations moyennes mensuelles de Khemis Miliana.....	18
2.7.2. Précipitations moyennes annuelles de Khemis Miliana.....	19
2.7.3. Précipitations moyennes mensuelles de Miliana.....	20
2.7.4. Précipitations moyennes annuelles de Miliana.....	21
2.8.Conclusion.....	22
Chapitre 3 : Ajustement des précipitation de K.Miliana et Miliana	
3.1.Introduction.....	23
3.2. Présentation des lois d'ajustement.....	23
3.3. Méthode d'ajustement.....	23
3.4. Procède d'ajustement.....	24
3.4.1. Présentation du logiciel « HYFRAN ».....	24
3.4.2. Définition de période de retour .....	24
3.5. Méthodologie de travail.....	25
3.6. Ajustement des précipitations moy annuelles de la station K.Miliana.....	25
3.6.1. Ajustement des la série pluviométrique à la loi de Gumbel.....	25
3.6.1.1. Méthode de moment.....	26
3.6.1.2. Méthode Maximum de Vraisemblance .....	26
3.6.2. Ajustement de la série pluviométrique à la Loi Normale.....	30
3.6.3. Ajustement de la série pluviométrique à la Loi Log Normale.....	32
3.6.4. Ajustement de la série pluviométrique à la Exponentielle.....	34

3.6.5. Comparaison les lois d'Ajustements pour la station K.Miliana.....	35
3.6.6. Analyse et interprétation.....	36
3.7. Ajustement des précipitations moy annuelles de la station Miliana.....	36
3.7.1. Ajustement de la série pluviométrique à la loi de Gumbel.....	36
3.7.1.1. Méthode de moment.....	36
3.7.1.2. Méthode Maximum de vraisemblance .....	38
3.7.2. Ajustement de la série pluviométrique à la Loi Normale.....	41
3.7.3. Ajustement de la série pluviométrique à la Loi Log Normale.....	42
3.7.4. Ajustement de la série pluviométrique à la loi Exponentielle.....	43
3.7.5. Comparaison les lois d'Ajustements pour la station Miliana.....	45
3.7.6. Analyse et interprétation.....	46
3.8. Ajustement des précipitations moy mensuelles station de K. Miliana.....	47
3.8.1. Méthodologie de travail.....	47
3.8.2. Ajustement de la série pluviométrique à la loi de Gumbel mois sep.....	47
3.8.2.1. Méthode de moment.....	47
3.8.2.2. Méthode Maximum de vraisemblance.....	49
3.8.3. Ajustement de la série pluviométrique à la Loi Normale.....	51
3.8.4. Ajustement de la série pluviométrique à la Loi Log Normale.....	53
3.8.5. Ajustement de la série pluviométrique à la Exponentielle.....	54
3.8.6. Comparaison les lois d'Ajustements pour la station Miliana.....	56
3.8.7. Analyse et interprétation.....	57
3.9. Ajustement des précipitations moy mensuelles station de Miliana.....	57
3.9.1. Ajustement de la série pluviométrique à la loi de Gumbel mois sep.....	57
3.9.1.1. Méthode de moment.....	57
3.9.1.2. Méthode de Maximum de vraisemblance.....	59
3.9.2. Ajustement de la série pluviométrique à la Loi Normale.....	61
3.9.3. Ajustement de la série pluviométrique à la Loi Log Normale.....	63
3.9.4. Ajustement de la série pluviométrique à la Exponentielle.....	64
3.9.5. Comparaison les lois d'Ajustements pour la station Miliana.....	66
3.9.6. Analyse et interprétation.....	67
3.9.7. Conclusion.....	67
Conclusion générale.....	69

## Liste des tableaux

Chapitre 1 : Présentation de la zone d'étude	
Tableau 1.1. Répartition hypsométrique du bassin versant .....	6
Chapitre2 : Eude pluviométrique	
Tableau 2.1. Régimes pluviométriques du monde .....	16
Tableau 2.2. Précipitations moyennes mensuelles de K.Miliana (1980-2013).....	18
Tableau 2.3. Précipitations moyennes annuelles de K.Miliana (1980-2013).....	19
Tableau 2.4. Précipitations moyennes mensuelles de Miliana (1980-2013).....	20
Tableau 2.5. Précipitations moyennes annuelles de Miliana (1980-2013).....	21
Chapitre3 : Ajustement des précipitations de K Miliana et Miliana	
Tableau 3.1. Caractéristiques des stations .....	25
Tableau 3.2. Caractéristiques de l'échantillon .....	26
Tableau 3.2. Résultats d'ajustement a la loi de Gumbel (M.M).....	27
Tableau 3.3. Caractéristiques de l'échantillon .....	28
Tableau 3.4. Résultats d'ajustement a la loi de Gumbel.....	28
Tableau 3.5. Résultats d'ajustement a la loi de Normale (M.V).....	30
Tableau 3.6. Résultats d'ajustement a la loi de Normale (M.V).....	31
Tableau 3.7. Résultats d'ajustement a la loi log Normale (M.V).....	32
Tableau 3.8. Résultats d'ajustement a la loi log normale.....	33
Tableau 3.9. Résultats d'ajustement a la loi Exponentielle (M.V).....	34
Tableau 3.10. Résultats d'ajustement a la loi Exponentielle (M.V).....	34
Tableau 3.11. Critère de comparaison des lois (toutes égales).....	36
Tableau 3.12. Caractéristiques de l'échantillon .....	37
Tableau 3.13. Résultats d'ajustement a la loi de Gumbel(M.M).....	37
Tableau 3.14. Caractéristiques de l'échantillon .....	38
Tableau 3.15. Résultats d'ajustement a la loi de Gumbel(M.M).....	39
Tableau 3.16. Résultats d'ajustement a la loi de Normale(M.V).....	41
Tableau 3.17. Résultats d'ajustement a la loi de Normale(M.V).....	41
Tableau 3.18. Résultats d'ajustement a la loi log Normale (M.V).....	42
Tableau 3.19. Résultats d'ajustement a la loi log normale.....	43
Tableau 3.20. Résultats d'ajustement a la loi Exponentielle (M.V).....	44
Tableau 3.21. Résultats d'ajustement a la loi Exponentielle (M.V).....	44
Tableau 3.22. Critère de comparaison des lois (toutes égales).....	46

Tableau 3.23. Caractéristiques des l'échantillons.....	47
Tableau 3.24. Résultats d'ajustement a la loi de Gumbel(M.M).....	47
Tableau 3.25. Caractéristiques de l'échantillon.....	48
Tableau 3.26. Résultats d'ajustement a la loi de Gumbel (M.V).....	49
Tableau 3.27. Caractéristiques de l'échantillon .....	51
Tableau 3.28. Résultats d'ajustement a la loi de Normale (M.V).....	51
Tableau 3.29. Caractéristiques de l'échantillon.....	53
Tableau 3.30. Résultats d'ajustement a la loi log normale (M.V).....	53
Tableau 3.31. Caractéristiques de l'échantillon.....	54
Tableau 3.32. Résultats d'ajustement a la loi Exponentielle (M.V).....	55
Tableau 3.33. Critère de comparaison des lois (toutes égales).....	56
Tableau 3.34. Caractéristiques de l'échantillon.....	57
Tableau 3.35. Résultats d'ajustement a la loi de Gumbel (M.V).....	58
Tableau 3.36. Caractéristiques de l'échantillon.....	59
Tableau 3.37. Résultats d'ajustement a la loi de Gumbel (M.V).....	59
Tableau 3.38. Caractéristiques de l'échantillon.....	61
Tableau 3.39. Résultats d'ajustement a la loi de Normale (M.V).....	61
Tableau 3.40. Caractéristiques de l'échantillon.....	63
Tableau 3.43. Résultats d'ajustement a la loi Exponentielle (M.V).....	65
Tableau 3.44. Critère de comparaison des lois (toutes égales).....	66

## Liste des figures

### Chapitre 1 : Présentation de la zone d'étude

Figure 1.1. Situation géographique de la zone d'étude.....	2
Figure 1.2. Carte du réseau hydrographique de la nappe alluviale du Haut Cheliff.....	4
Figure 1.3. La courbe hypsométrique .....	7

### Chapitre 2 : Etude pluviométrique

Figure 2.1. Les précipitations convectives .....	12
Figure 2.2. Précipitations orographiques .....	12
Figure 2.3. Front chaud et froid.....	13
Figure 2.4. Nuage et précipitation associés à un front chaud et froid .....	14
Figure 2.5. Pluviomètre de Hellman.....	17
Figure 2.5. Pluviographe, augets basculeurs et système d'enregistrement MADD.....	18
Figure 2.6. Histogramme des Précipitations moyennes mensuelles.....	19
Figure 2.7. Histogramme des Précipitations moyennes annuelles.....	20
Figure 2.8. Histogramme des Précipitations moyennes mensuelles.....	21
Figure 2.9. Histogramme des Précipitations moyennes annuelle.....	22

### Chapitre 3 : Ajustements des précipitations station K.Miliana et Miliana

Figure 3.1. Ajustement des précipitations annuelles loi de Gumbel (M.M).....	27
Figure 3.2. Ajustement des Précipitations annuelles loi de Gumbel (M.V).....	29
Figure 3.3. Comparaison des méthodes.....	29
Figure 3.4. Ajustement des Précipitations annuelles loi normale.....	31
Figure 3.5. Ajustement des Précipitations annuelles loi log normale.....	33
Figure 3.6. Ajustement des Précipitation annuelles loi Exponentielle.....	35
Figure 3.7. Comparaison des Ajustement des lois statistiques.....	35
Figure 3.8. Ajustement des pluies annuelles loi de Gumbel (M.M).....	38
Figure 3.9. Ajustement des Précipitations annuelles .....	39
Figure 3.10. Comparaison des méthodes .....	40
Figure 3.11. Ajustement des Précipitations annuelles loi normale.....	42
Figure 3.12. Ajustement des Précipitations annuelles loi log normale .....	43
Figure 3.13. Ajustement des Précipitations annuelles loi Exponentielle.....	45
Figure 3.14. Comparaison des Ajustement des lois statistiques.....	45

Figure 3.15. Ajustement des Précipitations mensuelles loi de Gumbel (M .M).....	48
Figure 3.16. Ajustement des Précipitations mensuelles loi de Gumbel (M.V) .....	49
Figure 3.17. Comparaison des méthodes.....	50
Figure 3.18. Ajustement de la Précipitations mensuelle loi normale.....	52
Figure 3.19. Ajustement des Précipitations mensuelles loi log normale.....	54
Figure 3.20. Ajustement des Précipitations mensuelles loi Exponentielle.....	55
Figure 3.21. Comparaison des Ajustement des lois statistiques.....	56
Figure 3.22. Ajustement des Précipitations mensuelles loi de Gumbel (M.M).....	57
Figure 3.23. Ajustement des Précipitations mensuelles loi de Gumbel (M.V).....	60
Figure 3.24. Comparaison des méthodes .....	60
Figure 3.25. Ajustement de la Précipitations mensuelles loi normale.....	62
Figure 3.26. Ajustement des Précipitations mensuelles loi log normale.....	64
Figure 3.27. Ajustement des Précipitations mensuelles loi Exponentielle.....	65
Figure 3.28. Comparaison des Ajustement des lois statistiques.....	66

## *NOTATIONS ET ABREVIATIONS*

### **1) Notations**

Kc : indice de compacité de Gravelius

P : périmètre

S : surface

L : longueur

l : largeur

Ig : indice de pente globale

Km: kilomètre

m : mètre

mm : millimètre

CV : coefficient de variation

Cs : coefficient d'asymétrie

Ck : coefficient d'aplatissement

U : Écart type

XT : quantité du seuil de signification

T : période de retour

Ts : intervalle de temps

N : taille de l'échantillon

u : Paramètre de la loi de Gumbel

r : Paramètre d'échelle de la loi de Gumbel

† : Paramètre d'échelle de la loi de normale

mu : Paramètre de la loi normale

X<sup>2</sup> : khi deux

### **2) Abréviations**

ANRH : Agence National des ressources hydraulique

ONM : organisation mondiale de la météo



## **Introduction générale :**

L'eau constitue l'un des éléments essentiels de la vie, son intérêt a incité de nombreux scientifiques à faire des recherches approfondies afin de mieux contrôler et modéliser son cycle. Cette étude basée sur les données de précipitations moyennes annuelles et mensuelles fournies par l'agence nationale de ressource hydraulique de Khemis Miliana (ANRH) et l'office national de météorologie de Miliana (ONM), relative à une période allant de 1980-2013.

L'objectif de cette étude est de fournir aux agents utilisateurs des ressources en eau un outil permettant de contrôler les variations des précipitations au niveau du bassin versant du haut chelif. On teste quelques lois d'ajustement, à fin de les classer par ordre d'adéquation entre deux stations pluviométriques dont une différence d'altitude, il s'agit de la station de Khemis Miliana (300 m) et celle de Miliana (721 m).

Pour atteindre cet objectif nous avons subdivisé le travail en trois chapitres :

Le chapitre 1 : consiste à la présentation de la zone d'étude de point de vue géomorphologique.

Le chapitre 2 : donne un aperçu sur la variation mensuelle et annuelle des précipitations au niveau des deux stations.

Dans le dernier chapitre nous avons essayé de faire sortir la loi la plus adéquate on utilise les lois : normale, log normale, Gumbel et exponentielle, avec des séries de précipitation annuelles et mensuelles.

### 1.1. Situation géographique :

#### La région de Khemis Miliana :

##### 1.1.1. Localisation :

La ville de Khemis Miliana est située à 120 Km au Sud Ouest d'Alger, Au Nord du territoire Algérien (figure1.1). Il s'agit de la région dans laquelle se trouve la nappe alluviale du haut Cheliff. La plaine à une superficie de 359 km<sup>2</sup> et d'un périmètre de 159 km. Elle est limitée au Nord par le Djebel Zaccar (qui culmine plus de 1576m d'altitude), au Sud par les contreforts de l'Ouarsenis, à l'Ouest par le massif de Doui et à l'Est par Djebel Gontas au seuil de la ville de Djendel, la plaine est comprise entre les coordonnées suivantes :

- 36°12' et 36, °17' de latitude Nord, entre la commune de Bir Ouled Khelifa et celle de Miliana
- 2°12' et 2°17' de longitude Est, entre le Djebel Doui et Djebel Gontas.

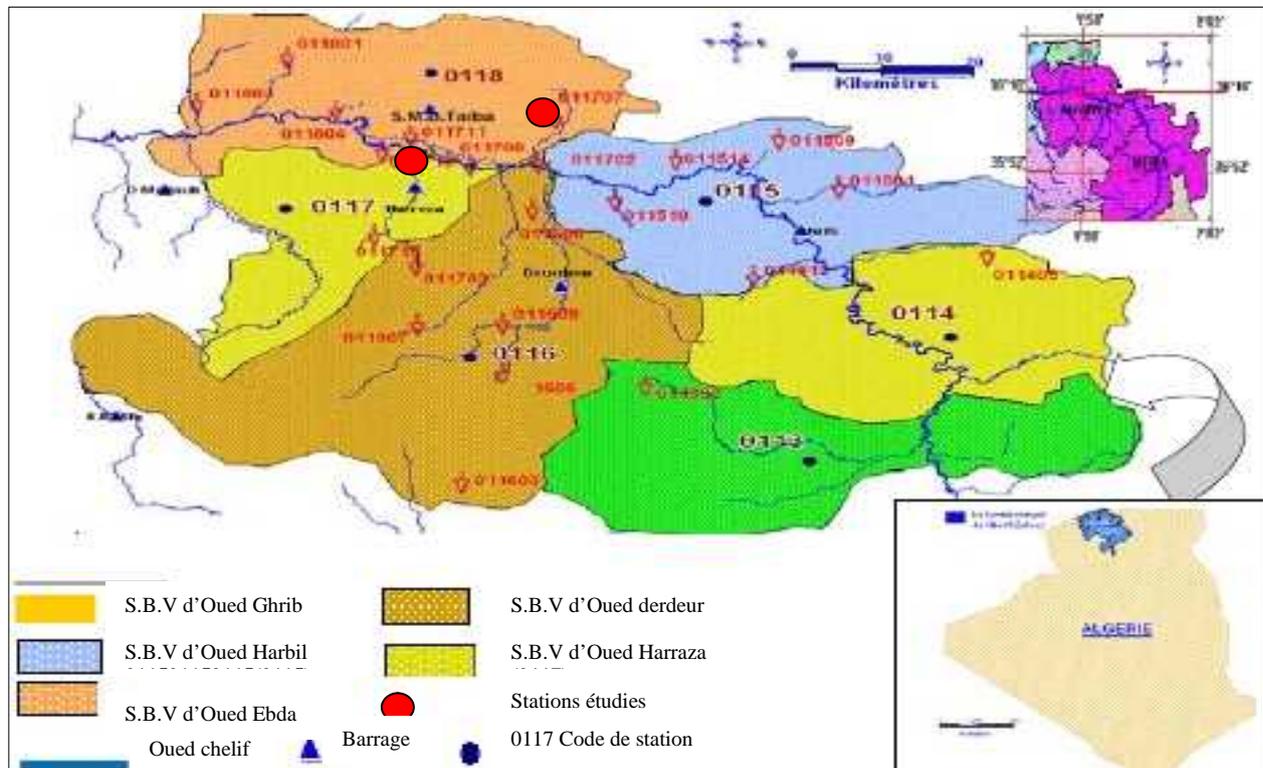


Figure 1.1. Situation géographique de la zone d'étude

### 1.2. Topographie et relief :

La région d'étude présente un relief assez accidenté avec une pente élevée.

La topographie de cette région présente des pentes fortes de l'amont vers l'aval, ce qui favorise écoulements avec des fortes vitesses.

#### **1.3. Situation climatique :**

##### **1.3.1. Le Climat :**

Le climat de Khemis Miliana est caractérisé par un climat méditerranéen avec une saison sèche et chaude en été et une autre pluvieuse et froide en hiver. Les précipitations annuelles présentent une variabilité interannuelle importante, caractéristique d'un régime pluviométrique irrégulier.

Les précipitations sont concentrées sur une partie de l'année (Octobre à Avril), et quant aux mois de Juin, Juillet et Août elles sont absentes ou faibles.

##### **La région de Miliana :**

#### **1.4. Localisation :**

La ville de Miliana est située au nord de la wilaya d'Aïn Defla . La ville se situe à 113 km au sud-ouest d'Alger ( figure1.1), à 111 km au nord-est de Tissemsilt, à 64 km à l'ouest de Médéa et à 92 km à l'est de Chéelif. La région a une superficie de 55 km<sup>2</sup>, La ville est comprise entre les coordonnées suivantes :

- **36° 17 Nord.**

- **2° 13 Est .**

L'altitude maximale 1000 m et minimale 400 m.

#### **1.5. Topographie et relief:**

La région est bâtie à 740 mètres d'altitude sur une plate-forme rocheuse aux contours abrupts en saillie sur le penchant méridional du mont Zaccar qui la couvre entièrement au nord. Elle domine, à l'est et au sud la vallée du Chéelif et à l'ouest un grand plateau qui s'étend jusqu'à la chaîne de l'Ouarsenis .

#### **1.6. Situation climatique:**

##### **1.1.6.1. Climat:**

Le climat est froid et neigeux en hiver et tempéré en été. Les précipitations atteignent ou dépassent 800 mm par an.

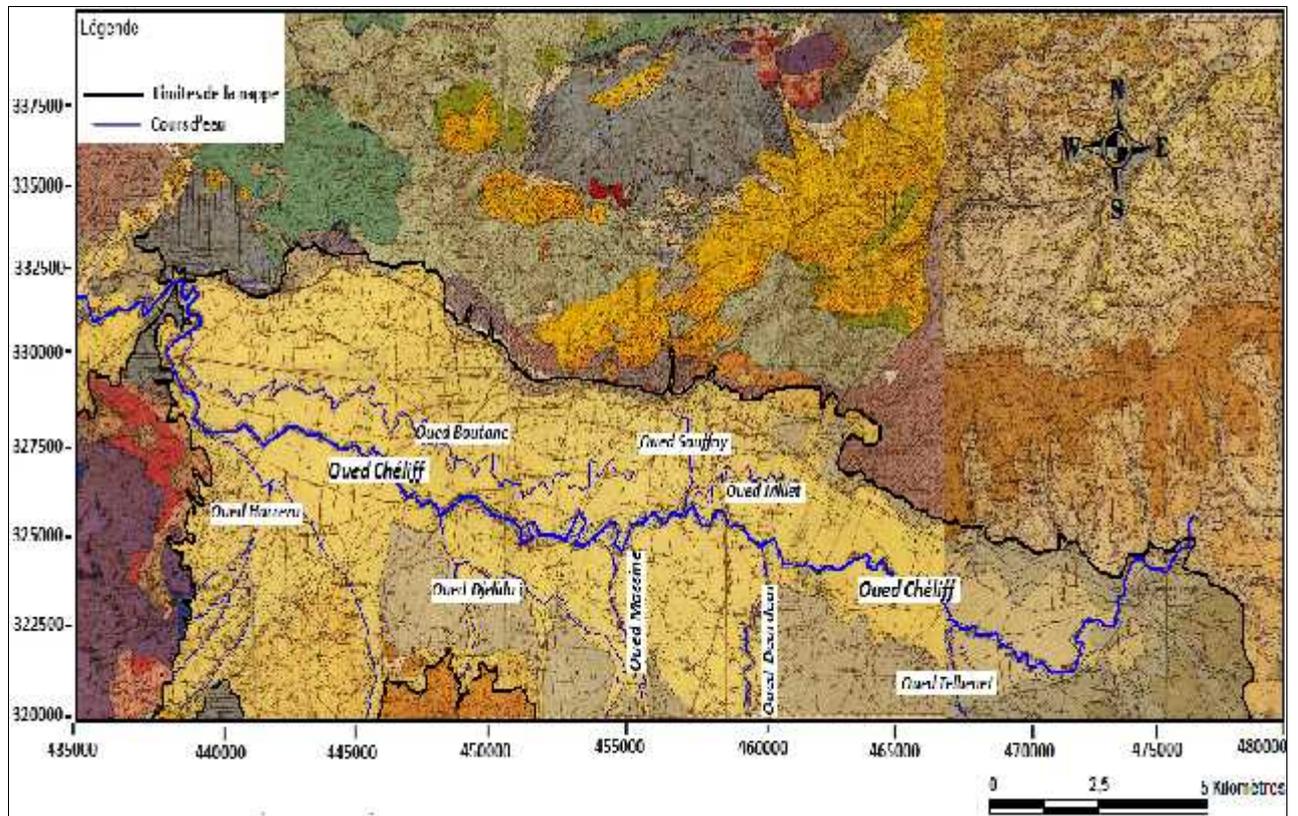
#### **1.7. Réseau hydrographique :**

Le bassin versant du Haut-Cheliff est traversé par une cours d'eau principale qui est l'oued Cheliff, il constitue un collecteur d'eaux de ruissellement qui affluent au niveau de sa rive droite et sa rive gauche.

Sur la rive droite, les principaux affluents sont l'Oued Souffay, Oued Boutane et Oued Millet.

Sur la rive gauche, les principaux affluents sont l'Oued Telbent, Oued Deurdeur, oued Massine, Oued Djellida et Oued Harraza (figure 1.2).

Le réseau hydrographique à une longueur de 330.29 km avec une pente moyenne de 3.45 %.



**Figure 1.2.** Carte du réseau hydrographique de la nappe alluviale du Haut Cheliff

### 1.8. Géomorphologie du bassin versant :

Le bassin versant en une section d'un cours d'eau est défini comme la surface drainée par ce cours d'eau et ses affluents en amont de la section. Tout écoulement prenant naissance à l'intérieur de cette surface doit donc traverser la section considérée, appelée exutoire, pour poursuivre son trajet vers l'aval.

### 1.9. Caractéristique morphométrie :

#### 1.9.1. La surface :

La superficie du bassin versant du haut chellif est évaluée par planimétrie de la surface topographique limitée par les lignes de crêtes et drainée par son cours d'eau et ses affluents elle est de  $S = 1935 \text{ km}^2$ .

#### 1.9.2. Le périmètre :

Le périmètre du bassin versant du haut chellif est mesuré à l'aide d'un curvitemètre, la valeur obtenue est  $P = 220 \text{ km}$ .

**1.10. Paramètre de forme :**

**1.10.1. indice de compacité de Gravelius (Kc) :**

Caractéristique de forme la plus utilisée est le "coefficient Kc de Gravelius". Il se définit comme le rapport du périmètre du bassin versant au périmètre du cercle ayant même surface (appelée aussi coefficient de capacité), il est calculé par la formule suivante :

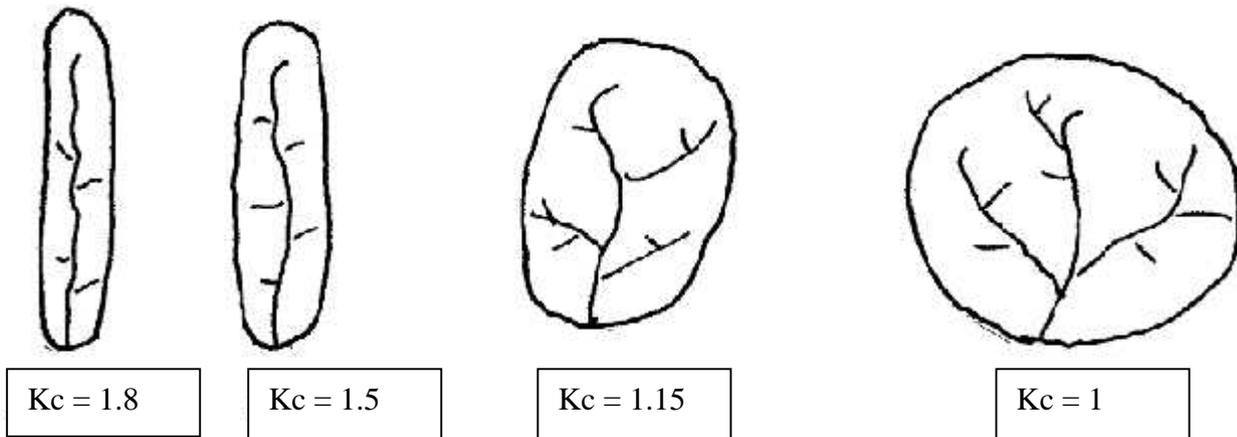
$$K_c = 0.28 \frac{P}{\sqrt{A}} \quad (1.1)$$

Avec :

**P** : périmètre du bassin versant en km ;

**A** : surface du bassin versant en km<sup>2</sup> ;

**Exemple s d'indice de compacité :**



**1.10.2. Rectangle équivalent :**

Cette notion permet de comparer les bassins versant entre eux, du point de vue de l'influence de leurs caractéristiques sur un écoulement.

L'écoulement sur un bassin versant donnée est approximativement le même que celui d'un rectangle de même superficie et même indice de compacité de Gravelius.

La longueur et la largeur du rectangle équivalent sont calculées par les formule suivent :

$$L = \frac{Kc\sqrt{s}}{1.12} \left[ 1 + \sqrt{1 - (1.12/Kc)^2} \right] \quad (1.2)$$

$$L = 87.96 \text{ km} \approx 88 \text{ km}$$

$$l = \frac{Kc\sqrt{s}}{1.12} \left[ 1 - \sqrt{1 - (1.12/Kc)^2} \right] \quad (1.3)$$

$$l = 21.99 \text{ km} \approx 22 \text{ km}$$

**Avec :**

**L** : longueur du rectangle équivalent en km ;

**I** : largeur du rectangle équivalent en km ;

**S** : surface du bassin versant en km<sup>2</sup> ;

**Kc** : indice de compacité de Gravelius .

### 1.11. Caractéristiques de relief :

#### 1.11.1. La courbe hypsométrique :

Le relief est un élément capital dans le comportement hydrologique d'un bassin versant, une pente forte entraîne un écoulement rapide, donc un temps de concentration plus court, et une montée de crue plus rapide.

L'influence orographique à l'échelle du bassin versant est généralement appréciée par l'établissement de la courbe hypsométrique (figure 1.3).

Elle est tracée à partir altitude en fonction des pourcentages cumulés des surfaces élémentaires (Tableau 1.1).

**Tableau 1.1.** Répartition hypsométrique du bassin versant

Les altitudes	Si (km <sup>2</sup> )	ai %	Si cumulés km <sup>2</sup>	Ai% cumulés	Hi (m)	Hi .Si
201-300	251.55	13	1935	100	250	62887.5
301-400	425.7	22	1683.45	87	350	148995
400-500	290.25	15	1257.75	65	450	130612.5
501-600	232.2	12	967.5	50	550	127710
601-700	193.5	10	735.3	38	650	125775
701-800	77.4	04	541.8	28	750	58050
801- 900	135.45	07	464.4	24	850	11532.5
901-1000	77.4	04	328.95	17	950	73530
1001-1100	77.4	04	251.55	13	1050	81270
1101-1200	38.7	02	174.15	9	1150	44505
1201-1300	38.7	02	135.45	7	1250	48375
1301-1400	58.05	03	96.75	5	1350	78367.5
1401-1500	38	02	38.7	2	1450	55100

**Avec :**

**Si :** la surface partielles ;

**Hi :** les altitude partielles ;

**ai :** les surface en pourcentage ;

la courbe hypsométrique nous a permet de calculer :

L'altitude maximale : H Max = 1450 m ;

L'altitude minimale : H Min = 250 m ;

L'altitude moyenne : H Moy = 595 m ;

L'indice de pente global (Ig).

### 1.11.2. L'altitude moyenne :

L'altitude moyenne est calculée directement par la relation suivante

$$Hm = \frac{\sum Si.Hi}{Si} \quad (1.4)$$

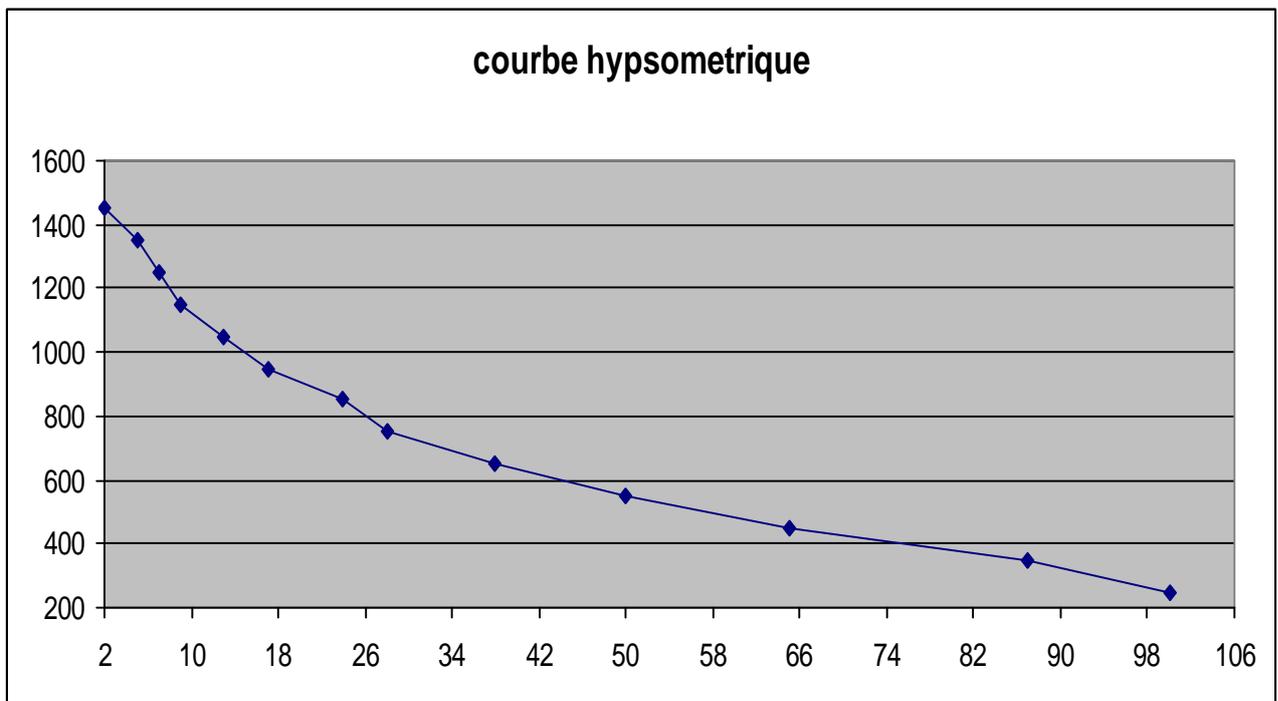
**Avec :**

**Hm :** Altitude moyenne en (m) ;

**Hi :** les altitudes moyennes partielles en (m) ;

**Si :** les surfaces partielles en (km<sup>2</sup>) ;

Hm = 594.99 ≈ 595 m.



### 1.2. La courbe hypsométrique

**1.11.3. L'indice de pente :**

Représenter le rapport de la dénivelée :  $D = H_{5\%} - H_{95\%}$

Par la longueur (L) du rectangle équivalent du bassin versant

$$I_g = \frac{H_{5\%} - H_{95\%}}{L} \quad (1.5)$$

$H_{5\%} = 1300 \text{ m}$  ;

$H_{95\%} = 260 \text{ m}$  ;

$$I_g = \frac{1300 - 260}{88} = 0.11$$

**1.11.4. Dénivelée spécifique (Ds) :**

La dénivelée spécifique permet d'utiliser la classification de l'IRD (tableau 1.2)

Qui permet de définir les différents types de relief des bassins versants, quelque soient leur superficies, la dénivelée spécifique est définie comme suit :

$$D_s = I_g \sqrt{A} \quad (1.6)$$

**Avec :**

Ds : dénivelée spécifique ;

Ig : L'indice de pente global ;

A : superficie du bassin versant ;

On trouve :

$$D_s = 0.11 \sqrt{1935} = 4.83$$

**Tableau 1.2.** Classification des reliefs d'après IRD

R1	Relief très faible	$D_s < 10 \text{ m}$
R2	Relief faible	$10 < D_s < 25 \text{ m}$
R3	Relief assez faible	$25 < D_s < 50 \text{ m}$
R4	Relief modéré	$50 < D_s < 100 \text{ m}$
R5	Relief assez fort	$100 < D_s < 250 \text{ m}$
R6	Relief fort	$250 < D_s < 500 \text{ m}$
R7	Relief très fort	$D_s > 500 \text{ m}$

D'après la classification de l'IRD, le bassin versant a un relief très faible ( $D_s = 4.83$ ).

#### 1.13. Conclusion :

Cette étude qui a porté sur la nappe alluviale de la plaine du haut chellif ,située au nord de l'Algérie , nous a permis d'obtenir aux conclusion suivante :

La plaine du haut chellif est soumise à un climat de type semi-aride,avec un hiver froid et pluvieux et une été chaud et sec .d'après les paramètre géomorphologie ,tel que le coefficient de compacité  $K_c = 1.40$ , longueur  $L = 88$  km, largeur  $l = 22$  km et l'indice de pente  $I_g = 0.11$ ,on peut dire que le bassin versant du haut chellif à une forme allongée, donc une concentration des eaux à l'exutoire très lente



### 2.1. Introduction :

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,...). Elles sont provoquées par un changement de température ou de pression. Les précipitations constituent l'unique « entrée » des principaux systèmes hydrologiques continentaux que sont les bassins versants.

### 2.2. Généralité :

### 2.3. Mécanismes de formation des précipitations :

La formation des précipitations nécessite la condensation de la vapeur d'eau atmosphérique.

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 (à pression constante),
- saturation et condensation par détente adiabatique,
- saturation et condensation par apport de vapeur d'eau,
- saturation par mélange et par turbulence.

La saturation n'est cependant 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) autour desquels les gouttes ou les cristaux se forment.

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 fait un rôle de catalyseur pour la formation de gouttelettes d'eau.

Pour qu'il y ait précipitations il faut encore que les gouttelettes ou les cristaux composant les nuages (les hydrométéores) se transforment en gouttes de pluie.

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 :

**L'effet de coalescence** : Il y a grossissement par choc et fusionnement avec d'autres particules.

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 ; la congélation de

Celles-ci augmentent 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  $-40^{\circ}\text{C}$ , coexistent des cristaux de glace et des gouttelettes d'eau surfondues (eau liquide avec une  $T^{\circ} < 0^{\circ}\text{C}$ , l'eau pure ne se solidifie pas à  $0^{\circ}\text{C}$  mais en dessous de  $-40^{\circ}\text{C}$ ). 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.

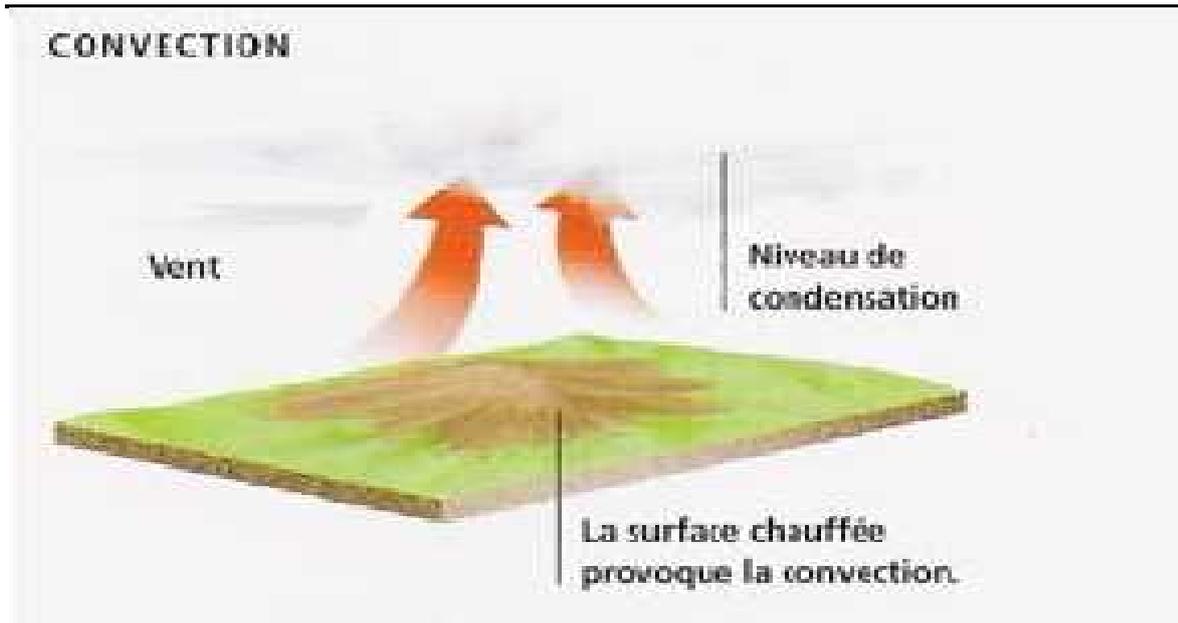
Lorsque la masse du cristal est suffisante, il précipite. S'il traverse une région à température positive suffisamment épaisse (souvent à partir de 300 m dans les nuages stables) et si la durée de chute le permet, il fond et donne lieu à de la pluie. Le même processus de grossissement a lieu entre deux gouttelettes à des températures différentes (la plus froide grossit au détriment de la plus chaude).

### **2.4. Types des précipitations :**

Il existe différents types de précipitations : les précipitations convectives, les précipitations orographiques et les précipitations frontales.

#### **2.4.1. Les précipitations convectives :**

le système convectif apparaît lorsque deux masses d'air de température différente entrent en contact et plus particulièrement une masse d'air froide recouvre un sol plus 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. L'effet de la poussée d'Archimède le fait s'élever et 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 de sommet du nuage, celui-ci peut atteindre des altitudes de l'ordre de 12 km pour les stations les plus convectives, ce système est décrit par 3 phases de développement, maturité et dissipation tel qu'il est représenté sur la figure 2.1.



**Figure 2.1.** Les précipitations convectives

#### 2.4.2. Les Précipitations 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 figure 2.2 Ce type de système est relié aux perturbations cycloniques.

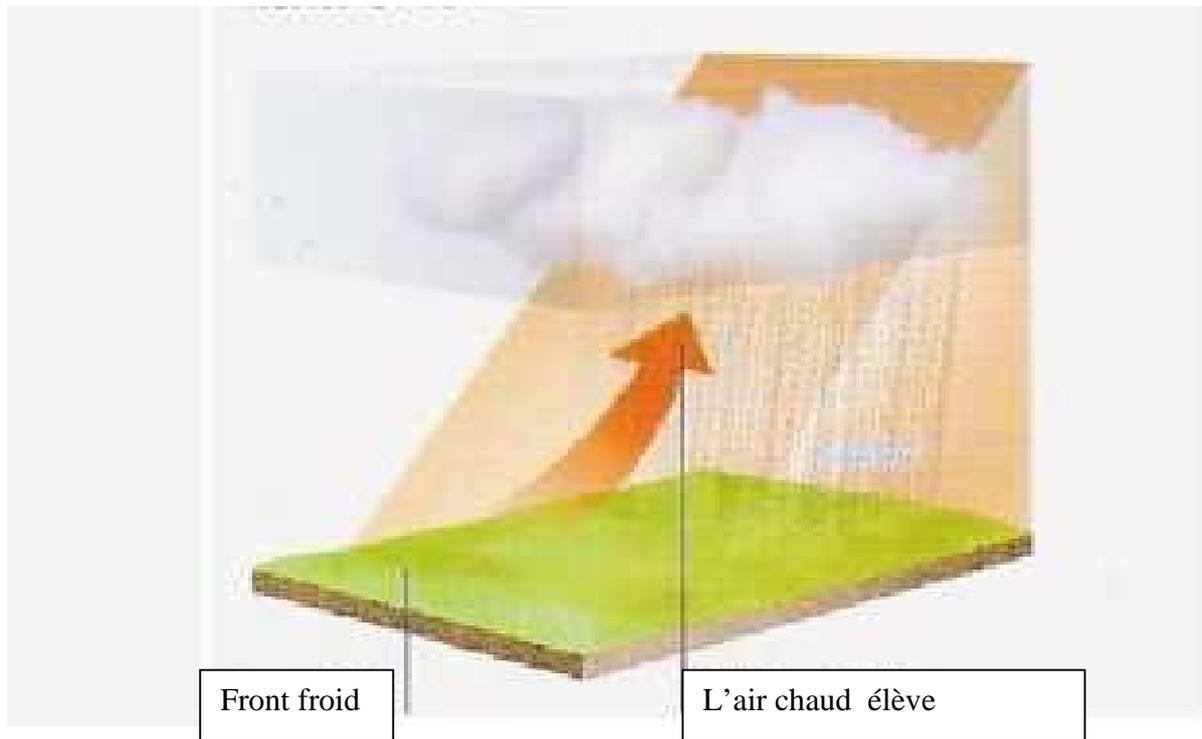
Les précipitations, d'intensité et d'extension variables, touchent principalement le versant situé Face au vent. Le versant sous le vent est au contraire plus sec, car l'humidité relative de la masse d'air et donc la pluie est moindre voir nulle lorsqu'elle descend sur le versant sous le vent.



**Figure 2.2.** Précipitations orographiques

### 2.4.3. Les Précipitations cycloniques :

ces système de précipitation sont engendrés au voisinage des surface de contact entre deux masses d'air de température et d'humidité différentes , que l'on appelle en front , la masse d'air chaud est toujours soulevée en altitude par la masse d'air froid , suivent que la messe d'air chaud suive ou précède la masse d'air froid , on trouve un front chaud ou froid figure 2.3 Dans le cas d'un front froid , le nuages ont développement vertical important et les précipitation 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. La figure 2.4 illustre ces deux cas.



**Figure 2.3.** Front chaud et froid

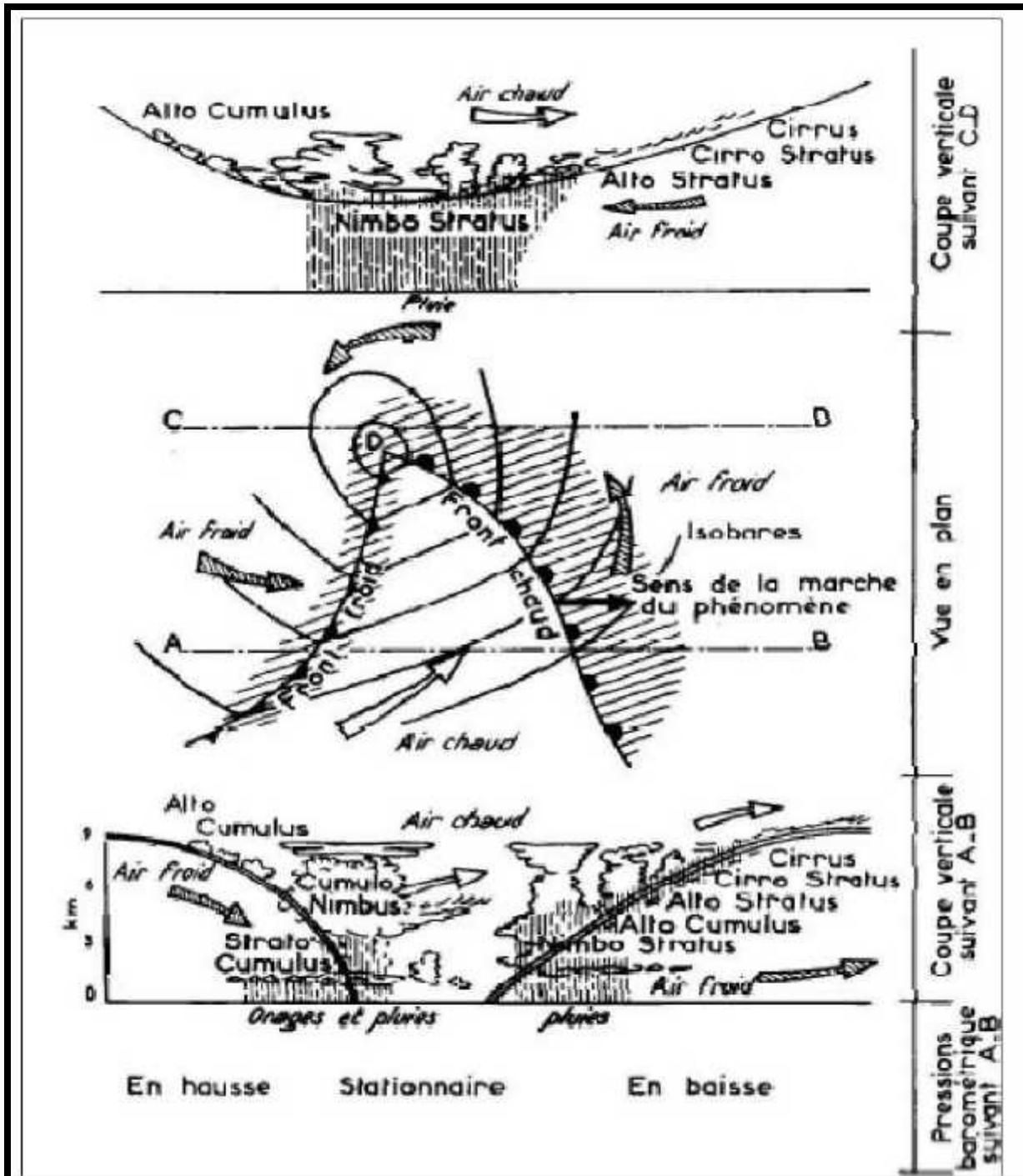


Figure 2.4. Nuage et précipitation associés à un front chaud et froid

#### **2.5. Régime des précipitations :**

En utilisant la seule donnée de précipitation dans une nomenclature climatique, on parvient à définir une répartition mondiale des différents régimes pluviométriques. Pour identifier et classer les diverses régions pluviométriques du globe, on a habituellement recouru aux précipitations moyennes mensuelles ou annuelles (évaluées sur une longue période) et à leurs variations. La précipitation moyenne annuelle établie sur un grand nombre d'année (hauteur moyenne des précipitations annuelles tombant à un endroit donné) est aussi appelée sa valeur normale, son module annuel ou sa valeur interannuelle.

Une classification pluviométrique générale basée sur les données annuelles est fournie par le tableau suivant :

Tableau 2.1. Régimes pluviométriques du monde

Nom	Caractéristiques
Régime équatorial humide	<ul style="list-style-type: none"> <li>- plus de 200 cm de précipitations annuelles moyennes</li> <li>- à l'intérieur des continents et sur les côtes</li> <li>- région typique de ce régime : bassin de l'Amazone</li> </ul>
Régime subtropical humide en Amérique	<ul style="list-style-type: none"> <li>- entre 100 et 150 cm de précipitation annuelle moyenne</li> <li>- à l'intérieur des continents et sur les côtes</li> <li>- région typique de ce régime : pointe sud-est de l'Amérique du Nord</li> </ul>
Régime subtropical sec	<ul style="list-style-type: none"> <li>- moins de 25 cm de précipitation annuelle moyenne</li> <li>- à l'intérieur des continents et sur les côtes ouest</li> <li>- région typique de ce régime : le sud du Maghreb</li> </ul>
Régime intertropical sous l'influence des alizés	<ul style="list-style-type: none"> <li>- plus de 150 cm de précipitation annuelle moyenne</li> <li>- sur des zones côtières étroites ; humidité</li> <li>- région typique de ce régime : côtes est de l'Amérique centrale</li> </ul>
Régime continental tempéré	<ul style="list-style-type: none"> <li>- entre 10 et 50 cm de précipitation annuelle moyenne</li> <li>- à l'intérieur des continents ; il en résulte des déserts ou des steppes</li> <li>- région typique de ce régime : plaines de l'ouest du continent nord-américain</li> </ul>
Régime océanique tempéré	<ul style="list-style-type: none"> <li>- plus de 100 cm de précipitation annuelle moyenne</li> <li>- sur les côtes ouest des continents</li> <li>- région typique de ce régime : la Colombie britannique, L'Europe</li> </ul>
Régime polaire et arctique	<ul style="list-style-type: none"> <li>- moins de 30 cm de précipitation annuelle moyenne</li> <li>- se situe au nord du 60e parallèle ; formation de grands déserts froids</li> <li>- région typique de ce régime : le Grand Nord canadien</li> </ul>

Finally, precipitation is one of the most variable hydrological processes. On the one hand, they are characterized by a high variability in space and this is whatever the spatial scale taken into account (regional, local, etc.). On the other hand, they are characterized by a high variability in time, as well as at the annual scale as at the scale of a rainy event.

### 2.6. Mesures des précipitations :

As precipitation varies according to different factors (displacement of the perturbation, location of the rain, influence of the topography, etc.), its measurement is relatively complicated.

Whatever the form of the precipitation, liquid or solid, one measures the quantity of water fallen during a certain period of time. It is generally expressed in height of precipitation or layer of water precipitated per unit of horizontal surface (mm). One also defines its intensity (mm/h) as the height of water precipitated per unit of time.

The different instruments allowing the measurement of precipitation :

**2.6.1. Le pluviomètre** : instrument de base de la mesure des précipitations liquides ou solides. Il indique la quantité d'eau totale précipitée et recueillie à l'intérieur d'une surface calibrée dans un intervalle de temps séparant deux relevés (figure 2.5).



**Figure 2.5.** Pluviomètre de Hellman

**2.6.2. Le Pluviographe :** instrument captant la précipitation de la même manière que le pluviomètre mais avec un dispositif permettant de connaître, outre la hauteur d'eau totale, leur répartition dans le temps, autrement dit les intensités (figure 2.5).

Il existe plusieurs type de pluviographe: pluviographe à augets basculeurs (les plus répandus), les pluviographe à balance et les pluviographe à siphon.



**Figure 2.5.** Pluviographe, augets basculeurs et système d'enregistrement MADD.

**2.7. Etude des précipitations :**

**2.7.1. Précipitations moyennes mensuelles de Khemis Miliana:**

Pour l'étude des précipitations moyennes mensuelles nous avons basé sur les données pluviométriques fournies par l'ANRH de Khemis Miliana pour une période d'observation de 34 ans (1980-2013).

**Tableau 2.2 :** Précipitation moyenne mensuelle de Khemis Miliana (1980-2013)

mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
<b>P (mm)</b>	15.5	39.5	71	80	45.4	69	51.5	40	23.33	6.12	0.22	3.18

D'après le tableau 2.2 et la figure 2.6 on remarque que la période la plus pluvieuse s'étale du mois de Décembre à Novembre, avec un maximum au mois de Décembre (80mm).

La période sèche s'étale du mois de Juillet au mois d'Août, avec un minimum au mois de Juillet (0.22mm).

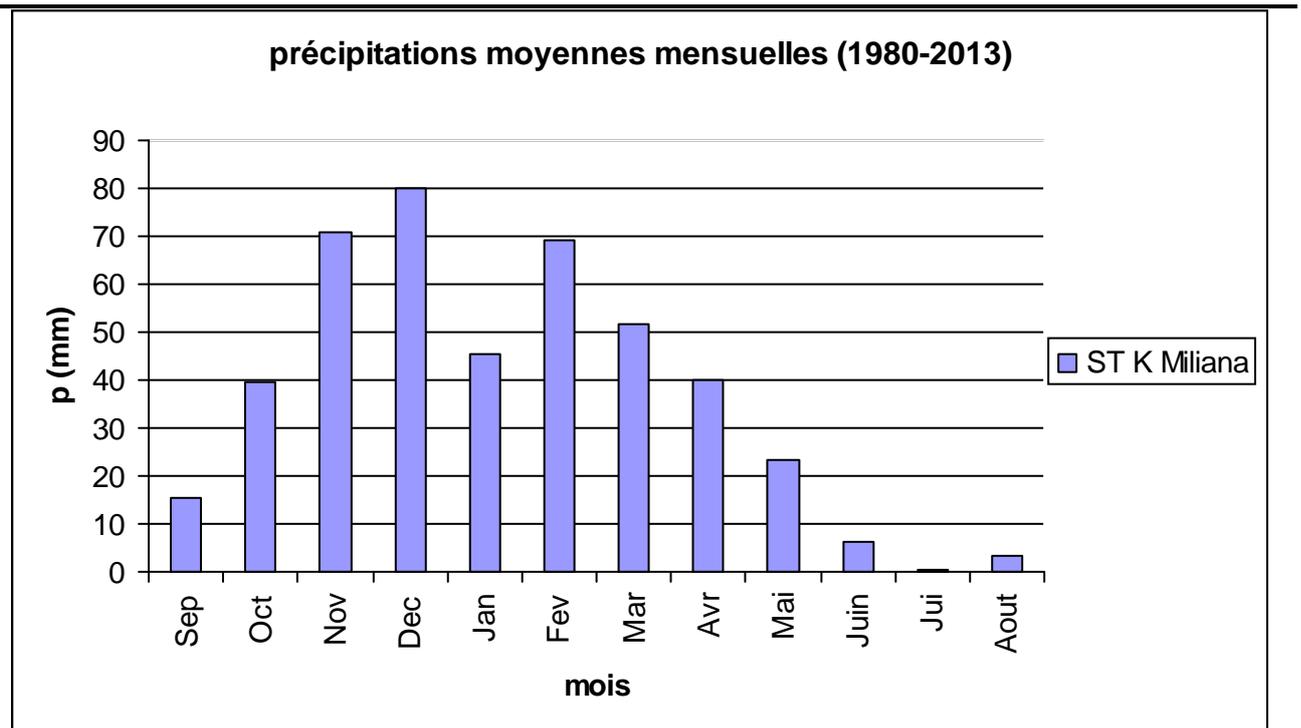


Figure 2.6. Histogramme des Précipitations moyennes mensuelles

**2.7.2. Précipitations moyennes annuelles de Khemis Miliana :**

Le tableau 2.3 regroupe les valeurs des précipitations moyennes annuelles fournies par l'ANRH de Khemis Miliana pour la période (1980-2013).

**Tableau 2.3.** Précipitations moyennes annuelles de Khemis Miliana (1980-2013)

Année	P (mm)	Année	P (mm)
1980	480.70	1997	433.40
1981	342.60	1998	415.20
1982	393.60	1999	244.10
1983	369.50	2000	417.90
1984	470.30	2001	317.00
1985	470.60	2002	381.80
1986	520.00	2003	378.20
1987	311.50	2004	381.90
1988	429.10	2005	379.00
1989	286.60	2006	421.40
1990	422.90	2007	443.10
1991	477.60	2008	612.90
1992	288.20	2009	496.00
1993	192.10	2010	516.80
1994	443.50	2011	522.70
1995	590.50	2012	447.20
1996	312.90	2013	371.30

D'après les valeurs de tableau 2.3 et la figure 2.7 l'année la plus pluvieuse est celle de 2008 avec un maximum de 612.90 mm, et l'année la plus sèche correspondre à 1993 avec une valeur de 192.10 mm.

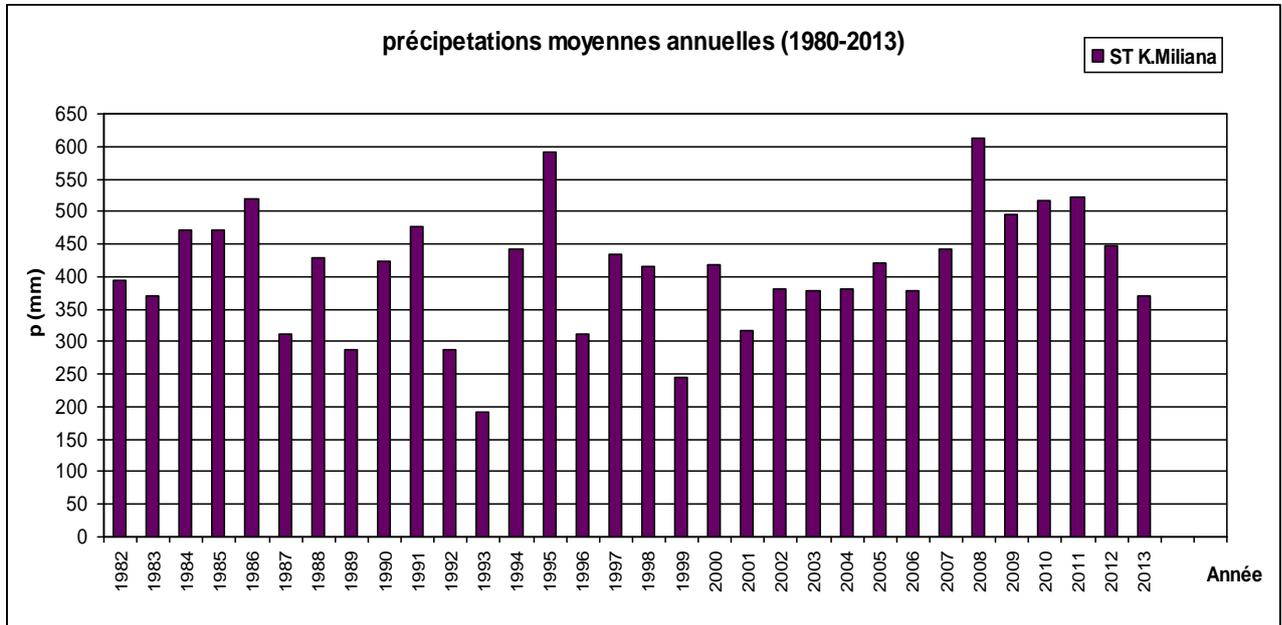


Figure 2.7. Histogramme des Précipitations moyennes annuelles

**2.7.3. Précipitations moyennes mensuelles de Miliana:**

Pour l'étude des précipitations moyennes mensuelles nous avons basé sur les données pluviométriques fournies par l'ONM de Miliana pour une période d'observation de 34 ans (1980-2013).

Tableau 2.4. Précipitations moyennes mensuelles de Miliana (1980-2013)

mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
P(mm)	23.52	49.83	90.65	99.43	101.71	89.88	80.74	60.99	44.72	8.77	3.09	7.52

D'après le tableau 2.4 et la figure 2.8 on remarque que la période la plus pluvieuse s'étale du mois de Décembre à Novembre, avec un maximum au mois de Décembre (101.71 mm).

La période sèche s'étale du mois de Juillet au mois d'Août, avec un minimum au mois de Juillet (3.09 mm).

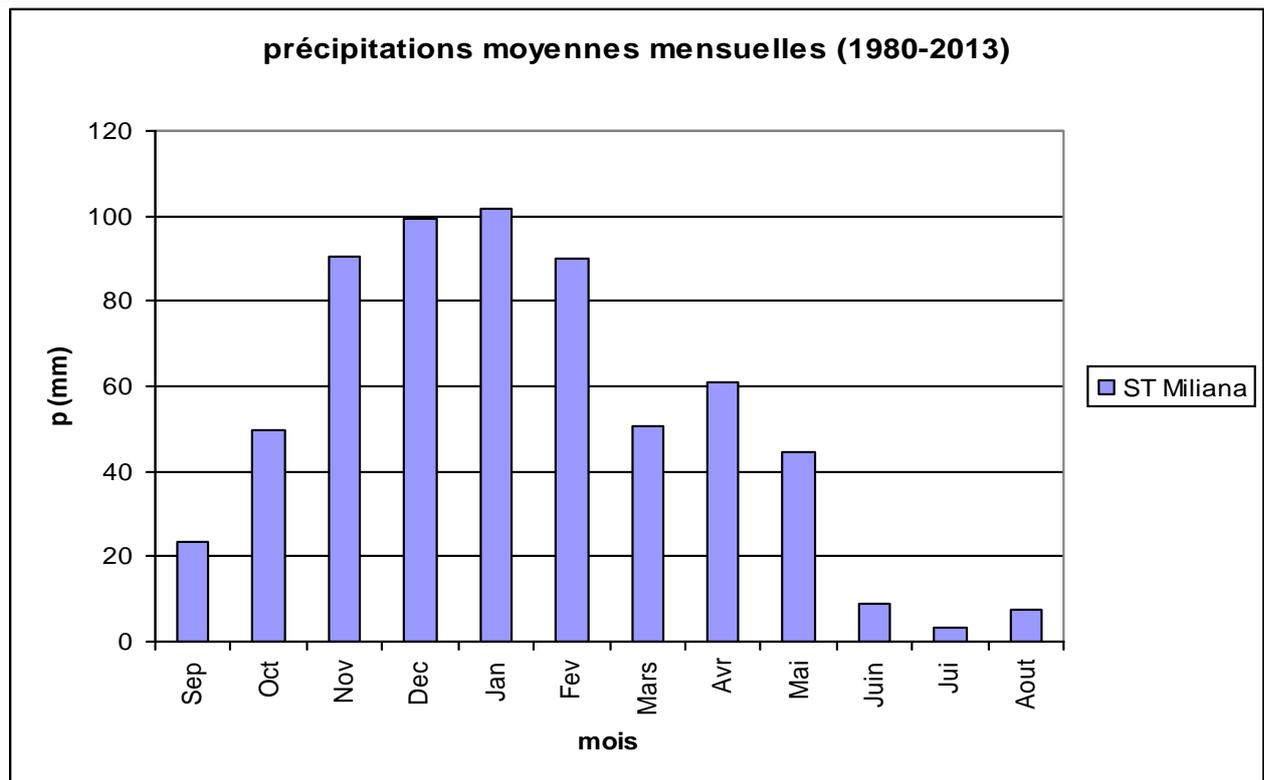


Figure 2.8. Histogramme des Précipitations moyennes mensuelles

**2.7.4. Précipitations moyennes annuelles de Miliana :**

Le tableau 2.5 regroupe les valeurs des précipitations moyennes annuelles fournies par l'ONM de Miliana pour la période (1980-2013).

Tableau 2.5. Précipitations moyennes annuelles de Miliana (1980-2013)

Année	P (mm)	Année	P (mm)
1980	715.90	1997	612.70
1981	467.70	1998	631.80
1982	576.90	1999	437.60
1983	617.20	2000	502.00
1984	828.7	2001	633.00
1985	771.50	2002	514.00
1986	740.00	2003	774.00
1987	474.40	2004	603.00
1988	669.70	2005	573.00
1989	431.50	2006	644.00
1990	643.60	2007	912.00
1991	831.50	2008	684.00
1992	442.90	2009	867.00
1993	370.10	2010	934.00
1994	749.60	2011	920.00
1995	815.92	2012	735.00
1996	484.90	2013	898.00

D'après les valeurs de tableau 2.5 et la figure 2.9 l'année la plus pluvieuse est celle de 2010 avec un maximum de 934.00 mm, et l'année la plus sèche correspondre à 1993 avec une valeur de 370.10 mm.

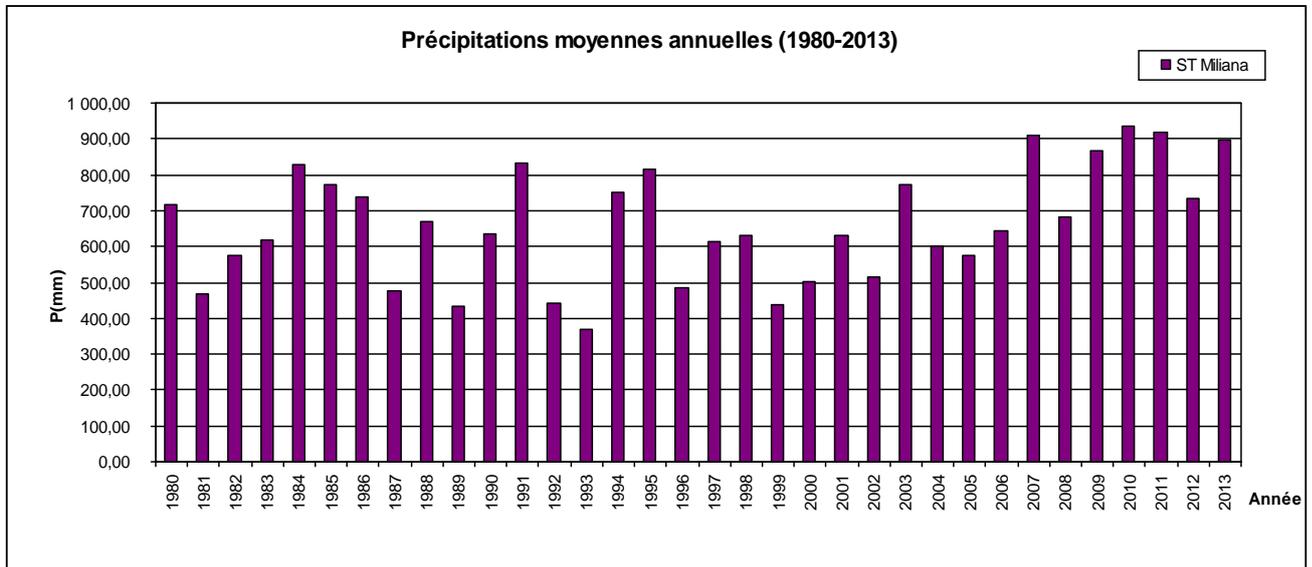


Figure 2.9. Histogramme des Précipitations moyennes annuelles

**2.8. Conclusion :**

L'étude pluviométrique nous a permis de conclure que le mois le plus pluvieux au niveau de la station Khemis Miliana correspond au mois décembre, et le plus sec celui de juillet.

Au niveau de la station de Miliana c'est le mois de décembre est le plus pluvieux, et le mois le plus sec correspond au mois de juillet.

Concernant la moyenne annuelle est variée entre les deux stations, elle est de l'ordre de 428 mm à Khemis Miliana pour la période 1980 à 2013, et de 661.7 mm à Miliana.

## Chapitre 3

### Ajustement des précipitations de deux stations de K.miliana et Miliana

---

#### 3.1. Introduction :

Ce chapitre est consacré à l'étude statistiques des fortes valeurs de précipitations, il s'agit des Précipitations annuelles et mensuelle,

Dans notre cas nous allons procéder au traitement des données des Précipitation annuelles et mensuelle, en utilisant les lois suivants : Gumbel , Normale , Log normale , Exponentielle dans un premier cas, ensuite nous allons comparer les résultats obtenus par ses lois a fin de choisir la loi la plus adéquate. **3.2. Présentation des lois d'ajustement :**

Il existe plusieurs méthode d'ajustement des séries pluviométriques, l'efficacité d'une méthode d'estimation dépend de la loi de probabilité, de la taille de l'échantillon et de certaines caractéristiques de l'échantillon.

Dans cette étude on va utiliser uniquement les lois suivantes :

- Loi Exponentielle
- Loi Normale
- Loi Log Normale (GALTON)
- Loi de Gumbel

#### 3.3. Méthode d'ajustement :

D'après les recherches bibliographiques des différents auteur tel que (Boucefiane AEK, 2014), il ya différentes méthodes d'ajustement des lois de probabilité peuvent être utilisées pour la détermination des paramètres d'une loi quelconque. Nous détaillons les méthodes utilisées dans notre calcul des paramètres :

- La méthode des moments ;
- La méthode des moments pondérés ;
- La méthode du maximum de vraisemblance ;
- La méthode empirique ;
- La méthode pseudo empirique.

## Chapitre 3

### Ajustement des précipitations de deux stations de K.miliana et Miliana

---

#### 3.4. Procède d'ajustement :

L'étude de l'ajustement passe par les étapes suivantes :

- classement de la série des précipitations par ordre croissant ;
- calcul de la fréquence expérimentale ( $F_i = (n_i - 0.5) / N$ , on classe nos valeurs par ordre croissant, la formule donne la fréquence au non dépassement ( $F = FND$ ) ;
- calcul des caractéristiques empiriques de la série de données ;
- ajustement graphique à la loi choisie ;
- Calcul d'un quantile et son intervalle de confiance.

L'ajustement des pluies annuelles à été traite par logiciel « HYFRAN, version 1.1 ».

#### 3.4.1. Présentation du logiciel « HYFRAN »

HYFRAN est un logiciel permettant d'ajuster différentes lois statistiques à un échantillon d'observations indépendantes et identiquement distribuées.

Ce logiciel a été développé par l'équipe de la Chaire en hydrologie statistique (Hydro Québec/CRSNG/Alcan), située à l'Institut national de la recherche scientifique (Québec).

#### 3.4.2. Définition de période de retour

Nous définissant la période de retour  $T$ , comme étant l'intervalle de temps moyen entre deux Événements, dont l'intensité atteint ou dépasse un certain seuils, Cela veut dire que sur un Intervalle de temps  $T_s$ , il y a en moyenne un événement d'intensité supérieur ou égale a  $T_s$ .

$T_s$  est compté dans une unité de temps arbitraire ; en hydrologie le plus souvent c'est l'année, Un événement de période de retour  $T$  a en moyenne une probabilité  $1/T$  de se produire chaque année.

Nous reliant la période de retour à la probabilité de dépassement  $P(x) = \text{Prob}(X > x)$ , Ou de non- dépassement  $P' = 1 - P = \text{Prob}(X < x)$  ; de la façon suivante :

$$T = 1/P = 1/1 - P' \quad (3.1)$$

Avec :

**T** : Période de retour (années) ;

**P** : Probabilité au dépassement ;

**P'**: Probabilité au non dépassement .

## Chapitre 3

### Ajustement des précipitations de deux stations de K.miliana et Miliana

#### 3.5. Méthodologie de travail :

Dans cette partie nous avons utilisé les données de la station de Khemis Miliana et Miliana pour Une série allant de 1980 jusqu'à 2013 avec une dure de 34 ans.

Les caractéristiques des stations sont indique dans le tableau 3.1 et la figure 1.1.

**Tableau 3.1.** Caractéristiques des stations

Station	Code de station	Coordonne Lambert		
		Longitude (km)	Latitude (km)	L'altitude (m)
Khemis Miliana	011717	456.2	329	300
Miliana	011707	451	339	721

Les résultats de l'application des lois, obtenu par le logiciel hyfran en utilisant la méthode de Moment et la méthode de vraisemblance et dans un intervalle de confiance « 85 % » au niveau de Station Khemis Miliana.

#### 3.6. Ajustement des précipitations moyennes annuelles de la station Khemis Miliana :

##### 3.6.1. Ajustement des la série pluviométrique à la loi de Gumbel :

Cette loi a une fonction de répartition qui s'exprime selon la formule suivante :

$$F(x) = f(y) = e^{-e^{-y}} \quad (3.2)$$

**Tel que :**

$$y = 1/r (x-x_0)$$

1/r : la pente de la droite de Gumbel ;

y : variable réduite de Gumbel ;

x : précipitation (mm) ;

x<sub>0</sub> : ordonnée a l'origine en (mm) ;

On peut écrire :  $y = -\ln(-\ln(F(x)))$

Avant de procéder a l'ajustement il faut suivre les étape suivantes :

- classer les valeurs des précipitations par ordre croissant avec attribution d'un rang.
- calculer pour chaque valeur de précipitation la fréquence expérimentale par la formule de Hazan.

$$F(x) = \frac{m - 0.5}{n} \quad (3.3)$$

## Chapitre 3

### Ajustement des précipitations de deux stations de K.miliana et Miliana

---

Avec :

**m** : rang de précipitation

**n** : nombre d'observations

➤ calculer la variable réduite de Gumbel donnée par la formule suivante :

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

➤ calculer les paramètres d'ajustement « $\gamma$  » et « $x_0$  »

Représenter graphiquement les couples (x, y) sur un papier normal.

#### 3.6.1.1. Méthode de moment :

Dans cette partie nous avons utilisé les données de la station de Khemis Miliana pour une période allant de 1980 jusqu'à 2013 avec une série de 34 ans.

Les résultats obtenus par cette méthode sont mentionnés dans le tableau 3.2 et 3.3 et la figure 3.1 illustre les paramètres d'ajustement de la Loi du Gumbel.

**Tableau 3.2.** Caractéristique de l'échantillon

Paramètres	Valeurs
Minimum (Min)	192.1
Maximum (Max)	612.9
Moyenne (Moy)	411
Ecart-type ( u )	92.7
Médiane (Me)	420
Coefficient de variation (Cv)	0.22
Coefficient d'asymétrie (Cs)	- 0.11
Coefficient d'aplatissement (Ck)	2.83
paramètre de localisation (u)	369.52
paramètre d'échelle ( r )	72.25

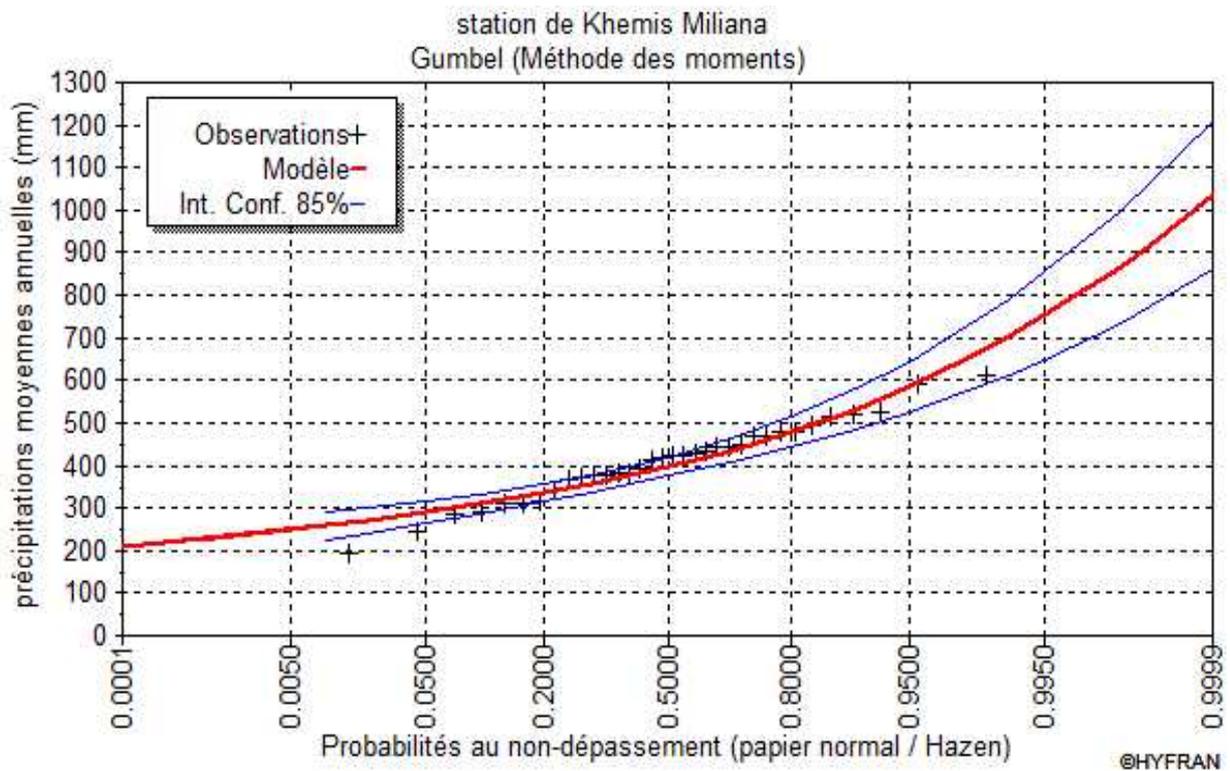
### Chapitre 3

#### Ajustement des précipitations de deux stations de K.miliana et Miliana

**Tableau 3.2.** Résultats d'ajustement à la loi de Gumbel (M.M) :

T (ans)	Fréquence	XT (mm)	Ecart type	Intervalle de confiance (85%)
100	0.0100	260	23	[ 230,290 ]
50	0.0200	270	21	[240 ,300 ]
20	0.0500	290	19	[260 ,320 ]
10	0.1000	310	16	[290 ,330 ]
5	0.2000	330	14	[310 ,360 ]
2	0.5000	400	15	[370, 420 ]

#### Résultat graphique de la loi Gumbel :



**Figure 3.1.** Ajustement des précipitations moyennes annuelles loi de Gumbel (M.M)

D'après cette figure 3.1 on remarque que la plus part des points s'alignent selon la droite de Gumbel avec un coefficient de variation peut significatif de 0.29.

## Chapitre 3

### Ajustement des précipitations de deux stations de K.miliana et Miliana

#### 3.6.1.2 Méthode Maximum de vraisemblance :

Les résultats obtenus par cette méthode sont mentionnés dans le tableau 3.3 et 3.4 et la figure 3.2 illustre les paramètres d'ajustement de la loi du Gumbel.

**Tableau 3.3.** Caractéristique de l'échantillon

Paramètres	Valeurs
Minimum (Min)	192.1
Maximum (Max)	612.9
Moyenne (Moy)	411
Ecart-type ( U )	92.7
Médiane ( Me )	420
Coefficient de variation (Cv)	0.22
Coefficient d'asymétrie (Cs)	- 0.11
Coefficient d'aplatissement (Ck)	2.83
paramètre de localisation (u)	364.17
paramètre d'échelle ( r )	94.62

**Tableau 3.4.** Résultats d'ajustement à la loi de Gumbel (M.V)

T (ans)	Fréquence	XT (mm)	Ecart type	Intervalle de confiance (85%)
100	0.0100	220	22	[ 190 , 250 ]
50	0.0200	240	21	[ 210 , 260 ]
20	0.0500	260	19	[ 230 , 290 ]
10	0.1000	290	17	[ 260 , 310 ]
5	0.2000	320	16	[ 300 , 340 ]
2	0.5000	400	19	[ 370, 430 ]

Résultats graphiques de la loi Gumbel :

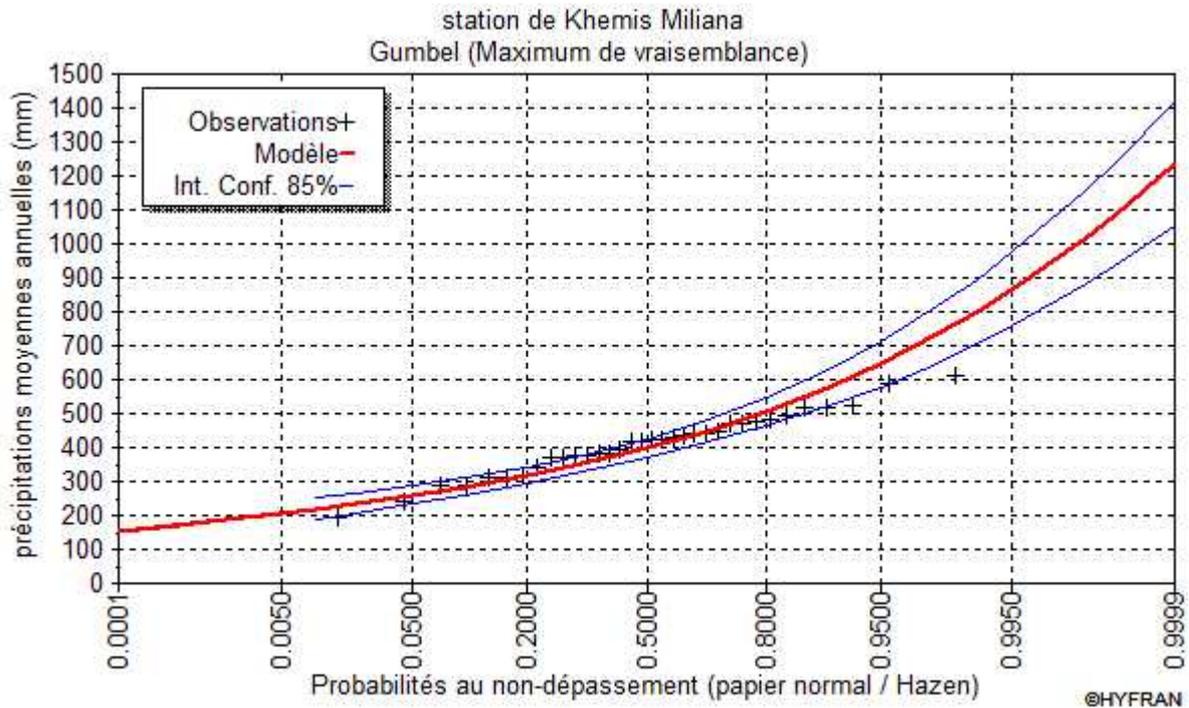


Figure 3.2. Ajustement des Précipitations moyennes annuelles loi de Gumbel (M.V)

D'après ce graphique on remarque que les points s'alignent à la droite à l'exception de quelques points qui sont hors de l'intervalle de confiance. ce qui s'explique par un mauvais ajustement de ces données à cette loi.

Comparaison de la méthode de moment avec celle de Maximum de vraisemblance :

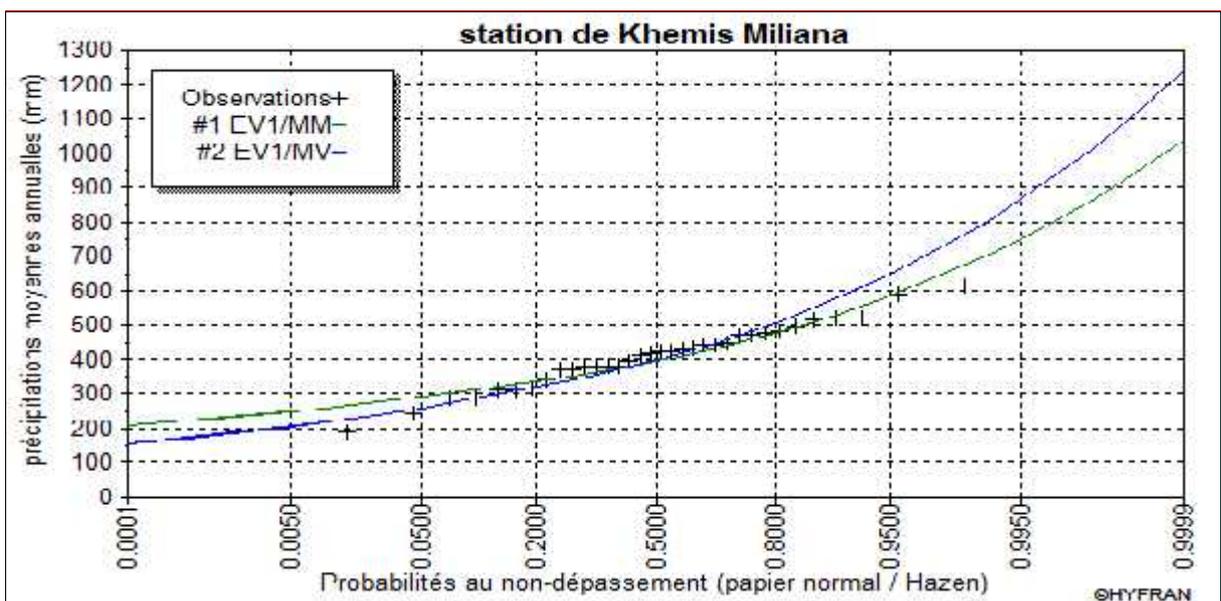


Figure 3.3. Comparaison des méthodes

## Chapitre 3

### Ajustement des précipitations de deux stations de K.miliana et Miliana

D'après la comparaison entre les deux méthodes et selon le graphique de la figure 3.4 on remarque que les valeurs observés s'ajuste mieux à la méthode de vraisemblance, la plupart des points s'alignée aux autour de la droite de Gumbel, par contre à la méthode de moment on remarque que les valeurs des fréquence supérieur à 0.80 s'éloignent de la droite de Gumbel.

#### 3.6.2. Ajustement de la série pluviométrique à la Loi Normale:

L'expression de la fonction de densité de probabilité de la loi normale est :

$$f ( x ) = \frac{1}{\sqrt{2} f} \int_{-\infty}^u e^{-\frac{1}{2}u^2} du \quad (3.4)$$

Les résultats obtenus par cette méthode sont mentionnés dans le tableau 3.5 et 3.6 et la figure 3.4 illustre les paramètres d'ajustement de la loi normale.

**Tableau 3.5.** Caractéristique de l'échantillon

Paramètres	Valeurs
Minimum ( Min )	192.1
Maximum (Max )	612.9
Moyenne ( Moy )	411
Ecart-type ( u )	92.7
Médiane ( Me )	420
Coefficient de variation (Cv)	0.22
Coefficient d'asymétrie (Cs)	- 0.11
Coefficient d'aplatissement (Ck)	2.83
paramètre de localisation (mu)	411.23
paramètre d'échelle ( † )	92.67

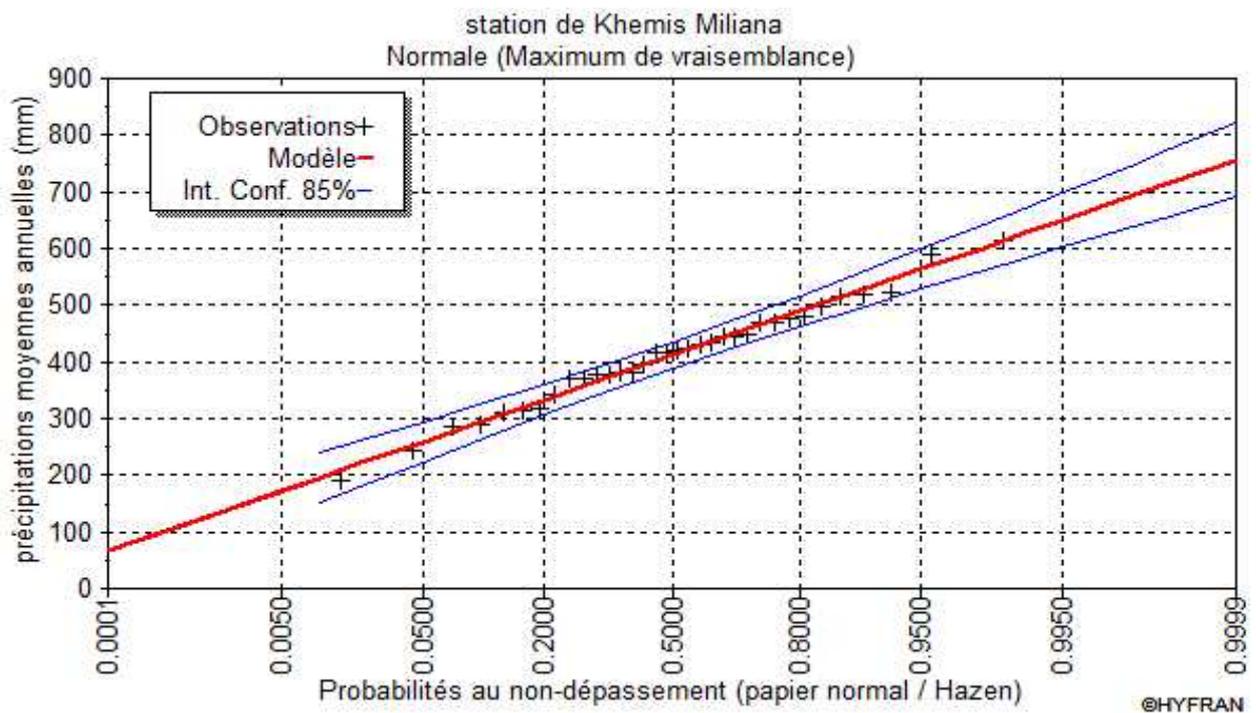
### Chapitre 3

#### Ajustement des précipitations de deux stations de K.miliana et Miliana

**Tableau 3.6.** Résultats d'ajustement à la loi de Normale (M.V)

T (ans)	Fréquence	XT (mm)	Ecart-type	Intervalle de confiance (85%)
100	0.0100	200	31	[150, 240]
50	0.0200	220	28	[180, 260]
20	0.0500	260	25	[220, 290]
10	0.1000	290	22	[260, 320]
5	0.2000	330	19	[310, 360]
2	0.5000	410	16	[390, 430]

- Résultats graphique de la loi normale :



**Figure 3.4.** Ajustement des Précipitations moyennes annuelles loi normale

D'après ce graphique on remarque que les points s'alignent à la droite, ce qui s'explique par un mieux d'ajustement de ces données à cette loi.

## Chapitre 3

### Ajustement des précipitations de deux stations de K.miliana et Miliana

#### 3.6.3. Ajustement de la série pluviométrique à la Loi Log Normale :

La fonction de répartition de la loi log normale s'écrit :

$$f(x) = \frac{1}{\dagger \sqrt{2f}} \int_{-\infty}^z e^{-\frac{z^2}{2}} dz \quad (3.5)$$

Où  $z = a \text{Log}(x - x_0) + b$

a, b,  $x_0$  sont des paramètres,  $x_0$  est le paramètre de position.

Les résultats obtenus par cette méthode sont mentionnés dans le tableau 3.7 et 3.8 et la figure 3.5 illustre les paramètres d'ajustement de la Loi Log Normale.

**Tableau 3.7.** Caractéristique de l'échantillon

Paramètres	Valeurs
Minimum (Min)	192.1
Maximum (Max)	612.9
Moyenne (Moy)	411
Ecart-type ( $\sigma$ )	92.7
Médiane (Me)	420
Coefficient de variation (Cv)	0.22
Coefficient d'asymétrie (Cs)	- 0.11
Coefficient d'aplatissement (Ck)	2.83
paramètre de localisation ( $\mu$ )	5.99
paramètre d'échelle ( $\dagger$ )	0.24

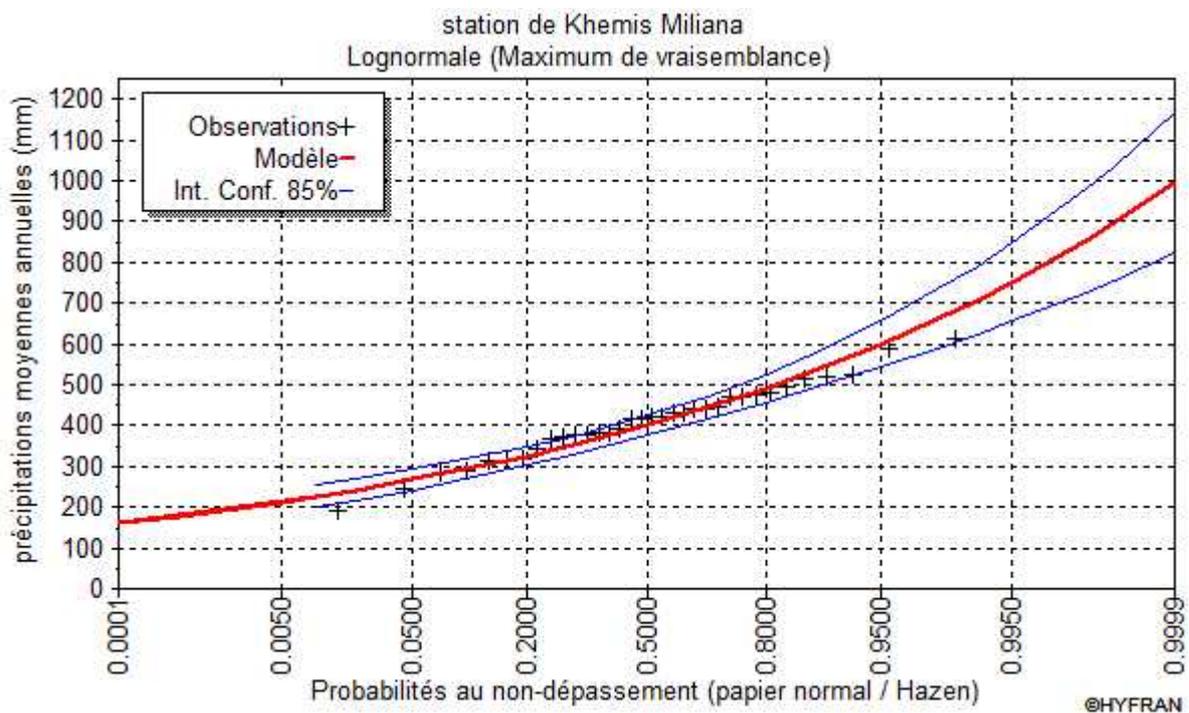
### Chapitre 3

### Ajustement des précipitations de deux stations de K.miliana et Miliana

**Tableau 3.8.** Résultats d'ajustement à la loi Log Normale

T (ans)	Fréquence	XT (mm)	Ecart-type	Intervalle de confiance (85%)
100	0.0100	230	18	[200, 250]
50	0.0200	240	18	[220, 270]
20	0.0500	270	17	[240 ,290]
10	0.1000	290	17	[270, 320]
5	0.2000	330	16	[300, 350]
2	0.5000	400	17	[380, 420]

- Résultats graphique de la loi Log Normale :



**Figure 3.5.** Ajustement des Précipitations moyennes annuelles loi Log Normale

D'après ce graphique on remarque que les points s'alignent à la droite .Ce qui s'explique par un mieux d'ajustement de ces données à cette loi.

## Chapitre 3

### Ajustement des précipitations de deux stations de K.miliana et Miliana

#### 3.6.4. Ajustement de la série pluviométrique à la loi Exponentielle :

L'expression de la fonction de densité de probabilité de la loi Exponentielle est :

$$f(x) = \frac{1}{r} \exp\left\{-\frac{x-m}{r}\right\} \quad (3.6)$$

Les résultats obtenus par cette méthode sont mentionnés dans le tableau 3.9 et 3.10 et la figure 3.6 illustre les paramètres d'ajustement de la loi Exponentielle.

**Tableau 3.9.** Caractéristique de l'échantillon

Paramètres	Valeurs
Minimum ( Min )	192.1
Maximum (Max )	612.9
Moyenne ( Moy )	411
Ecart-type ( u )	92.7
Médiane ( Me )	420
Coefficient de variation (Cv)	0.22
Coefficient d'asymétrie (Cs)	- 0.11
Coefficient d'aplatissement (Ck)	2.83
paramètre de localisation (m)	185.45
paramètre d'échelle ( r )	225.42

**Tableau 3.10.** Résultats d'ajustement à la loi Exponentielle (M.V)

T (ans)	Fréquence	XT (mm)	Ecart-type	Intervalle de confiance (85%)
100	0.0100	190	6.7	[180, 200]
50	0.0200	190	6.6	[180, 200]
20	0.0500	200	6.7	[190, 210]
10	0.1000	210	7.3	[200, 220]
5	0.2000	240	10	[220, 250]
2	0.5000	340	27	[300 , 380]

- Résultats graphique de la loi Exponentielle:

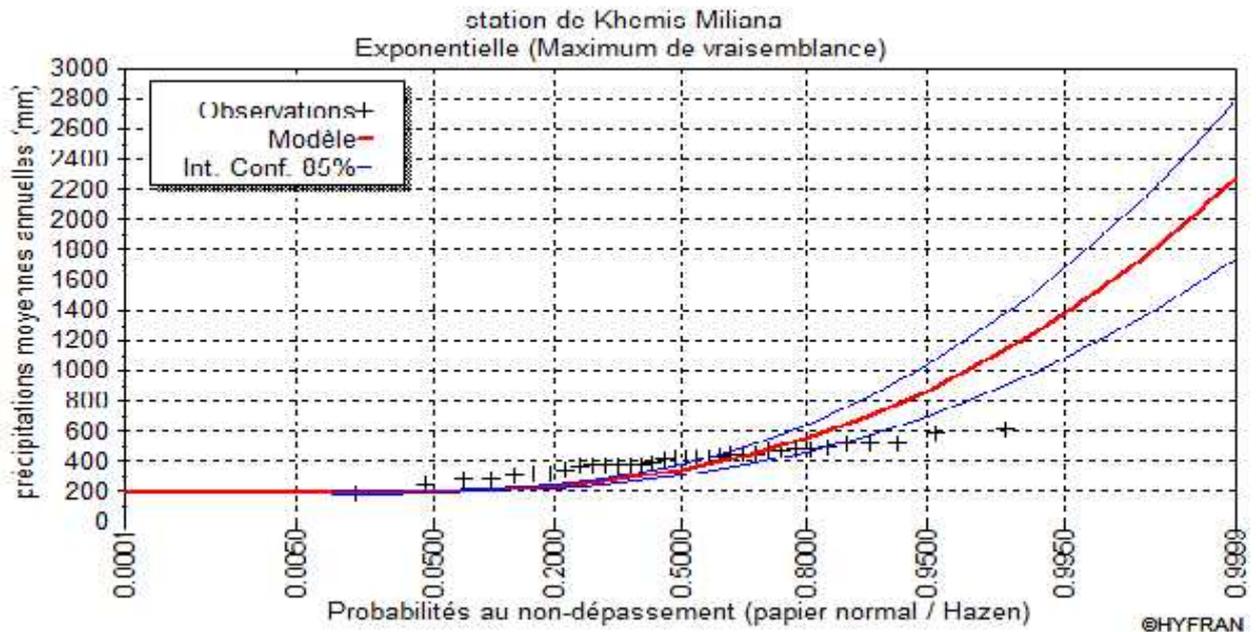


Figure 3.6. Ajustement des Précipitations moyennes annuelles loi Exponentielle

D'après ce graphique on remarque que les points s'alignent à la droite à l'exception de quelques points qui sont hors de l'intervalle de confiance. Ce qui s'explique par un mauvais ajustement de ces données à cette loi.

3.6.5. Comparaison des lois d'Ajustements pour la Station de Khemis Miliana :

La figure 3.7 montre la comparaison graphique entre les quatre lois d'ajustements.

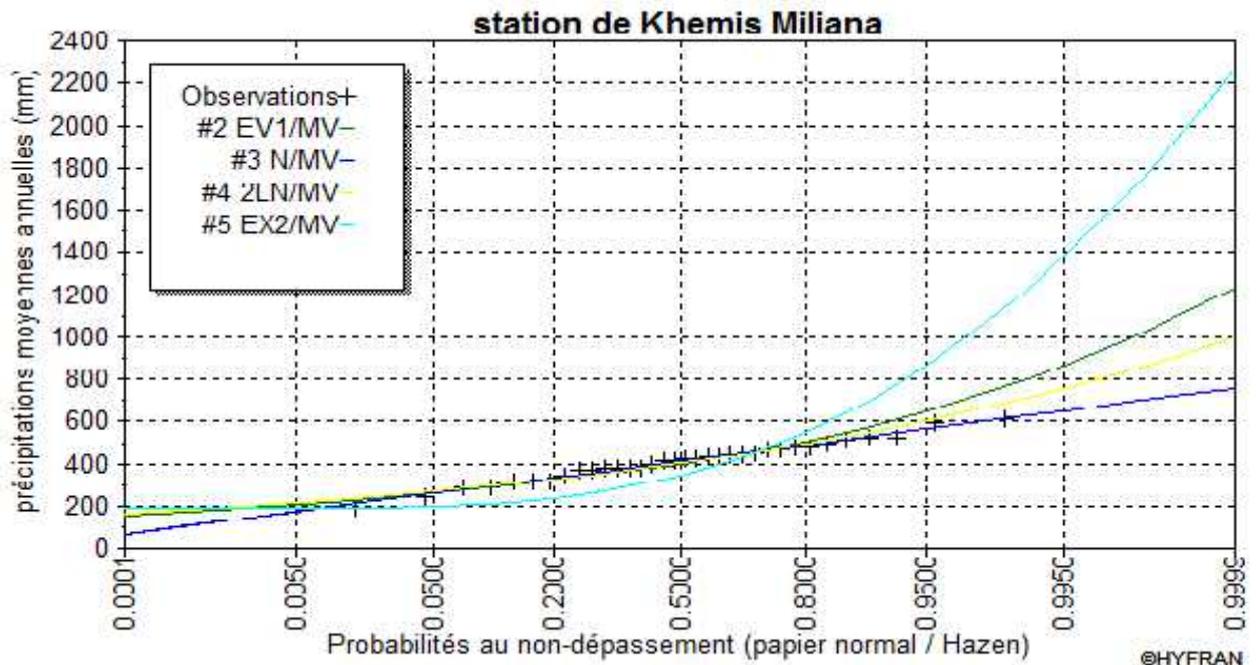


Figure 3.7. Comparaison des Ajustement des lois statistiques

## Chapitre 3

### Ajustement des précipitations de deux stations de K.miliana et Miliana

En plus de cette figure le tableau 3.11 présente aussi une comparaison numérique des critères entre Les différentes lois.

**Tableau 3.11. Critère de comparaison des lois** (toutes égales)

Modèle	Nb paramètre	X (T)	P (mi)	P (mi(x))	BIC	AIC
Normale	2	172.484	25.00	84.20	410.520	407.467
Log normale	2	212.844	25.00	12.30	414.367	411.314
Gumbel	2	206.404	25.00	3.50	416.881	413.828
Exponentielle	2	186.591	25.00	0.00	443.583	440.530

**P (mi)** : probabilité a priori ;

**P (mi(x))** : probabilité a posteriori ;

**BIC** : critère d'information Bayésien ;

**AIC** : critère d'information Akaike ;

Moyenne pondérée par la probabilité a posteriori des quantils (178.636).

#### 3.6.6. Analyse et interprétation :

D'après ces résultats nous avons constate, que la loi normale est la plus adéquate, avec un quantile estimé (  $x(t) = 172.484$  ) plus proche à celui observé ( 178.636) , va on deuxième ordre ci la loi log normale ou la valeur estime est de (212.844),et en dernier lieu c'est la loi Exponentielle avec une valeur de ( 186.591).

### 3.7. Ajustement des précipitations moyennes annuelles de la Station Miliana

#### 3.7.1.Ajustement de la série pluviométrique à la loi de Gumbel:

##### 3.7.1.1. Méthode de moment :

Dans cette partie nous avons utilisé les donnée de la station de Miliana pour une période allant de1980 jusqu'à 2013 avec une série de 34 ans.

Les résultats obtenus par cette méthode sont mentionnés dans le tableau 3.12 et 3.13 et la figure 3.8 ulistrons les paramètres d'ajustements de la loi du Gumbel.

## Chapitre 3

### Ajustement des précipitations de deux stations de K.miliana et Miliana

**Tableau 3.12.** Caractéristique de l'échantillon

Paramètres	Valeurs
Minimum (Min)	370
Maximum (Max)	934
Moyenne (Moy)	662
Ecart-type ( $\sigma$ )	160
Médiane (Me)	644
Coefficient de variation (Cv)	0.24
Coefficient d'asymétrie (Cs)	0.37
Coefficient d'aplatissement (Ck)	1.86
paramètre de localisation (u)	590.18
paramètre d'échelle ( $\sigma$ )	124.52

**Tableau 3.13.** Résultats d'ajustement à la loi de Gumbel (M.M) :

T (ans)	Fréquence	XT (mm)	Ecart type	Intervalle de confiance (85%)
100	0.0100	400	39.6	[343 , 457]
50	0.0200	420	36.7	[367 , 473]
20	0.0500	454	32.3	[407 , 500]
10	0.1000	486	28.4	[445 , 527]
5	0.2000	531	24.6	[496 , 566]
2	0.5000	636	25.1	[600 , 672]

Résultat graphique de la loi Gumbel :

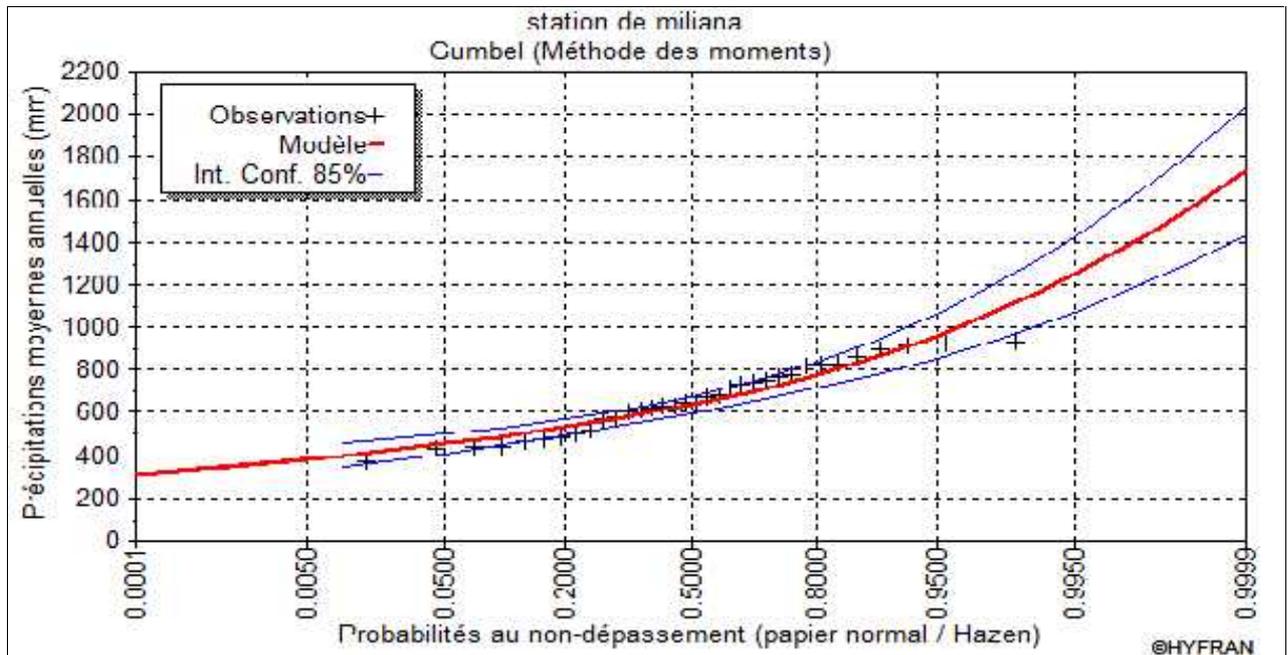


Figure 3.8. Ajustement des Précipitations moyennes annuelles loi de Gumbel (M.M)

D'après cette figure 3.8 on remarque que la plus part des points s'alignent selon la droite de Gumbel avec un coefficient de variation peut significatif de 0.24.

### 3.7.1.2 Méthode Maximum de Vraisemblance :

Les résultats obtenus par cette méthode sont mentionnés dans le tableau 3.14 et 3.15 et la figure 3.9 illustre les paramètres d'ajustement de la loi du Gumbel.

Tableau 3.14. Caractéristique de l'échantillon

Paramètres	Valeurs
Minimum ( Min )	370
Maximum (Max )	934
Moyenne ( Moy )	662
Ecart-type ( u )	160
Médiane ( Me )	644
Coefficient de variation ( Cv )	0.24
Coefficient d'aplatissement ( Ck )	1.86
paramètre de localisation ( u )	582.47
paramètre d'échelle ( r )	146.78

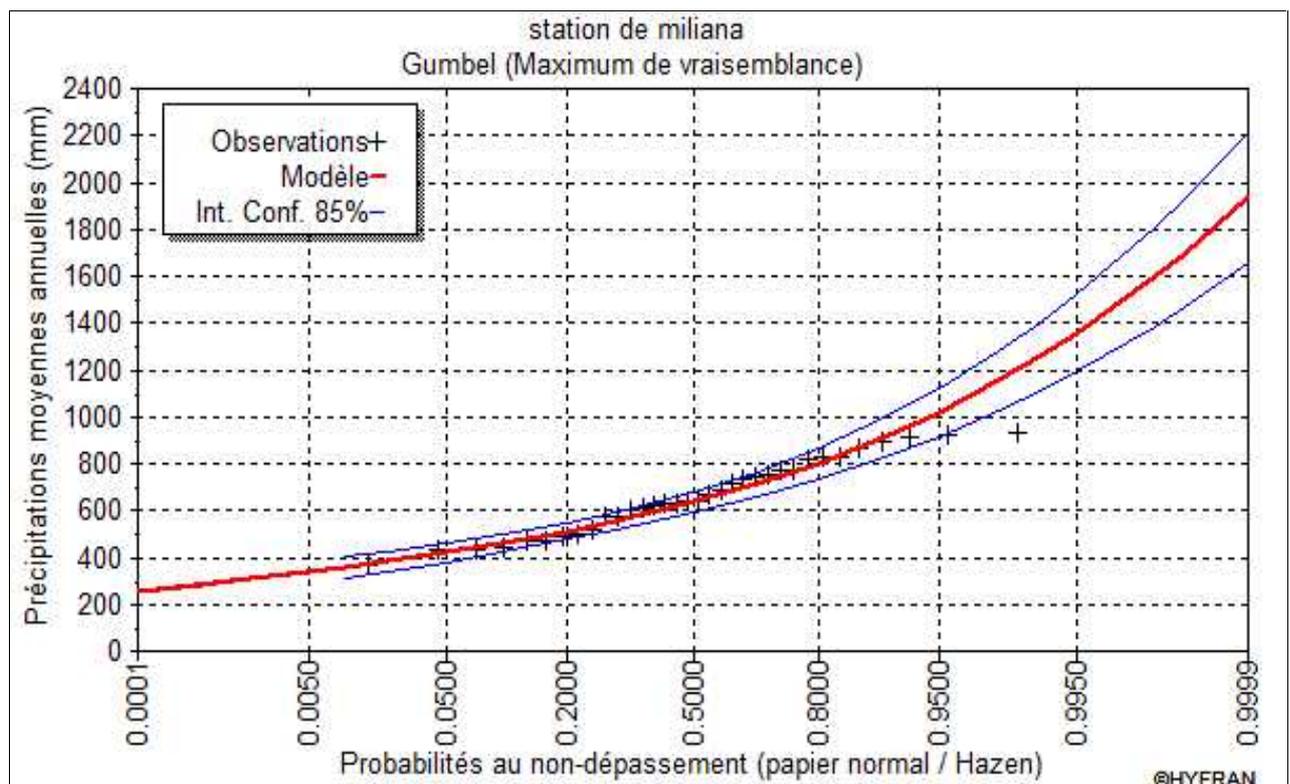
### Chapitre 3

#### Ajustement des précipitations de deux stations de K.miliana et Miliana

**Tableau 3.15.** Résultats d'ajustement à la loi de Gumbel (M.M) :

T (ans)	Fréquence	XT (mm)	Ecart type	Intervalle de confiance (85%)
100	0.0100	358	34	[309 , 407]
50	0.0200	382	31.8	[336 , 428]
20	0.0500	421	28.9	[380 , 463]
10	0.1000	460	26.7	[422 , 498]
5	0.2000	513	25.2	[476 , 549]
2	0.5000	636	29.4	[594 , 679 ]

#### Résultats graphiques de la loi Gumbel :



**Figure 3.9.** Ajustement des Précipitations moyennes annuelles loi de Gumbel (M.V)

D'après ce graphique on remarque que les points s'alignent à la droite de Gumbel, Ce qui s'explique par un mieux d'ajustement de ces données à cette loi.

- Comparaison de la méthode de moment avec celle de Maximum de vraisemblance :

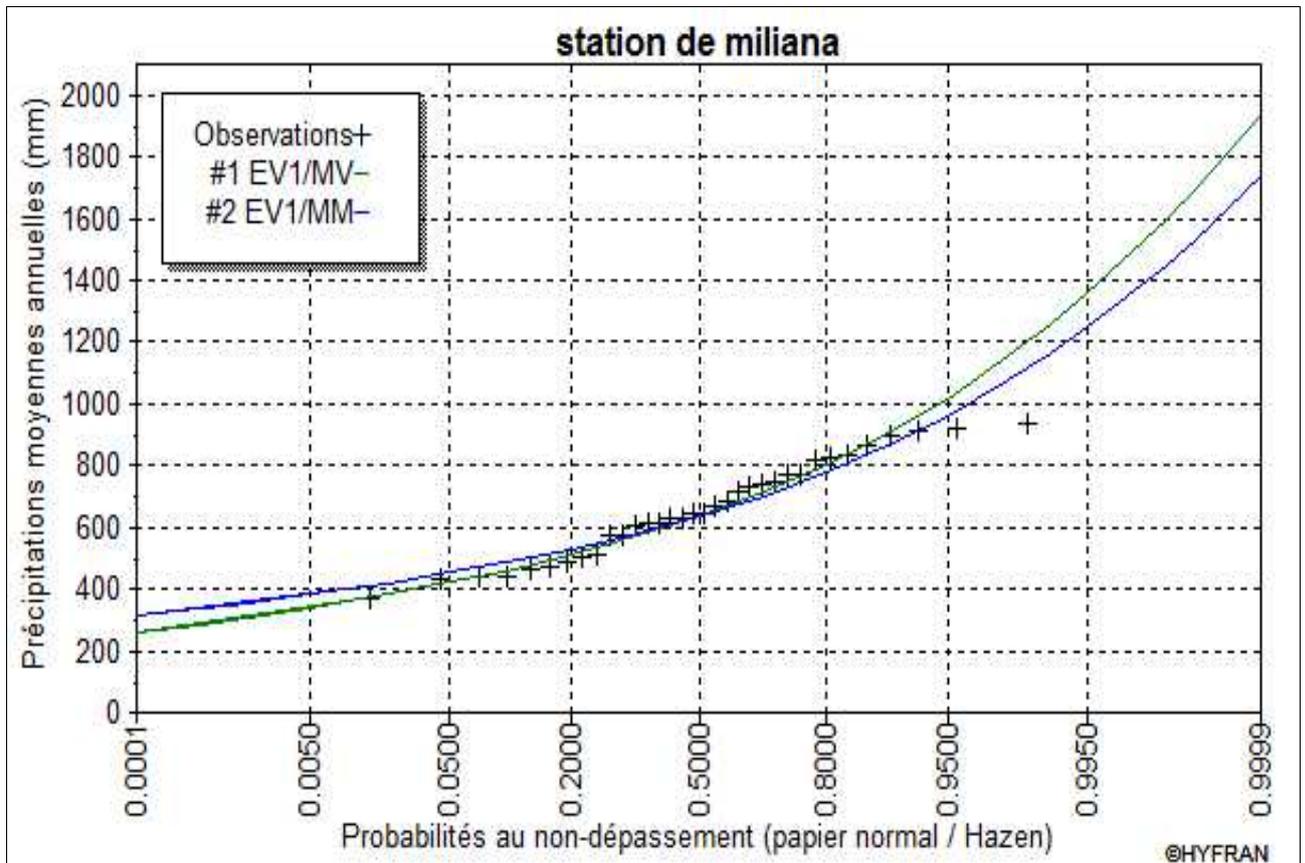


Figure 3.10. Comparaison des méthodes

D'après la comparaison entre les deux méthodes et selon le graphique de la figure 3.10 on remarque que les valeurs observés s'ajuste mieux à la méthode de vraisemblance, la plupart des points s'alignée aux autour de la droite de Gumbel, par contre à la méthode de moment on remarque que les valeurs des fréquence supérieur à 0.20 s'éloignent de la droite de Gumbel.

## Chapitre 3

### Ajustement des précipitations de deux stations de K.miliana et Miliana

#### 3.7.2. Ajustement de la série pluviométrique à la Loi Normale :

Les résultats obtenus par cette méthode sont mentionnés dans le tableau 3.16 et 3.17 et la figure 3.11 illustrent les paramètres d'ajustement de la loi Normale.

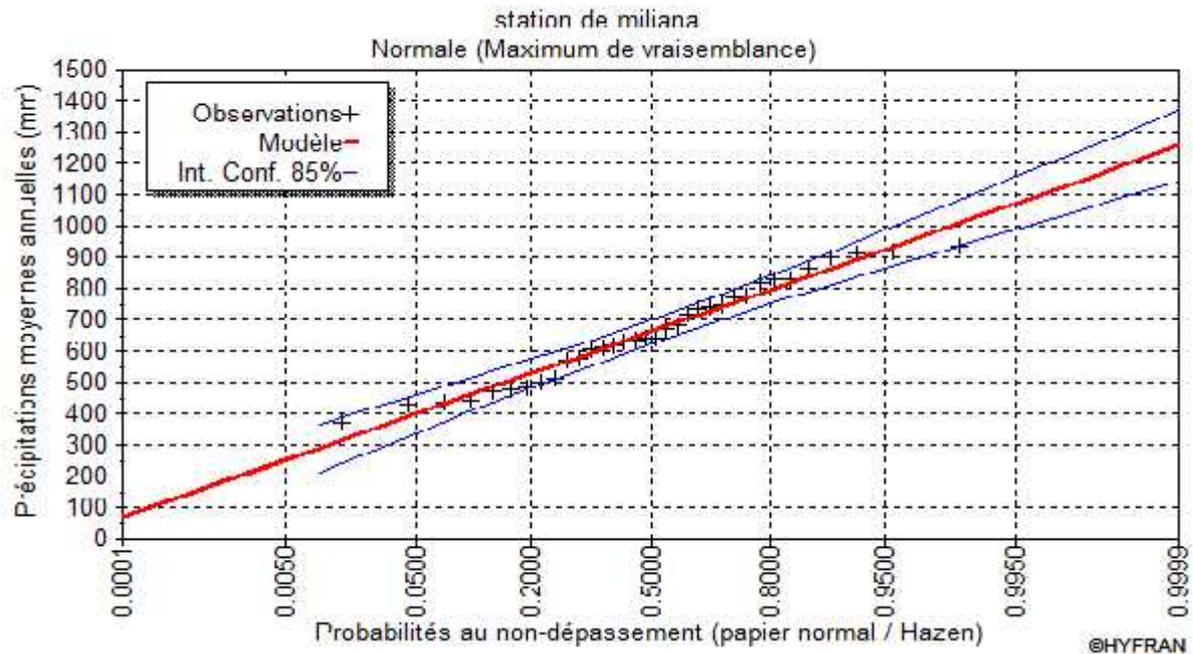
**Tableau 3.16 :** Caractéristique de l'échantillon

Paramètres	Valeurs
Minimum (Min)	370
Maximum (Max)	934
Moyenne (Moy)	662
Ecart-type ( $\sigma$ )	160
Médiane (Me)	644
Coefficient de variation (Cv)	0.241
Coefficient d'asymétrie (Cs)	0.037
Coefficient d'aplatissement (Ck)	1.86
paramètre de localisation ( $\mu$ )	662.05
paramètre d'échelle ( $\sigma$ )	159.71

**Tableau 3.17:** Résultats d'ajustement à la loi de Normale (M.V)

T (ans)	Fréquence	XT (mm)	Ecart-type	Intervalle de confiance (85%)
100	0.0100	290	53.3	[214, 367]
50	0.0200	334	48.8	[264, 404]
20	0.0500	399	42.4	[338, 460]
10	0.1000	457	37.2	[404, 511]
5	0.2000	528	32.0	[482, 574]
2	0.5000	662	27.4	[623, 701]

- Résultats graphique de la loi normale :



**Figure 3.11.** Ajustement des Précipitations moyennes annuelles loi normale

D'après ce graphique on remarque que les points s'alignent à la droite. Ce qui s'explique par un mieux d'ajustement de ces données à cette loi.

**3.7.3. Ajustement de la série pluviométrique à la Loi Log Normale :**

Les résultats obtenus par cette méthode sont mentionnés dans le tableau 3.18 et 3.19 et la figure 3.12 illustrent les paramètres d'ajustement de la loi log normale.

**Tableau 3.18.** Caractéristique de l'échantillon

Paramètres	Valeurs
Minimum (Min)	370
Maximum (Max)	934
Moyenne (Moy)	662
Ecart-type ( $\sigma$ )	160
Médiane (Me)	644
Coefficient de variation (Cv)	0.241
Coefficient d'asymétrie (Cs)	0.037
paramètre de localisation ( $\mu$ )	6.45
paramètre d'échelle ( $\tau$ )	0.251

Tableau 3.19. Résultats d'ajustement à la loi log normale

T (ans)	fréquence	XT (mm)	Ecart-type	Intervalle de confiance (85%)
100	0.0100	358	30.1	[314, 401]
50	0.0200	383	29.5	[341, 426]
20	0.0500	425	28.4	[384, 466]
10	0.1000	465	27.3	[426, 505]
5	0.2000	520	26.2	[482, 558]
2	0.5000	643	27.8	[603, 683]

- Résultats graphique de la loi Log Normale :

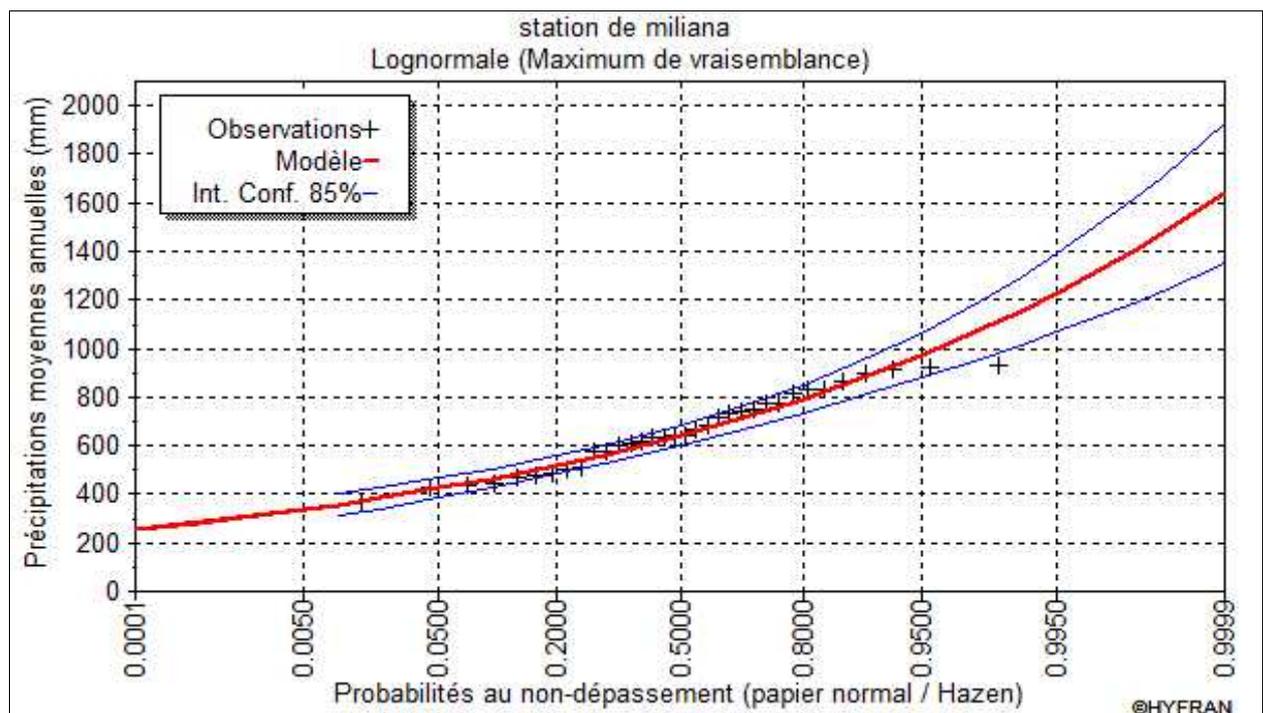


Figure 3.12. Ajustement des Précipitations moyennes annuelles loi log normale

D'après ce graphique on remarque que les points s'alignent à la droite, Ce qui s'explique par un mieux d'ajustement de ces données à cette loi.

3.7.4. Ajustement de la série pluviométrique à la Loi Exponentielle :

Les résultats obtenus par cette méthode sont mentionnés dans le tableau 3.20 et 3.21 et la figure 3.13 illustre les paramètres d'ajustement de la loi Exponentielle.

### Chapitre 3

#### Ajustement des précipitations de deux stations de K.miliana et Miliana

**Tableau 3.20.** Caractéristique de l'échantillon

Paramètres	Valeurs
Minimum ( Min )	370
Maximum (Max )	934
Moyenne ( Moy )	662
Ecart-type ( $\sigma$ )	160
Médiane ( Me )	644
Coefficient de variation (Cv)	0.241
Coefficient d'asymétrie (Cs)	0.0371
Coefficient d'aplatissement (Ck)	1.86
paramètre de localisation (m)	361.16
paramètre d'échelle ( $\sigma$ )	300.42

**Tableau 3.21.** Résultats d'ajustement à la loi Exponentielle (M .V)

T (ans)	Fréquence	XT (mm)	Ecart-type	Intervalle de confiance (85%)
100	0.0100	364	8.89	[351, 377]
50	0.0200	367	8.85	[350, 380]
20	0.0500	377	8.91	[360 ,390]
10	0.1000	393	9.69	[380, 410]
5	0.2000	428	13.4	[410, 450]
2	0.5000	569	35.8	[520, 620]

- Résultats graphique de la loi Exponentielle:

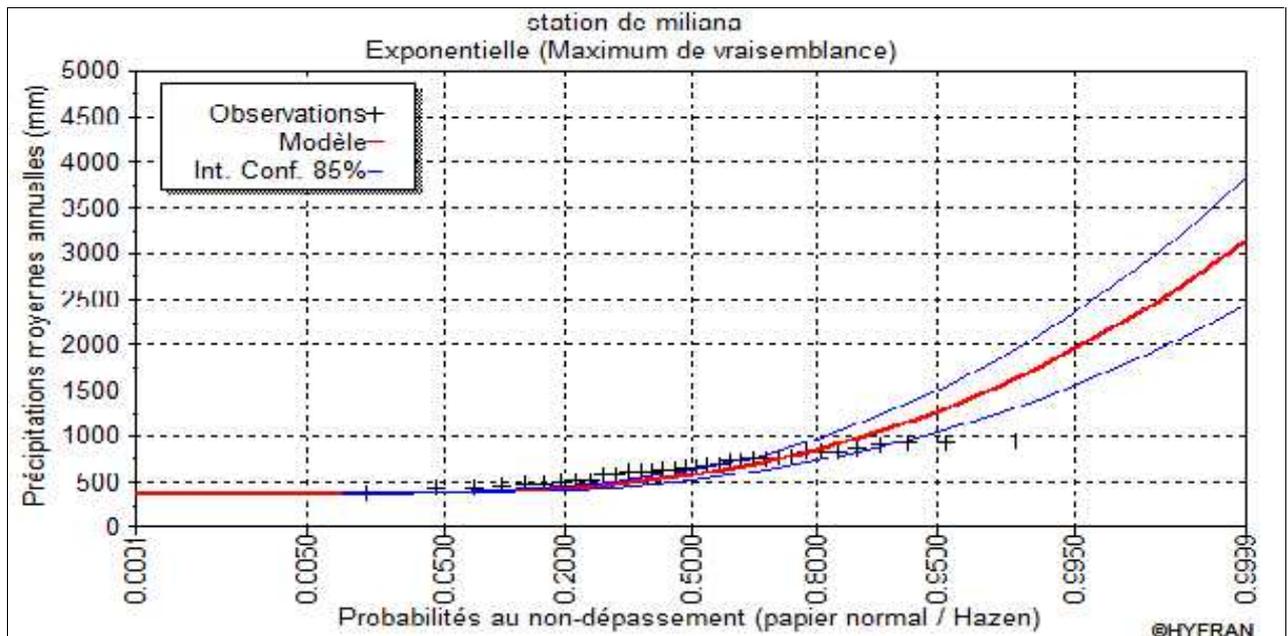


Figure 3.13. Ajustement des Précipitations moyennes annuelles loi Exponentielle

D'après ce graphique on remarque que les points s'alignent à la droite à l'exception de quelques points qui sont hors de l'intervalle de confiance. Ce qui s'explique par un mauvais ajustement de ces données à cette loi.

3.7.5. Comparaison des lois d'ajustements pour la Station de Miliana :

La figure 3.14 montre la comparaison graphique entre les quatre lois d'ajustements.

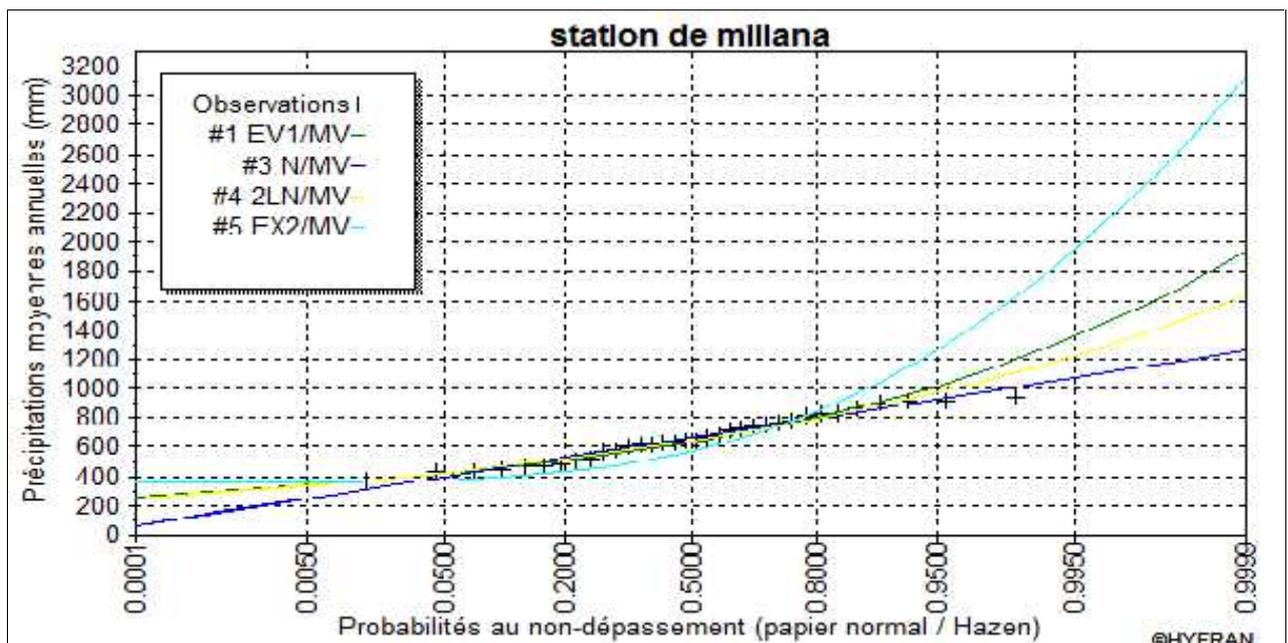


Figure 3.14. Comparaison des Ajustement des lois statistiques

## Chapitre 3

### Ajustement des précipitations de deux stations de K.miliana et Miliana

En plus de cette figure le tableau 3.22 présentes aussi des comparaisons numériques des critères entre les différentes lois.

**Tableau 3.22. Critère de comparaison des lois** (toutes égales)

Modèle	Nb paramètre	X (T)	P (mi)	P (mi (x))	BIC	AIC
Log normale	2	250.603	25.00	50.88	447.530	444.477
Normale	2	335.912	25.00	32.61	448.420	445.367
Gumbel	2	337.748	25.00	16.49	449.784	446.731
Exponentielle	2	362.658	25.00	0.02	463.116	460.063

**p(mi)** : probabilité a priori ;

**p(mi(x))** : probabilité a posteriori ;

**BIC** : critère d'information Bayésien ;

**AIC** : critère d'information Akaike ;

Moyenne pondérée par la probabilité a posteriori des quantiles (292.276).

#### 3.7.6. Analyse et interprétation :

D'après ces résultats nous avons constaté, que la loi log normale est la plus adéquate, avec un quantile estimé  $X(t) = 250.603$  plus proche à celui observé (292.276), va on deuxième ordre ci la loi normale ou la valeur estimée et de (335.912) et en dernier lieu c'est la loi Exponentielle avec une valeur de (362.658).

## Chapitre 3

### Ajustement des précipitations de deux stations de K.miliana et Miliana

#### 3.8. Ajustement des précipitations moyennes mensuelles Station de Khemis Miliana:

##### 3.8.1.Méthodologie de travail:

Dans cette partie nous avons pris comme données les valeurs des précipitations mensuelles, on utilisant uniquement un mois pour chaque saison.

Les résultats de l'application des lois, obtenu par le logiciel hyfran en utilisant la méthode de moment et la méthode de vraisemblance et de intervalle de confiance « 85% ».

##### 3.8.2. Ajustement de la série pluviométrique à la loi de Gumbel : mois septembre

###### 3.8.2.1. Méthode de moment :

Dans cette partie nous avons utilisé les données de la Station de Khemis Miliana pour une période allant de 1980 Jusqu'à 2013 avec une série de 34 ans.

Les résultats obtenus par cette méthode sont mentionnés dans le tableau 3.23 et la figure 3.15

**Tableau 3.23.**Caractéristique de l'échantillon

Paramètres	Valeurs
Minimum (Min)	0.1
Maximum (Max)	363
Moyenne (Moy)	29.5
Ecart-type ( $\sigma$ )	61.3
Médiane (Me)	20
Coefficient de variation (Cv)	2.08
Coefficient d'asymétrie (Cs)	5.17
Coefficient d'aplatissement (Ck)	25.8
paramètre de localisation (u)	1.89
paramètre d'échelle ( $r$ )	47.81

## Chapitre 3

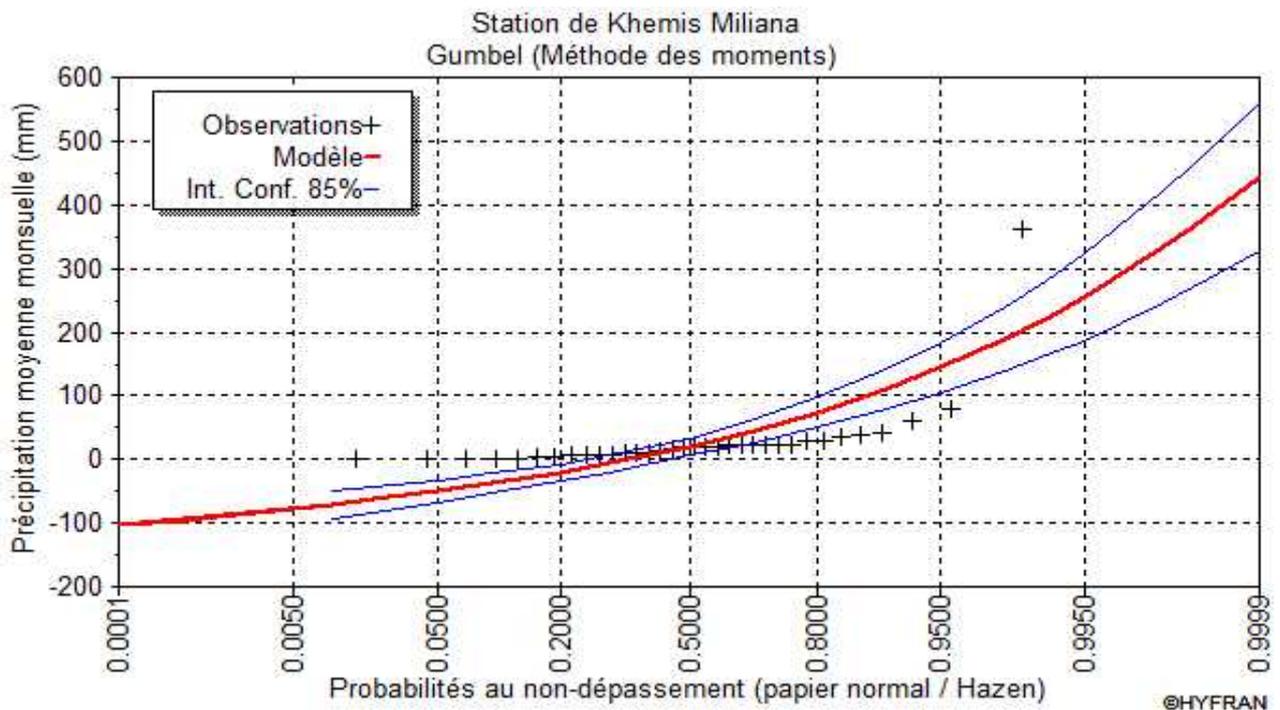
### Ajustement des précipitations de deux stations de K.miliana et Miliana

Le tableau 3.24 présente les quantiles estimés par la loi de Gumbel pour les différentes fréquences.

**Tableau 3.24.** Résultats d'ajustement à la loi de Gumbel (M.M)

T (ans)	Fréquence	XT (mm)	Ecart type	Intervalle de confiance (85%)
100	0.0100	- 71.1	15.2	[ - 93 , - 49.2 ]
50	0.0200	- 63.3	14.1	[ - 83.6,- 0.43 ]
20	0.0500	- 50.6	12.4	[ - 68.4, - 32.7]
10	0.1000	- 38.0	10.9	[ - 53.7, - 22.3]
5	0.2000	- 20.9	9.44	[ -34.5,- 7.27 ]
2	0.5000	- 6.98	8.87	[ 5.52 , 33.3 ]

Résultat graphique de la loi Gumbel :



**Figure 3.15.** Ajustement des Précipitations moyennes mensuelles loi de Gumbel (M.M)

D'après ce graphique on remarque que les points qui sont on d'hors de l'intervalle de confiance. Ce qui s'explique par un mauvais ajustement de ces données à cette loi.

## Chapitre 3

### Ajustement des précipitations de deux stations de K.miliana et Miliana

#### 3.8.2.2. Méthode Maximum de vraisemblance :

Les résultats obtenus par cette méthode sont mentionnés dans le tableau 3.25 et la figure 3.16.

**Tableau 3.25.** Caractéristique de l'échantillon.

Paramètres	Valeurs
Minimum (Min)	0.1
Maximum (Max)	363
Moyenne (Moy)	29.5
Ecart-type ( $\sigma$ )	61.3
Médiane (Me)	20
Coefficient de variation (Cv)	2.08
Coefficient d'asymétrie (Cs)	5.17
Coefficient d'aplatissement (Ck)	25.8
paramètre de localisation (u)	14.44
paramètre d'échelle ( $r$ )	19.43

Le tableau 3.26 présente les quantiles estimés par la loi de Gumbel pour les différentes fréquences.

**Tableau 3.26.** Résultats d'ajustement à la loi de Gumbel (M .V).

T (ans)	Fréquence	XT (mm)	Ecart type	Intervalle de confiance (85%)
100	0.0100	- 15.2	4.50	[ - 21.7, - 1.9 ]
50	0.0200	- 12.1	4.22	[ -18.1, - 6.00]
20	0.0500	- 6.88	3.82	[ -12.4, -1.38 ]
10	0.1000	- 1.77	3.53	[ - 6.86, - 3.32]
5	0.2000	5.19	3.34	[ 0.382, 10.0 ]
2	0.5000	21.6	3.90	[ 10.0 , 27.2 ]

Résultats graphiques de la loi Gumbel :

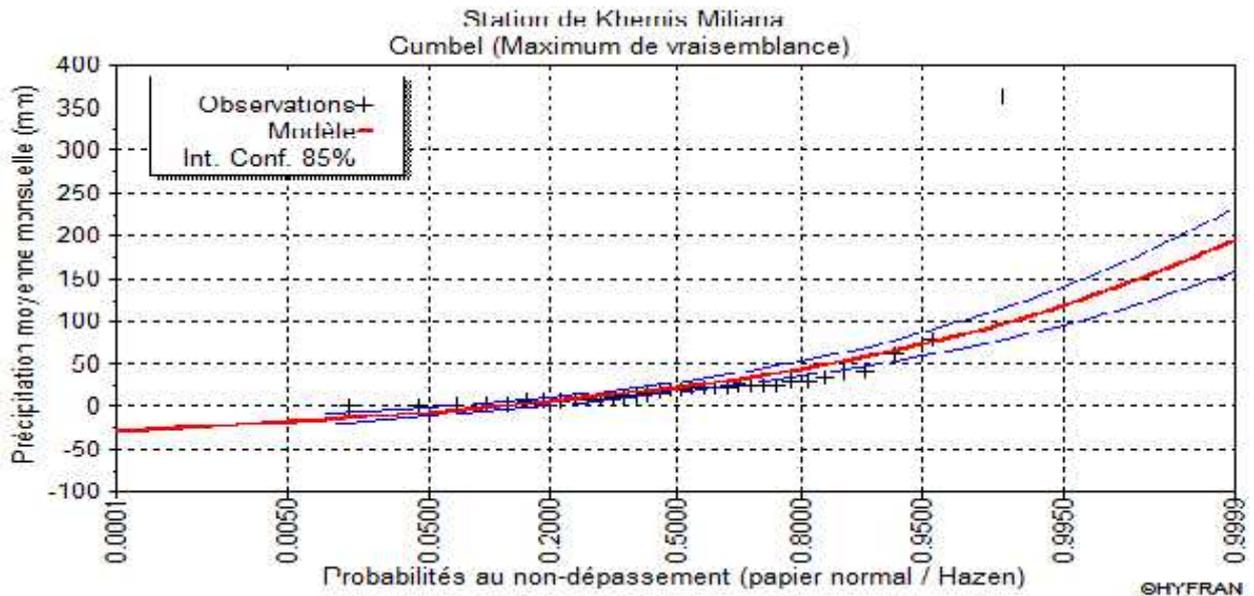


Figure 3.16. Ajustement des Précipitations moyennes mensuelles loi de Gumbel (M.V)

D'après ce graphique on remarque que les points s'alignent à la droite à l'exception de quelque points qui sont on d'hors de l'intervalle de confiance. Ce qui s'explique par un mieux d'ajustement de ces données à cette loi.

- Comparaison de la méthode de moment avec celle de Maximum de vraisemblance :

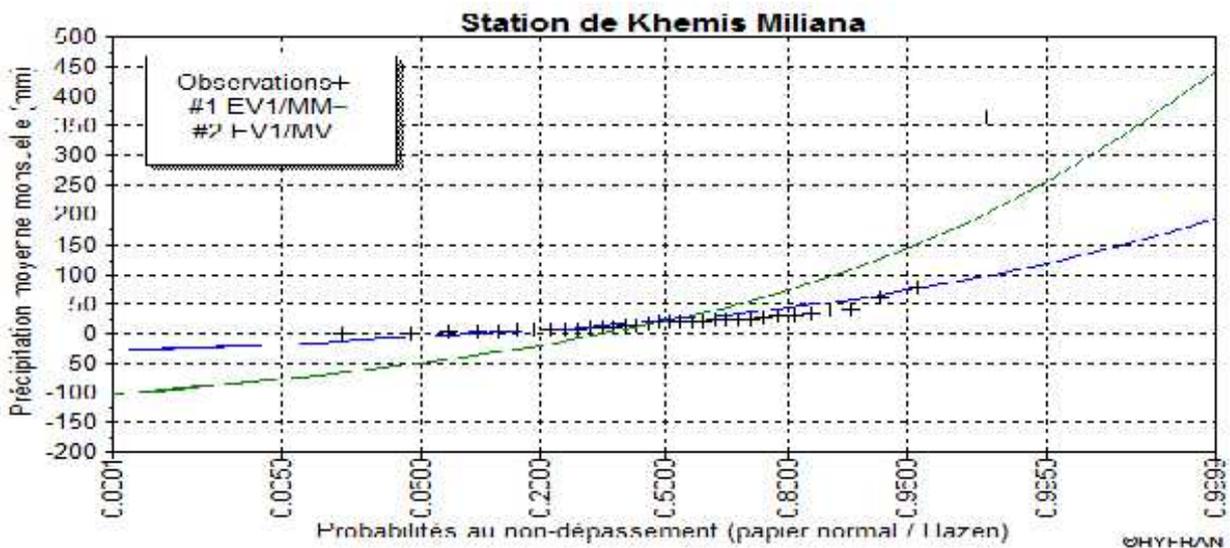


Figure 3.17. Comparaison des méthodes

D'après la comparaison entre les deux méthodes et selon le graphique de la figure 3.17 on remarque que les valeurs observés s'ajuste mieux à la méthode de vraisemblance, la plupart des points s'alignée aux autour de la droite de Gumbel.

## Chapitre 3

### Ajustement des précipitations de deux stations de K.miliana et Miliana

#### 3.8.3. Ajustement de la série pluviométrique à la Loi Normale :

Les résultats obtenus par cette méthode sont mentionnés dans le tableau 3.27 et la figure 3.18.

**Tableau 3.27.** Caractéristique de l'échantillon

Paramètres	Valeurs
Minimum (Min)	0.1
Maximum (Max)	363
Moyenne (Moy)	29.5
Ecart-type ( $\sigma$ )	61.3
Médiane (Me)	20
Coefficient de variation (Cv)	2.08
Coefficient d'asymétrie (Cs)	5.17
Coefficient d'aplatissement (Ck)	25.8
paramètre de localisation ( $\mu$ )	29.49
paramètre d'échelle ( $\sigma$ )	61.32

Le tableau 3.28 présente les quantiles estimés par la loi de Gumbel pour les différentes fréquences.

**Tableau 3.28.** Résultats d'ajustement à la loi de Normale (M .V)

T (ans)	fréquence	XT (mm)	Ecart-type	Intervalle de confiance (85%)
100	0.0100	- 113	20.5	[ - 143 , - 83.7 ]
50	0.0200	- 96.5	18.7	[ - 123 , - 69.5]
20	0.0500	- 71.4	16.3	[ - 94.8 , - 48 ]
10	0.1000	- 49.1	14.3	[ - 69.7, - 28.5 ]
5	0.2000	- 22.1	12.3	[ -39.8, - 4.42 ]
2	0.5000	29.5	10.5	[ 14.3 , 44.6 ]

- Résultats graphique de la loi normale :

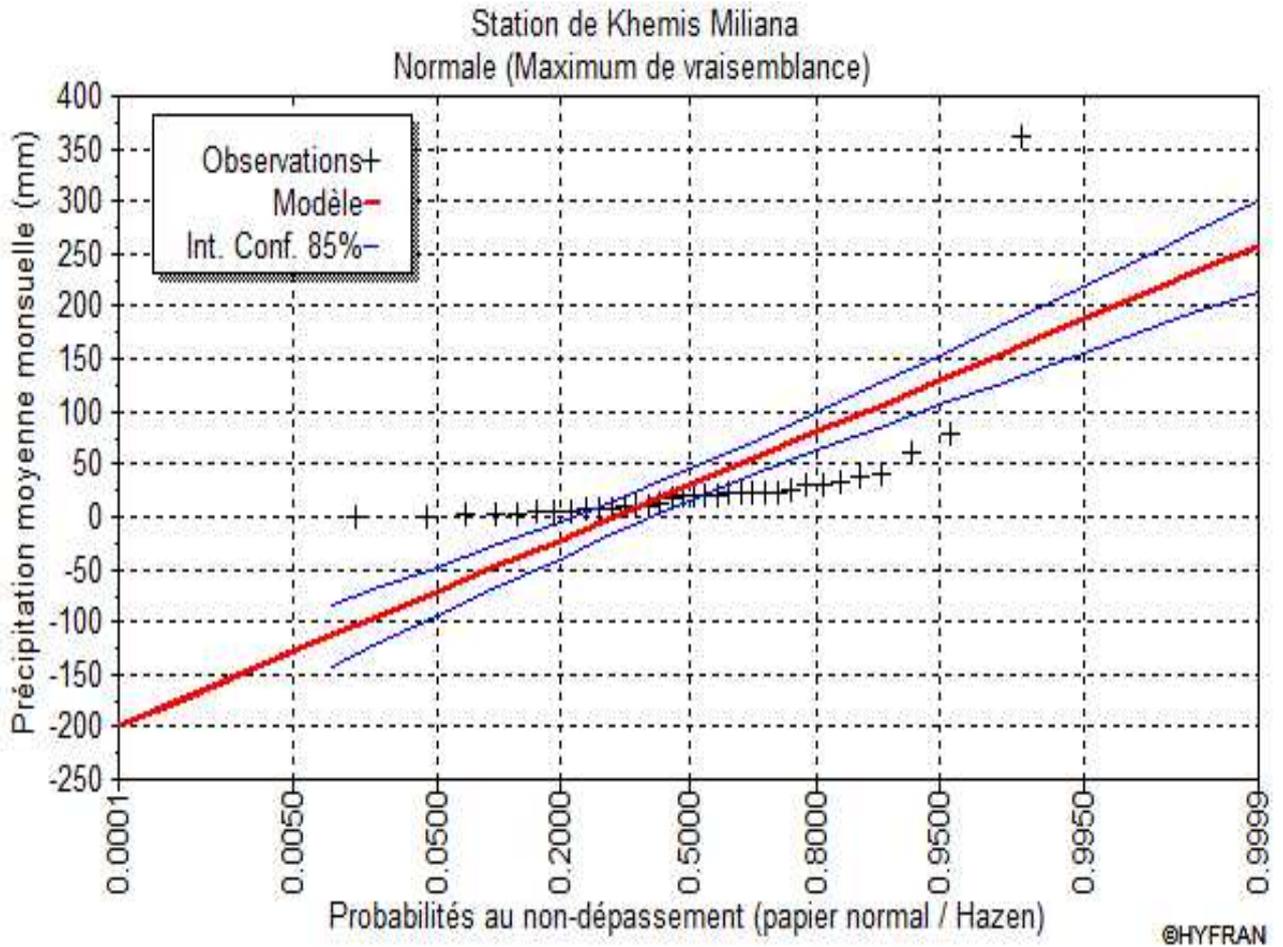


Figure 3.18. Ajustement de la Précipitations moyennes mensuelles loi normale

D'après ce graphique on remarque que les points qui sont on d'hors de l'intervalle de confiance. Ce qui s'explique par un mauvais ajustement de ces données à cette loi.

## Chapitre 3

### Ajustement des précipitations de deux stations de K.miliana et Miliana

#### 3.8.4. Ajustement de la série pluviométrique à la Loi Log Normale :

Les résultats obtenus par cette méthode sont mentionnés dans le tableau 3.29 et la figure 3.19.

**Tableau 3.29.** Caractéristique de l'échantillon

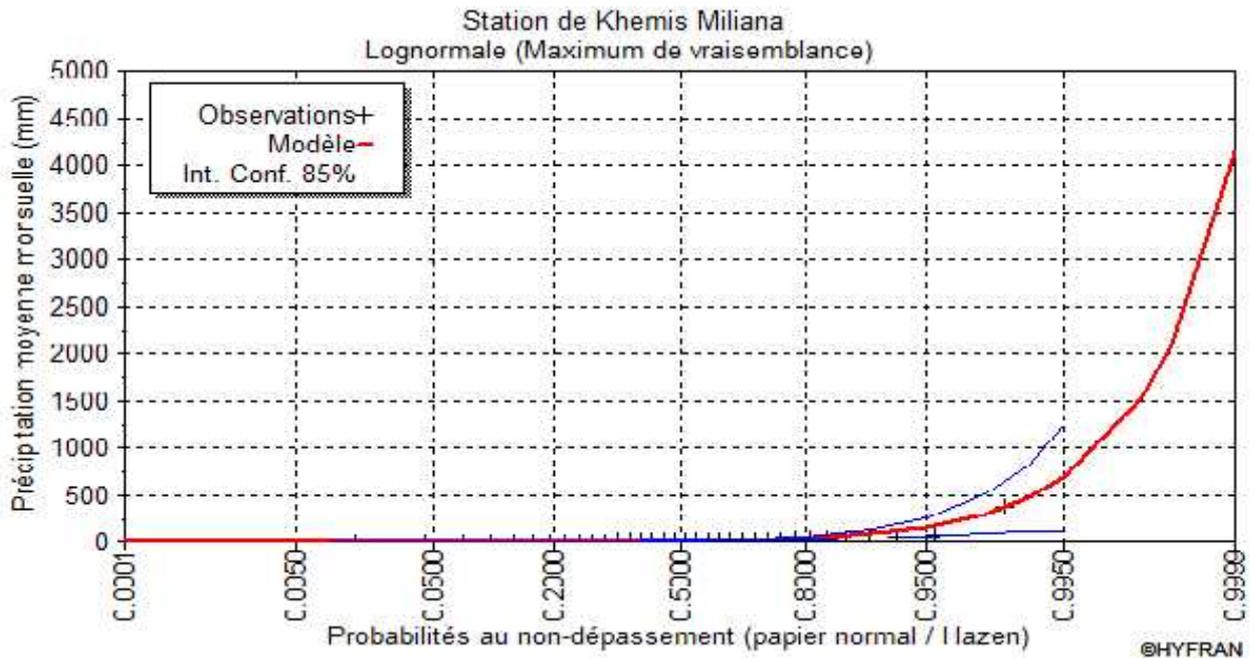
Paramètres	Valeurs
Minimum ( Min )	0.1
Maximum (Max )	363
Moyenne ( Moy )	29.5
Ecart-type ( u )	61.3
Médiane ( Me )	20
Coefficient de variation (Cv)	2.08
Coefficient d'asymétrie (Cs)	5.17
Coefficient d'aplatissement (Ck)	25.8
paramètre de localisation (mu)	2.47
paramètre d'échelle ( † )	1.57

Le tableau 3.30 présente les quantiles estimés par la loi log normale pour les différentes fréquences.

**Tableau 3.30.** Résultats d'ajustement à la loi log normale (M.V)

T (ans)	Fréquence	XT (mm)	Ecart-type	Intervalle de confiance (85%)
100	0.0100	0.306	0.161	[ 0.074 , 0.537 ]
50	0.0200	0.470	0.226	[ 0.145 , 0.795 ]
20	0.0500	0.894	0.373	[ 0.357 , 1.43 ]
10	0.1000	1.58	0.580	[ 0.748 , 2.42 ]
5	0.2000	3.16	0.997	[ 1.73 , 4.60 ]
2	0.5000	11.9	3.21	[ 7.27 , 16.5 ]

- Résultats graphique de la loi Log Normale :



**Figure 3.19.** Ajustement des Précipitations moyennes mensuelles loi log normale  
 D'après ce graphique on remarque que les points s'alignent à la droite, Ce qui s'explique par un mieux d'ajustement de ces données à cette loi.

**3.8.5. Ajustement de la série pluviométrique à la Exponentielle :**

Les résultats obtenus par cette méthode sont mentionnés dans le tableau 3 et la figure 3.20.

**Tableau 3.31.** Caractéristique de l'échantillon

Paramètres	Valeurs
Minimum (Min)	0.1
Maximum (Max)	363
Moyenne (Moy)	29.5
Ecart-type ( u )	61.3
Médiane (Me)	20
Coefficient de variation (Cv)	2.08
Coefficient d'asymétrie (Cs)	5.17
paramètre de localisation (m)	30.28
paramètre d'échelle ( r )	- 0.79

### Chapitre 3

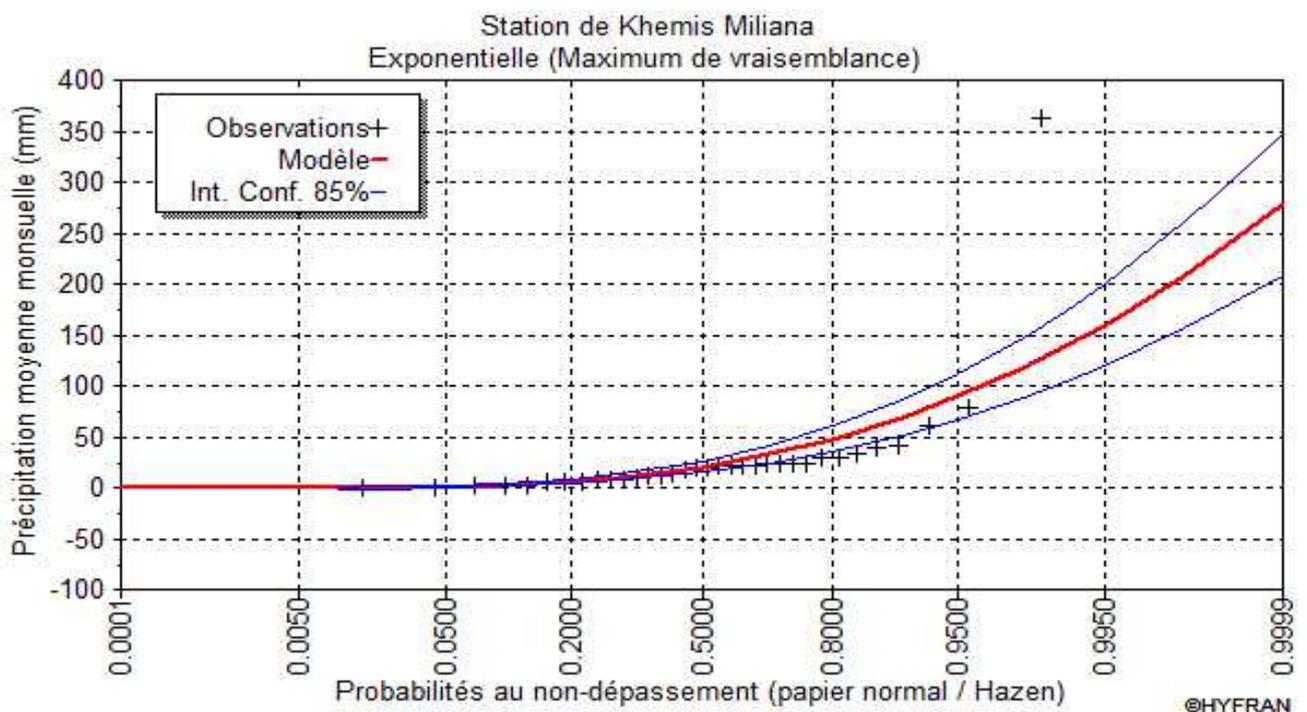
#### Ajustement des précipitations de deux stations de K.miliana et Miliana

Le tableau 3.32 présente les quantiles estimés par la loi log normale pour les différentes fréquences.

**Tableau 3.32.** Résultats d'ajustement à la loi Exponentielle (M.V)

T (ans)	Fréquence	XT (mm)	Ecart-type	Intervalle de confiance (85%)
100	0.0100	- 0.486	0.896	[ -1.78 , 0.804 ]
50	0.0200	- 0.179	0.892	[ - 1.46 , 1.11 ]
20	0.0500	0.763	0.898	[ - 0.53 , 2.06 ]
10	0.1000	2.40	0.976	[ 0.994 , 3.81 ]
5	0.2000	5.97	1.36	[ 4.02 , 7.92 ]
2	0.5000	20.2	3.6	[ 15.0 , 25.4 ]

#### - Résultats graphique de la loi Exponentielle:



**Figure 3.20.** Ajustement des Précipitations moyennes mensuelles loi Exponentielle

D'après ce graphique on remarque que les points s'alignent à la droite à l'exception de quelques points qui sont en dehors de l'intervalle de confiance. Ce qui s'explique par un meilleur ajustement de ces données à cette loi.

3.8.6. Comparaison les lois d'Ajustements pour la station Miliana :

La figure 3.21 montre les comparaisons graphiques entre les quatre lois d'ajustements.

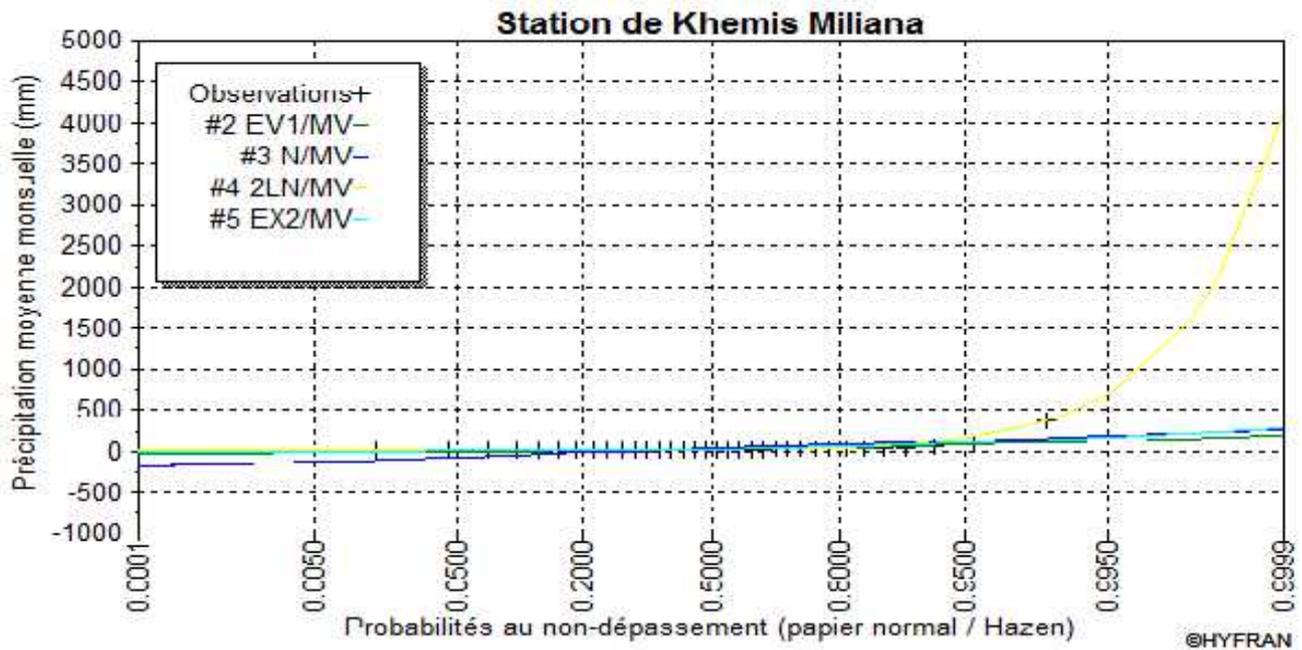


Figure 3.21. Comparaison des Ajustement des lois statistiques

En plus de cette figure le tableau 3.33 présentes aussi des comparaisons numériques des critères entre les différentes lois.

Tableau 3.33. Critère de comparaison des lois (toutes égales)

Modèle	Nb paramètre	X (T)	P (mi)	P (mi(x))	BIC	AIC
Log normale	2	461.988	25.00	93.36	301.682	298.629
Exponentielle	2	138.662	25.00	6.64	306.970	303.917
Gumbel	2	103.852	25.00	0.00	328.089	235.036
Normale	2	172.171	25.00	0.00	382.436	379.384

**p (mi)** : probabilité a priori ;

**p (mi(x))** : probabilité a posteriori ;

**BIC** : critère d'information Bayésien ;

**AIC** : critère d'information Akaike ;

Moyenne pondérée par la probabilité a posteriori des quantiles (440.530).

## Chapitre 3

### Ajustement des précipitations de deux stations de K.miliana et Miliana

#### 3.8.7 Analyse et interprétation :

D'après ces résultats nous avons constaté, que la loi log normale adéquate, avec un quantile estimé  $x(t) = (461.988)$  plus proche à celui observé (440.530), va on deuxième ordre ci la loi Exponentielles la valeur estime et de (138.662) , et en dernier lieu c'est la loi normale avec une valeur de (172.171).

**Remarque :** pour les autre mois les résultats d'ajustement sont ulistrés aux annexe.

#### 3.9. Ajustement des précipitations moyennes mensuelles Station de Miliana

##### 3.9.1.Ajustement de la série pluviométrique à la loi de Gumbel : mois septembre

##### 3.9.1.1. Méthode de moment :

Dans cette partie nous avons utilisé les données de la station de Miliana pour une période allant de 1980 jusqu'à 2013 avec une série de 34 ans.

Les résultats obtenus par cette méthode sont mentionnés dans le tableau 3.34 et la figure 3.22

**Tableau 3.34.**Caractéristique de l'échantillon

paramètres	Valeurs
Minimum ( Min )	01
Maximum (Max )	96.4
Moyenne ( Moy )	23.5
Ecart-type ( u )	21.2
Médiane ( Me )	18
Coefficient de variation (Cv)	0.90
Coefficient d'asymétrie (Cs)	1.77
Coefficient d'aplatissement (Ck)	5.71
paramètre de localisation (u)	13.98
paramètre d'échelle ( r )	16.51

## Chapitre 3

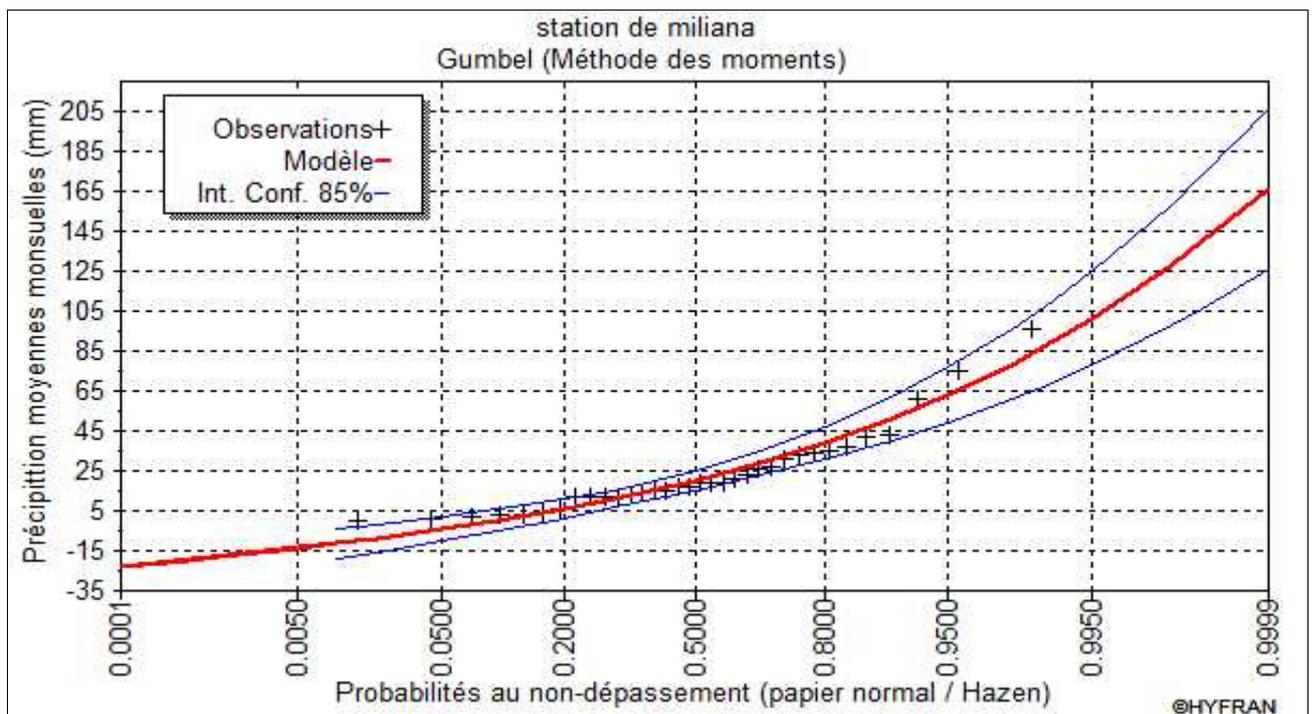
### Ajustement des précipitations de deux stations de K.miliana et Miliana

Le tableau 3.35 Présente les quantiles estimés par la loi de Gumbel pour les déférentes fréquences.

**Tableau 3.35.** Résultats d'ajustement à la loi de Gumbel (M.V) :

T(ans)	Fréquence	XT (mm)	Ecart type	Intervalle de confiance (85%)
100	0.0100	- 11.2	5.25	[ -18.8 , -3.67]
50	0.0200	- 8.54	4.87	[ -15.5, -1.55 ]
20	0.0500	- 4.13	4.28	[ -10.3 , 2.03 ]
10	0.1000	0.213	3.77	[ - 5.22 , 5.64 ]
5	0.2000	6.13	3.26	[ 1.43 , 10.8 ]
2	0.5000	20.0	3.33	[ 15.2 , 24.8 ]

#### Résultat graphique de la loi Gumbel :



**Figure 3.22.** Ajustement des Précipitations moyennes mensuelle loi de Gumbel (M.M)

D'après ce graphique on remarque que les points s'alignent à la droite à l'exception de quelques points qui sont hors de la droite. Ce qui s'explique par un meilleur ajustement de ces données à cette loi.

## Chapitre 3

### Ajustement des précipitations de deux stations de K.miliana et Miliana

#### 3.9.1.2. Méthode Maximum de vraisemblance :

Les résultats obtenus par cette méthode sont mentionnés dans le tableau 3.36 et la figure 3.23.

**Tableau 3.36.** Caractéristique de l'échantillon

Paramètres	Valeurs
Minimum (Min)	01
Maximum (Max)	96.4
Moyenne (Moy)	23.5
Ecart-type ( $\sigma$ )	21.2
Médiane (Me)	18
Coefficient de variation (Cv)	0.901
Coefficient d'asymétrie (Cs)	1.77
Coefficient d'aplatissement (Ck)	5.71
paramètre de localisation (u)	14.71
paramètre d'échelle ( $r$ )	13.95

Le tableau 3.37 Présente les quantiles estimés par la loi de Gumbel pour les différentes fréquences.

**Tableau 3.37.** Résultats d'ajustement à la loi de Gumbel (M.V) :

T (ans)	Fréquence	XT (mm)	Ecart type	Intervalle de confiance (85%)
100	0.0100	- 6.60	3.23	[- 11.2 , - 1.95]
50	0.0200	- 4.32	3.03	[- 8.68 , 0.038]
20	0.0500	- 0.598	2.75	[- 4.55 , 3.36]
10	0.1000	3.07	2.54	[- 0.578 , 6.73]
5	0.2000	8.07	2.40	[ 4.62 , 11.5 ]
2	0.5000	19.8	2.80	[ 15.8 ,23.9 ]

Résultat graphique de la loi Gumbel :

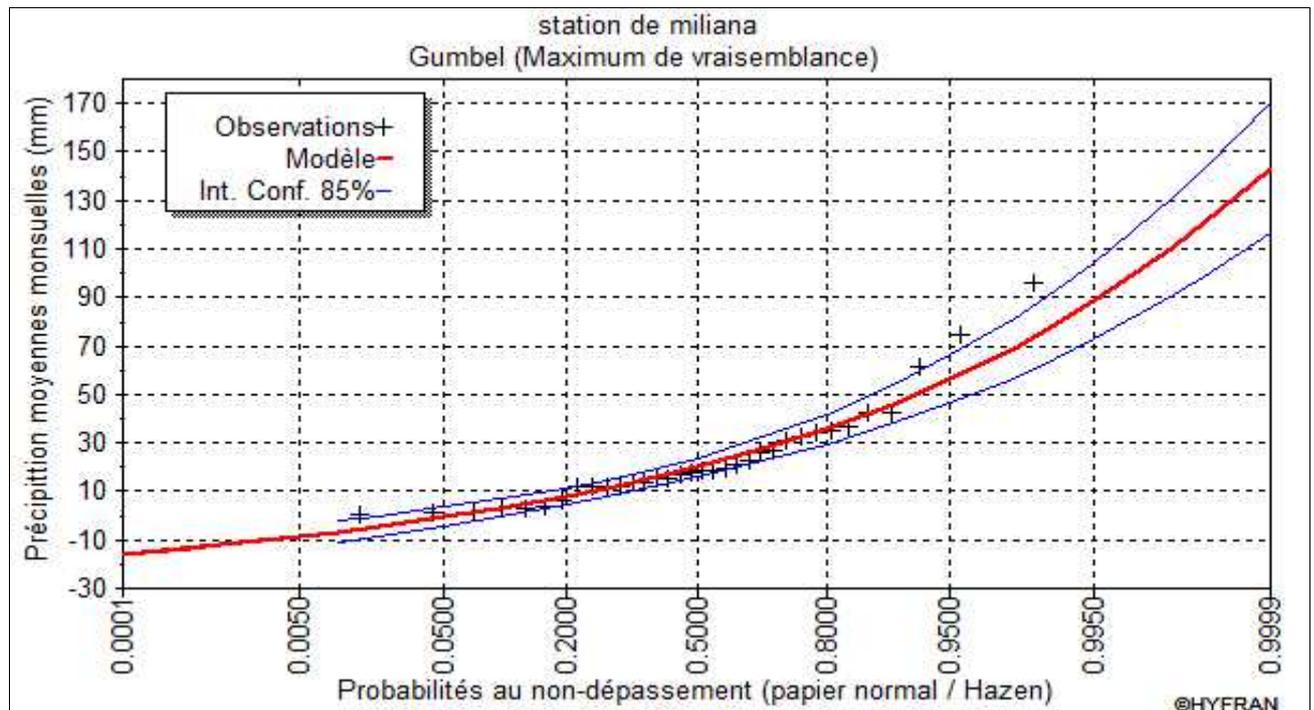


Figure 3.23. Ajustement des Précipitations moyennes mensuelles loi de Gumbel (M.V)

D'après ce graphique on remarque que les points s'alignent à la droite à l'exception de quelque points qui sont on d'hors de l'intervalle de confiance. Ce qui s'explique par un mauvais ajustement de ces données à cette loi.

- Comparaison de la méthode de moment avec celle de Maximum de vraisemblance :

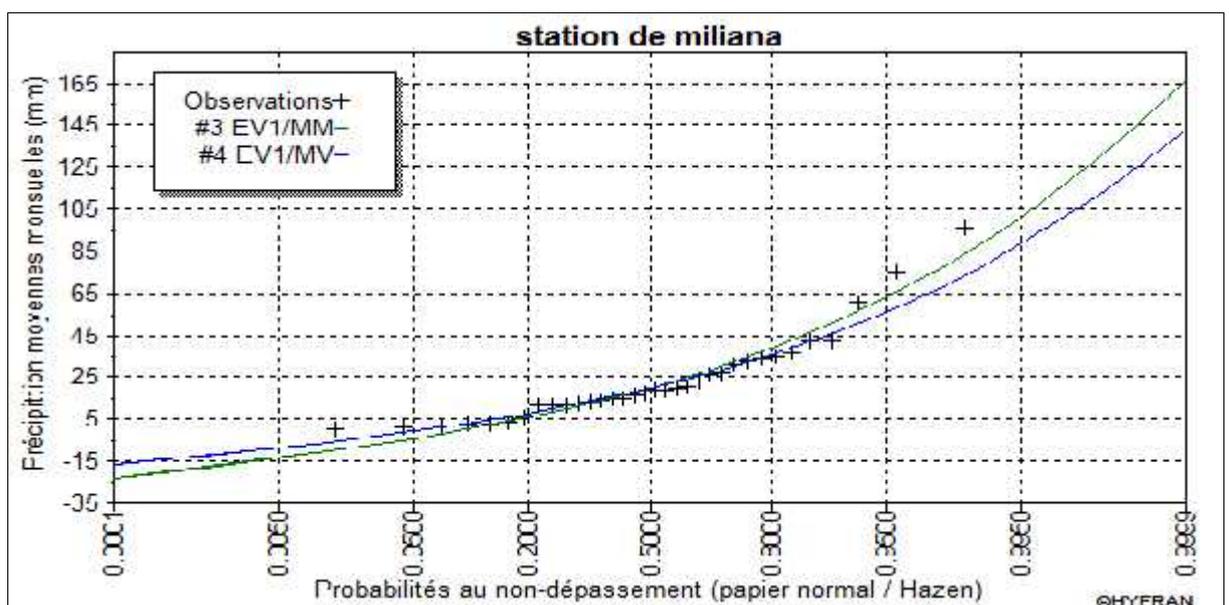


Figure 3.24. Comparaison des méthodes

## Chapitre 3

### Ajustement des précipitations de deux stations de K.miliana et Miliana

D'après la comparaison entre les deux méthodes et selon le graphique de la figure 3.24 on remarque que les valeurs observés s'ajuste mieux à la méthode de vraisemblance, la plupart des points s'alignée aux autour de la droite de Gumbel.

#### 3.9.2. Ajustement de la série pluviométrique à la Loi Normale :

Les résultats obtenus par cette méthode sont mentionnés dans le tableau 3.38 et la figure 3.25.

**Tableau 3.38.** Caractéristique de l'échantillon

Paramètres	Valeurs
Minimum	01
Maximum	96.4
Moyenne	23.5
Ecart-type	21.2
Médiane	18
Coefficient de variation (Cv)	0.901
Coefficient d'asymétrie (Cs)	1.77
Coefficient d'aplatissement (Ck)	5.71
paramètre de localisation ( $\mu$ )	23.52
paramètre d'échelle ( $\tau$ )	21.18

Le tableau 3.39 Présente les quantiles estimés par la loi normale pour les différentes fréquences.

**Tableau 3.39.** Résultats d'ajustement à la loi de Normale (M.V)

T (ans)	fréquence	XT (mm)	Ecart-type	Intervalle de confiance (85%)
100.0	0.0100	- 25.8	7.07	[- 35.9 , - 15.6 ]
50.0	0.0200	- 20.0	6.47	[- 29.3,- 10.7 ]
20.0	0.0500	- 11.3	5.62	[-19.4 , -3.23 ]
10.0	0.1000	- 3.63	4.94	[-10.7 , 3.48 ]
5.0	0.2000	5.70	4.24	[- 0.41 , 11.8 ]
2.0	0.5000	23.5	3.63	[ 18.3 , 28.8 ]

- Résultats graphique de la loi normale :

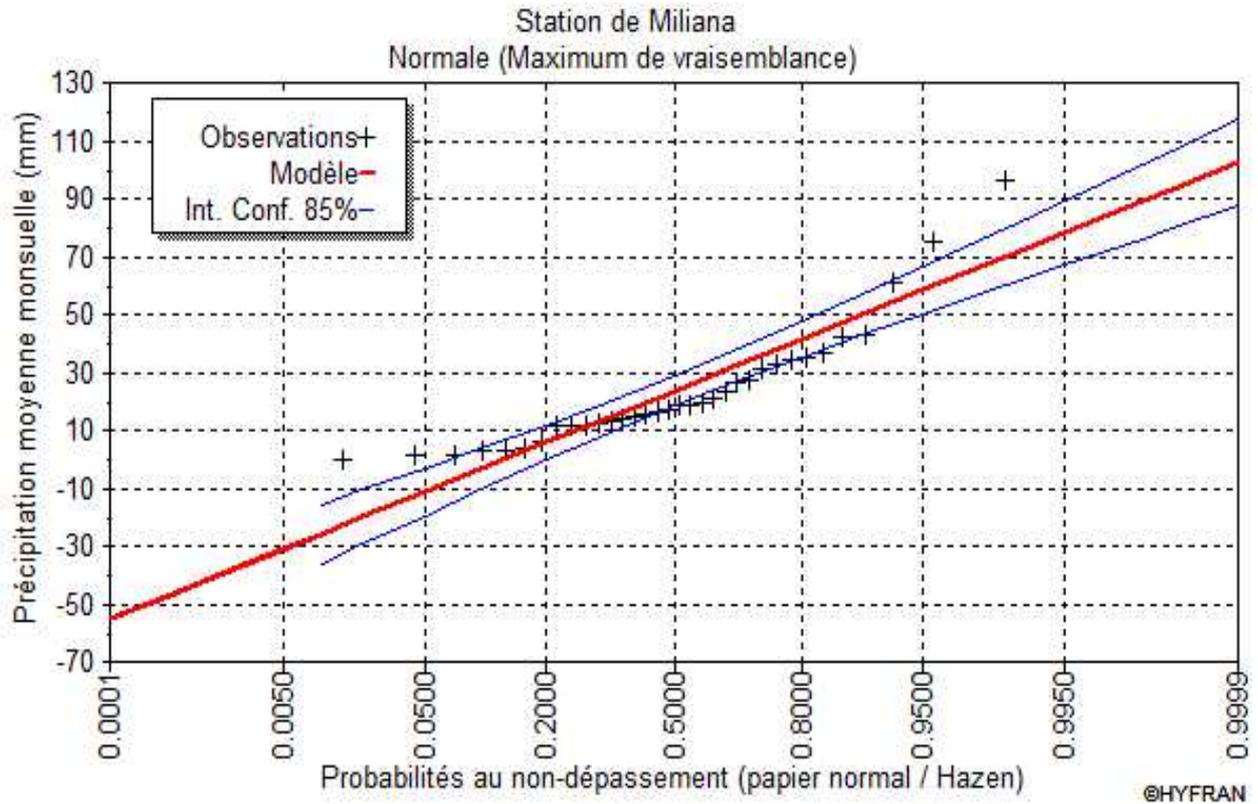


Figure 3.25. Ajustement des Précipitations moyennes mensuelles loi normale

D'après ce graphique on remarque que les points s'alignent à la droite à l'exception de quelques points qui sont hors de l'intervalle de confiance. Ce qui s'explique par un mauvais ajustement de ces données à cette loi.

## Chapitre 3

### Ajustement des précipitations de deux stations de K.miliana et Miliana

#### 3. 9.3.Ajustement de la série pluviométrique à la Loi Log Normale :

Les résultats obtenus par cette méthode sont mentionnés dans le tableau 3.40 et la figure 3.26

**Tableau 3.40.** Caractéristique de l'échantillon

Paramètres	Valeurs
Minimum	01
Maximum	96.4
Moyenne	23.5
Ecart-type	21.2
Médiane	18
Coefficient de variation (Cv)	0.901
Coefficient d'asymétrie (Cs)	1.77
Coefficient d'aplatissement (Ck)	5.71
paramètre de localisation ( $\mu$ )	2.63
paramètre d'échelle ( $\tau$ )	1.34

Le tableau 3.41 Présente les quantiles estimés par la loi log normale pour les différentes fréquences.

**Tableau 3.41.** Résultats d'ajustement à la loi log normale

T(ans)	Fréquence	XT (mm)	Ecart-type	Intervalle de confiance (85%)
100	0.0100	0.601	0.271	[ 0.211 , 0.991 ]
50	0.0200	0.868	0.358	[ 0.353 , 1.38 ]
20	0.0500	1.51	0.540	[ 0.731 , 2.28 ]
10	0.1000	2.46	0.774	[ 1.35 , 3.58 ]
5	0.2000	4.46	1.21	[ 2.72 , 6.19 ]
2	0.5000	13.9	3.21	[ 9.25 , 18.5 ]

- Résultats graphique de la loi Log Normale :

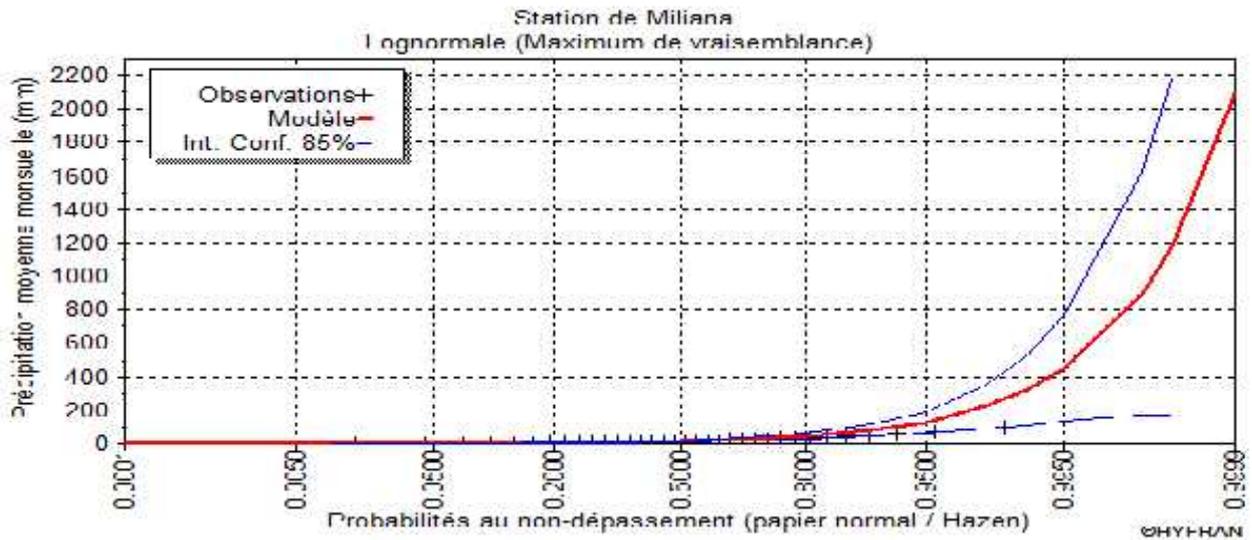


Figure 3.26. Ajustement des précipitations mensuelles loi log normale

D'après ce graphique on remarque que les points s'alignent à la droite à l'exception de quelques points qui sont hors de la droite. Ce qui s'explique par un mauvais ajustement de ces données à cette loi.

3.9.4. Ajustement de la série pluviométrique à la loi Exponentielle :

Les résultats obtenus par cette méthode sont mentionnés dans le tableau 3.42 et la figure 3.27.

Tableau 3.42. Caractéristique de l'échantillon

Paramètres	Valeurs
Minimum	01
Maximum	96.4
Moyenne	23.5
Ecart-type	21.2
Médiane	18
Coefficient de variation (Cv)	0.901
Coefficient d'asymétrie (Cs)	1.77
Coefficient d'aplatissement (Ck)	5.71
paramètre de localisation ( $\tau$ )	24.13
paramètre d'échelle (m)	- 0.60

## Chapitre 3

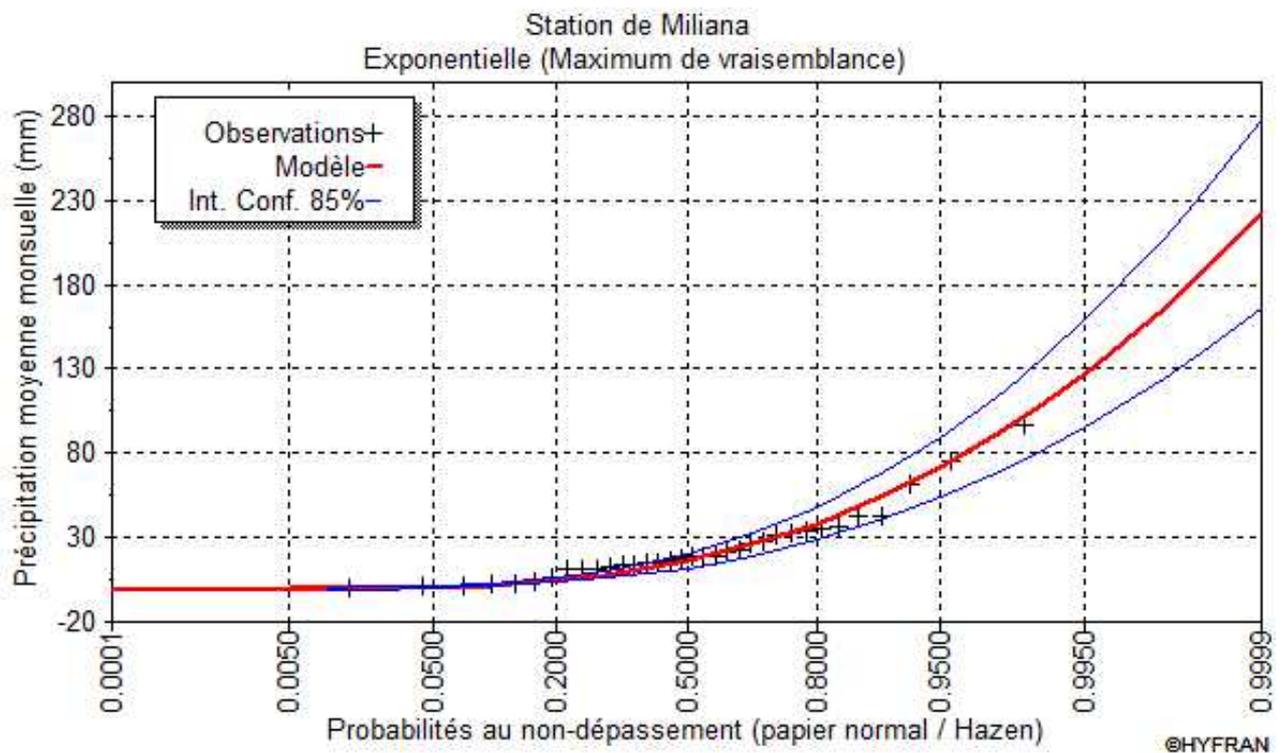
### Ajustement des précipitations de deux stations de K.miliana et Miliana

Le tableau 3.43 Présente les quantiles estimés par la loi Exponentielle pour les déférentes fréquences.

**Tableau 3.43.** Résultats d'ajustement à la loi Exponentielle (M.V)

T (ans)	fréquence	XT (mm)	Ecart-type	Intervalle de confiance (85%)
100	0.0100	- 0.367	0.714	[-1.40 , 0.66 ]
50	0.0200	- 0.122	0.711	[ -1.15, 0.90 ]
20	0.0500	0.628	0.716	[ 0.40 , 1.66 ]
10	0.1000	1.93	0.778	[ 0.81 , 3.05 ]
5	0.2000	4.77	1.08	[ 3.22 , 6.33 ]
2	0.5000	16.1	2.88	[12.0 , 20.3 ]

#### - Résultats graphique de la loi Exponentielle:



**Figure 3.27.** Ajustement des Précipitations moyennes mensuelles loi Exponentielle

D'après ce graphique on remarque que les points s'alignent à la droite, Ce qui s'explique par un mieux d'ajustement de ces données à cette loi.

3.9.5. Comparaison les lois d'Ajustements pour la station Miliana :

La figure 3.28 montre la comparaison graphiques entre les quatre lois d'ajustements.

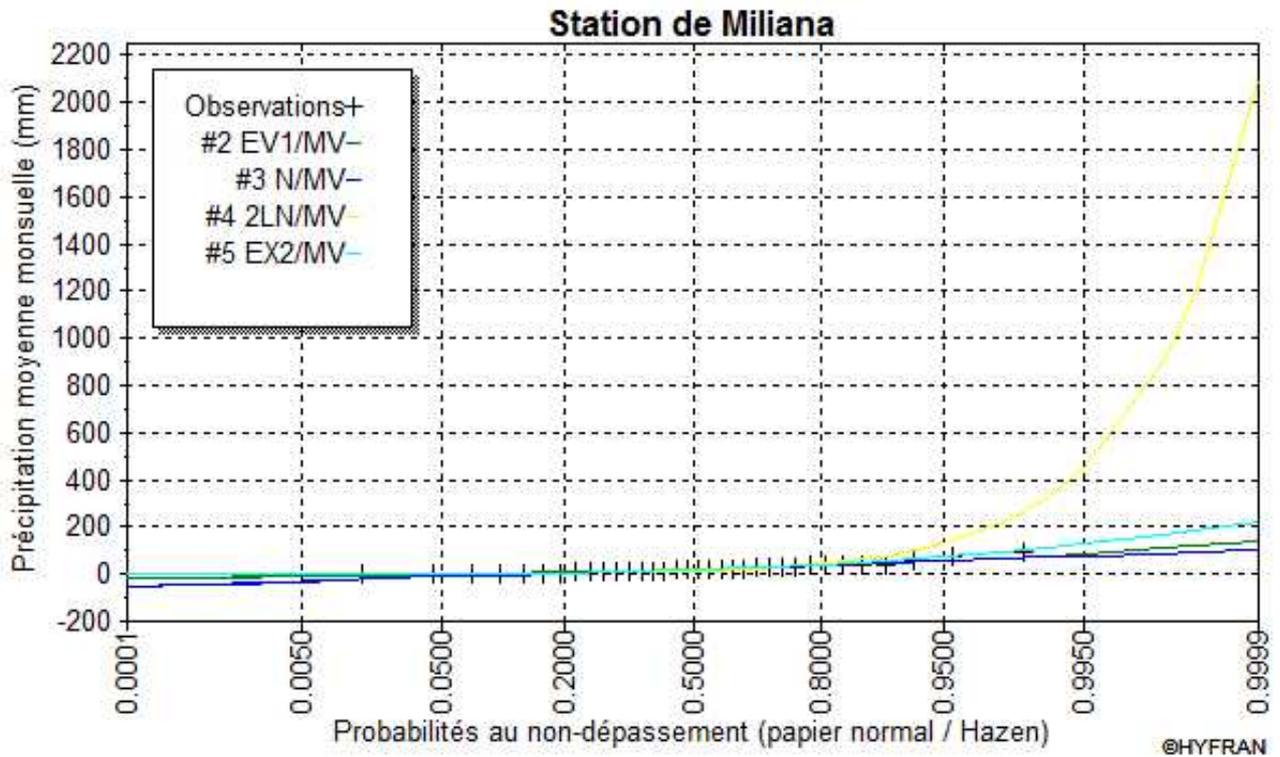


Figure 3.28. Comparaison des Ajustement des lois statistiques

En plus de cette figure le tableau 3.44 présentes aussi des comparaisons numériques des critères entre les différentes lois.

Tableau 3.44. Critère de comparaison des lois (toutes égales)

Modèle	Nb paramètre	X (T)	P (mi)	P (mi(x))	BIC	AIC
Exponentielle	2	- 0.489	25.00	89.04	291.529	288.476
Gumbel	2	- 8.554	25.00	10.41	295.821	292.769
Log normale	2	0.429	25.00	0.54	301.747	298.695
Normale	2	- 31.04	25.00	0.01	310.154	307.101

**p(mi)** : probabilité a priori ;

**p(mi(x))** : probabilité a posteriori ;

**BIC** : critère d'information Bayésien ;

## Chapitre 3

### Ajustement des précipitations de deux stations de K.miliana et Miliana

---

AIC : critère d'information Akaike ;

Moyenne pondérée par la probabilité a posteriori des quantiles (-1.32).

#### 3.9.6. Analyse et interprétation :

D'après ces résultats nous avons constaté, que la loi Exponentielle adéquate, avec un quantile estimé ( $x(t) = (-0.489)$ ) plus proche à celui observé (-1.32), va on deuxième ordre ci la loi Gumbel la valeur estimée et de (-8.554), et en dernier lieu c'est la loi normale avec une valeur de (-31.04).

**Remarque :** pour les autres mois les résultats d'ajustement sont listés aux annexes.

#### 3.9.7. Conclusion :

##### - Les précipitations moyennes annuelles :

##### ➤ Station de Khemis Miliana :

D'après les résultats d'ajustement, on remarque que les données s'ajustent mieux à la loi Normale par rapport aux autres lois (Log normal, Gumbel, Exponentielle).

##### ➤ Station de Miliana :

Les résultats d'ajustement obtenus par le logiciel Hyfran montrent que la loi normale s'ajuste mieux aux données pluviométriques par rapport aux autres lois.

##### - Les précipitations moyennes mensuelles :

##### - Station de Khemis Miliana

##### ➤ Mois septembre :

Pour les précipitations moyennes mensuelles (septembre) les résultats d'ajustement montrent que la loi normale la mieux adéquate par rapport aux autres lois confirmée par le test khi deux (54.00).

##### ➤ Mois décembre :

La loi Exponentielle ( $x^2 = 16.82$ ) s'ajuste mieux par rapport aux autres lois.

##### ➤ Mois mars :

D'après les résultats de test khi deux, la loi de Gumbel ( $x^2 = 15.88$ ) s'ajuste mieux par rapport aux autres lois.

##### ➤ Mois juin :

D'après les résultats de test khi deux, la loi Gumbel ( $x^2 = 35.18$ ) s'ajuste mieux par rapport aux autres lois.

#### - Station de Miliana

##### ➤ Mois septembre :

Pour les précipitations moyennes mensuelles (septembre) les résultats d'ajustement montre que la loi normal la mieux adéquate par rapport aux autre lois confirmer par le test khi deux (14.94).

##### ➤ Mois décembre :

La loi Exponentielle ( $x^2 = 8.35$ ) s'ajuste mieux par rapport aux autre lois.

##### ➤ Mois mars :

D'après les résultats de test khi deux, la loi log normale ( $x^2 = 7.88$ ) s'ajuste mieux par rapport  
Aux autre lois.

##### ➤ Mois juin :

D'après les résultats de test khi deux, la loi de Gumbel ( $x^2 = 29.53$ ) s'ajuste mieux par rapport  
Aux autre lois.



### **Conclusion générale :**

D'après cette étude nous avons constaté que la région d'étude correspond à une région semi-aride avec une pluviométrie moyenne annuelle de 428 mm à Khemis Miliana et 661.71mm à Miliana , avec un hiver froid et pluvieux et un été chaud et sec.

Quant à l'étude d'ajustement et d'après le test de différents lois nous avons constaté que :

- la loi la plus adéquate aux données des précipitations moyennes annuelles au niveau de la station de Khemis Miliana est celle de la loi normale suivie par la loi log normale, en troisième lieu c'est la loi de Gumbel.
- Pour la station de Miliana les précipitations moyennes annuelles s'ajuste mieux à la loi log normale suivie par la loi normale.
- Quant à la précipitation moyenne mensuelle c'est la loi normale qui est la mieux ajustée pour les deux stations pluviométriques.

Donc on peut conclure que les précipitations moyenne annuelle de la station de Khemis Miliana s'ajuste mieux à la loi normale et pour la station de Miliana c'est la loi log normale.

## Références bibliographiques

- Belarbi, F:** étude de la pluviométrie journalière dans le bassin versant de la Tafna, Mémoire de magistère université Abou bekr belkaid, 2010.
- Boucefiane A, Meddi M, Labord.J.P, Eslamien.S.**int-.J.of hydrology .science and technology 2014 –vol.4, No4.pp.348- 367.
- Brahmi, Dj :** analyse spatio-temporelle des pluies en Algérie, 2014.
- Djerboua, A:** Prédéterminations des pluies et crues extrêmes dans les alpes Franco-italiennes Prévission quantitative des pluies journalières par la méthode des analogues, 2001.
- Harkat S, Arabi M, Taleb S,** Revue scientifique et technique 2011-N19.
- Kahlat .S :** étude hydro climatologique comparative entre la station de Miliana et de Khemis Miliana, Mémoire de DEUA, CUKM, 2007.
- Farel Cornélien Pinto Mendéliév :** Influence des paramètres litho climatiques sur les variation de la qualité des eaux de la nappe alluviale de Khemis Miliana, Mémoire de Master UKM, 2014.
- Influence des paramètres litho climatiques sur les variations de la qualité des eaux de la nappe alluviale de Khemis Miliana, Mémoire de Master UKM.
- Sari. A :** Initiation à l'hydrologie de surface Cours, Edition Houma, 2009.
- Tamboura Alou Badara :** étude de protection contre les crues dans la zone nord de la ville de Khemis Miliana, Mémoire de Master UKM, 2012.
- Touibia.B:** manuel Pratique d'hydrologie.Presses Madani Frères.Blida,Algérie,2004.
- Touibia.B, Yenoune F:**Initiation a la statistique .cours & exercice. Presses Madani Frères.Blida, Algérie, 2005.

**Tableau 3.1.** Précipitations moyennes annuelles (mm) et des précipitations moyennes mensuelles (mm) à la station de Khemis Miliana-ANRH de la période (1980 -2013)

Mois Année	Sept	Oct	Nov	Dec	Janv.	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juin	Août	Annuelle
1980	7.1	19.7	47.5	171.9	20.3	45.7	50.4	77.1	25.8	4.2	2.2	8.8	<b>480.7</b>
1981	6.9	11	0	73.1	82.5	84.4	34.5	16.9	20.7	8.8	0	3.8	<b>342.6</b>
1982	8.6	80	141	65.1	1.2	49.6	21.4	11.8	7.6	0	6.7	0.6	<b>393.6</b>
1983	0	7	62.5	38.4	50.3	53.3	42.6	23.1	68.5	23.5	0	0.3	<b>369.5</b>
1984	17.3	77.9	47.5	66.7	45	69	66.9	9.1	69.9	1	0	0	<b>470.3</b>
1985	363	5.4	51.7	33.4	115.8	122.1	69.1	14.2	2.5	12.4	4.7	3	<b>470.6</b>
1986	21.8	52.3	47.1	110.5	88.8	126.8	20.5	0.2	6.6	2.9	41.3	1.2	<b>520</b>
1987	5.4	12.6	61.4	34.5	28.4	10.5	43.9	35.3	52.5	27	0	0	<b>311.5</b>
1988	6	28.1	19.3	96.1	15.9	45.1	82.3	56.8	3.3	50.2	3.6	22.4	<b>429.1</b>
1989	12.9	3.1	21.8	18.5	51.7	0	47.4	70.8	30.1	7.3	19.6	3.4	<b>286.6</b>
1990	39.1	19.1	41.3	70	49.5	74.7	60.3	22.1	10.1	19.9	0.4	16.4	<b>422.9</b>
1991	5.2	44.1	45.4	6.5	161.3	12.9	75.7	45.5	54.1	22.2	3.1	1.6	<b>477.6</b>
1992	2	28.8	37.6	32.1	3	70.3	24.6	66.4	20	0	0	3.4	<b>288.2</b>
1993	30	5.5	21.8	27.3	29.4	49.7	3.7	17.2	7.5	0	0	0	<b>192.1</b>
1994	78.1	26.2	48.8	38.8	123.7	27.5	69.1	13.8	1.2	8.1	0	8.2	<b>443.5</b>
1995	30.3	28.8	56	38.1	63.6	155.2	75.1	78.6	29.6	23.1	11.2	0.9	<b>590.5</b>
1996	20.3	34.4	7.8	57.9	57.2	11.5	1.7	76.8	32.1	1.2	2	10	<b>312.9</b>
1997	41.7	37.7	110	39.7	18.4	31.1	18.2	32.9	100.8	2.8	0	0.1	<b>433.4</b>
1998	19.6	31	33	22.7	73	117.9	72	3.9	7.5	14.2	0	20.4	<b>415.2</b>
1999	21.1	13.5	42.7	123.5	8.6	0	7.5	22.7	3.8	0.2	0	0.5	<b>244.1</b>
2000	23.5	47	100.6	46.2	107.4	16.1	1.2	58.5	15	0.4	0	2	<b>417.9</b>
2001	34	39.1	77.1	29.1	23.3	17.5	23.8	24.2	32.9	0.5	0.5	15	<b>317</b>
2002	10.9	20.9	51.4	47.4	111.4	78.6	8.3	40	12.5	0	0.1	0.3	<b>381.8</b>
2003	21	28.1	72.5	78.2	36	33.6	39.4	25.3	35	6.3	0	2.8	<b>378.2</b>
2004	11.1	20.6	55.8	102.3	70	86.2	23.5	11.7	0.5	0	0.2	0	<b>381.9</b>
2005	10.2	61	52.9	74	55.2	76.3	25.2	6.5	50.3	6.8	0	3	<b>421.4</b>
2006	21.5	1.4	12.2	71	16.5	47.6	123.6	70.7	4.6	0.4	7.5	2	<b>379</b>
2007	60.2	73.3	105.6	31.4	24.9	13.7	64.9	5.1	36.7	25.3	1.9	0.1	<b>443.1</b>
2008	23.6	113.2	77.2	105	89.4	31.8	73.5	74.9	19.1	0.4	3.1	1.7	<b>612.9</b>
2009	24.3	3.8	67.3	83.4	95.6	91.5	48.2	19.8	21.2	0.7	0	40.2	<b>496</b>
2010	1.5	88.3	86	37.9	64.9	72.6	31	59.5	56.7	14.4	3.2	0.8	<b>516.8</b>
2011	0.2	34.7	107.6	35.5	30.9	127.5	76.7	87.3	20.2	2.1	0	0	<b>522.7</b>
2012	1.4	33.4	69.5	7.1	85.4	69.8	60.2	51.8	44.2	0.1	2	22.3	<b>447.2</b>
2013	22.8	4.1	68.7	55.1	61.4	40.8	80.6	8.4	8.2	21	0	0.2	<b>371.3</b>

**Tableau 3.2.** Précipitations moyennes annuelles (mm) et des précipitations moyennes mensuelles (mm) à la station de Miliana de la période (1980 -2013)

Mois Année	Sept	Oct	Nov	Dec	Janv	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Annuelle
1980	16.60	26,60	64,30	282.6	38,40	90,10	46.70	131,2	16,70	1.00	0,00	1,70	<b>715.90</b>
1981	12.20	28,80	0,70	119.3	135,1	99,80	39.90	7,60	23,10	0.00	0,80	0,40	<b>467.70</b>
1982	18.70	104,2	198,50	105.6	2,10	72,20	60.10	6,90	5,30	2.40	0,00	0,90	<b>576.90</b>
1983	01.70	8,30	69,20	95.90	108,9	83,20	68.00	28,90	124,8	28.30	0,00	0,00	<b>617.20</b>
1984	17.40	149,9	93,40	112.6	91,60	106,9	135.2	16,10	101,7	2.90	0,00	0,00	<b>828.7</b>
1985	42.50	22,40	113,00	69.30	158,2	185,5	123.9	35,10	11,00	4.10	6,00	0,50	<b>771.50</b>
1986	27.20	83,60	86,00	147.2	108,2	223,2	36.30	0,60	15,10	10.80	1,80	0,00	<b>740.00</b>
1987	19.40	17,60	99,40	81.50	41,90	19,10	49.10	48,50	49,90	48.00	0,00	0,00	<b>474.40</b>
1988	2.70	52,20	51,70	189.3	33,60	88,70	108.8	59,50	18,10	34.30	6,20	24,60	<b>669.70</b>
1989	11.60	5,60	36,50	38.40	88,60	0,00	89.6	72,80	74,70	0.30	13,40	0,00	<b>431.50</b>
1990	11.80	23,20	80,00	77.00	87,70	112,9	186.9	35,40	19,90	5.70	0,10	3,00	<b>643.60</b>
1991	11.60	53,90	62,50	15.80	282,4	34,50	159.2	93,20	78,20	26.40	13,80	0,00	<b>831.50</b>
1992	13.50	40,40	64,50	69.00	3,50	74,40	35.70	94,50	32,60	0.10	0,50	14,20	<b>442.90</b>
1993	34.10	12,30	48,30	49.10	70,40	92,10	7.70	42,90	9,00	0.00	0,00	4,20	<b>370.10</b>
1994	96.40	64,80	28,80	29.70	287,2	57,90	112.5	29,40	6,40	16.70	0,00	19,80	<b>749.60</b>
1995	61.20	33,90	71,20	46.7	118,1	196,5	91.70	120,4	38,00	20.70	14,30	3,20	<b>815.92</b>
1996	42.60	28,60	18,60	81.30	53,50	27,80	1.60	135,2	23,30	0.40	11,00	25,00	<b>484.90</b>
1997	26.20	58,00	164,90	62.10	33,30	26,90	27.90	89,40	117,3	5.90	0,00	0,80	<b>612.70</b>
1998	15.30	35,90	50,90	43.60	147,6	158,1	161.6	6,30	2,50	6.50	0,00	3,50	<b>631.80</b>
1999	20.90	16,10	79,70	209.7	18,80	0,00	20.80	61,60	10,00	0.00	0,00	0,00	<b>437.60</b>
2000	33.00	79,00	161,00	113.00	13,00	1,00	11.00	60,00	25,00	5.00	1,00	0,00	<b>502.00</b>
2001	31.00	41,00	114,00	48.00	253,0	42,00	5.00	60,00	38,00	0.00	0,00	1,00	<b>633.00</b>
2002	19.00	31,00	112,00	85.00	34,00	17,00	71.00	55,00	55,00	1.00	4,00	30,00	<b>514.00</b>
2003	1.00	47,00	103,00	123.0	239,0	146,0	15.00	77,00	20,00	1.00	0,00	2,00	<b>774.00</b>
2004	14.00	37,00	83,00	162.0	77,00	56,00	49.00	36,00	72,00	5.00	0,00	12,00	<b>603.00</b>
2005	15.00	64,00	74,00	152.0	88,00	125,0	37.00	16,00	1,00	0.00	1,00	0,00	<b>573.00</b>
2006	3.00	1,00	11,00	125.0	135,0	132,0	51.00	19,00	152,0	9.00	0,00	6,00	<b>644.00</b>
2007	75.00	87,00	149,00	59.00	34,00	100,0	267.0	100,0	23,00	0.00	17,00	1,00	<b>912.00</b>
2008	35.00	125,0	106,00	170.0	25,00	23,00	83.00	10,00	49,00	33.00	3,00	22,00	<b>684.00</b>
2009	37.00	18,00	104,00	150.0	200,0	55,00	156.0	99,00	33,00	7.00	6,00	2,00	<b>867.00</b>
2010	6.00	157,0	172,00	85.00	139,0	156,0	90.00	27,00	39,00	2.00	0,00	61,00	<b>934.00</b>
2011	0.00	53,00	178,00	67.00	109,0	168,0	68.00	120,0	134,0	18.00	3,00	2,00	<b>920.00</b>
2012	4.00	78,00	106,00	17.00	42,00	154,0	120.0	174,0	31,00	1.00	0,00	8,00	<b>735.00</b>
2013	23.00	10,00	127,00	99.00	161,0	131,0	159.0	105,0	71,00	3,00	2,00	7,00	<b>898.00</b>

### Station de Miliana : la pluie mensuelle

#### Mois décembre

Ajustement à la loi de Gumbel

1/ méthode de moment

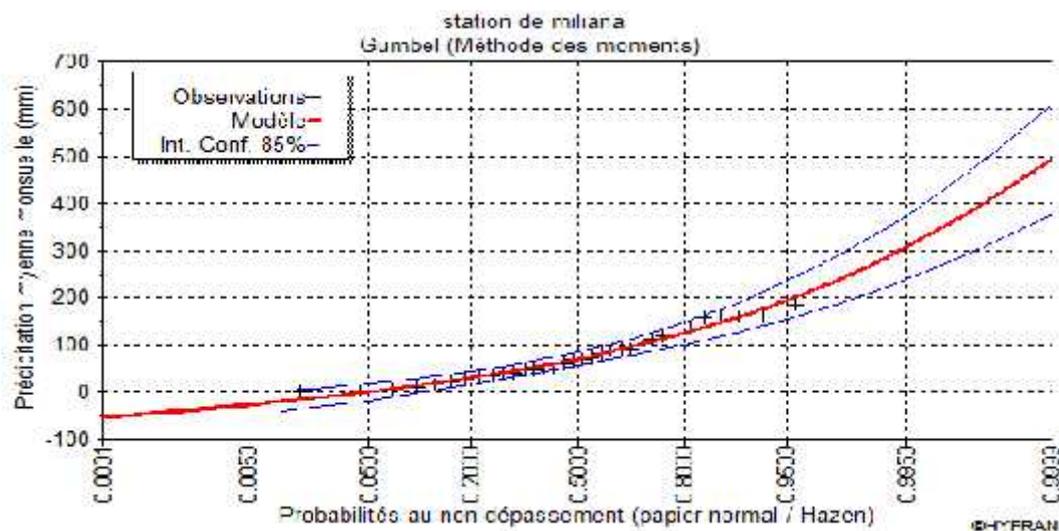
**Tableau 3. 3.** Caractéristique de l'échantillon

Paramètres	Valeurs
Minimum (Min)	15.8
Maximum (Max)	282.6
Moyenne (Moy)	99.4
Ecart-type (U )	58.6
Médiane ( Me )	85
Coefficient de variation (Cv)	0.589
Coefficient d'asymétrie (Cs)	1.07
Coefficient d'aplatissement (Ck)	3.92
paramètre de localisation (u)	73.06
paramètre d'échelle ( Γ )	45.67

**Tableau 3. 4.** Résultats d'ajustement à la loi de Gumbel (M .M)

T (ans)	Fréquence	XT (mm)	Ecart type	Intervalle de confiance (85%)
100	0.0100	3.32	14.5	[-17.6 , 24.2]
50	0.0200	10.8	13.5	[-8.61, 30.1]
20	0.0500	23	11.8	[5.92 , 40.0 ]
10	0.1000	35	10.4	[20.2 ,50.0 ]
5.0	0.2000	51.3	9.02	[38.3 , 64.3]
2.0	0.5000	89.8	9.22	[76.5 , 103 ]

#### Résultat graphique de la loi Gumbel :



**Figure 3.1.** Ajustement de Précipitation moyenne mensuelle loi de Gumbel (M .M)

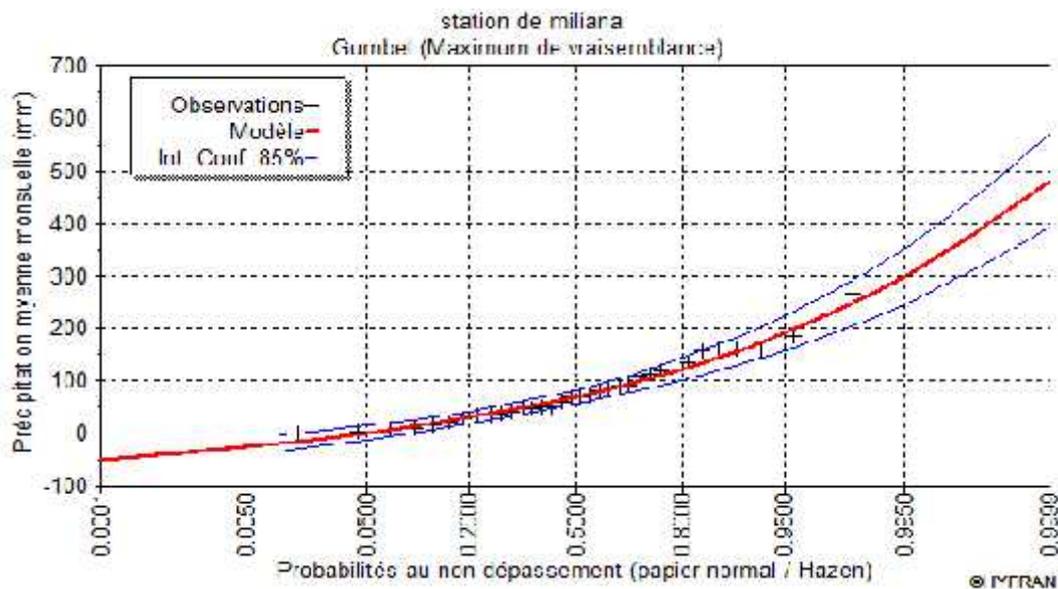
**2/ Méthode Maximum de vraisemblance :**  
**Tableau 3.5.** Caractéristique de l'échantillon

Paramètres	valeurs
Minimum (Min)	15.8
Maximum (Max)	283
Moyenne (Moy)	99.4
Ecart-type ( U )	58.6
Médiane ( Me )	85
Coefficient de variation (Cv)	0.589
Coefficient d'asymétrie (Cs)	1.07
Coefficient d'aplatissement (Ck)	3.92
paramètre de localisation (u)	72.90
paramètre d'échelle ( $\Gamma$ )	45.23

**Tableau 3.6.** Résultats d'ajustement à la loi de Gumbel (M.V)

T (ans)	Fréquence	XT (mm)	Ecart type	Intervalle de confiance (85%)
100	0.0100	3.82	10.5	[-11.2, 18.9]
50	0.0200	11.2	9.82	[-2.93 , 25.3]
20	0.0500	23.3	8.90	[10.5 ,36.1]
10	0.1000	35.2	8.22	[23.3, 47.0 ]
5	0.2000	51.4	7.77	[40.2 , 62.6 ]
2	0.5000	89.5	9.07	[76.4 , 103 ]

**Résultat graphique de la loi Gumbel :**



**Figure 3.2** Ajustement des Précipitation moyenne mensuelle loi de Gumbel (M.V)

## Comparaison graphique : loi Gumbel

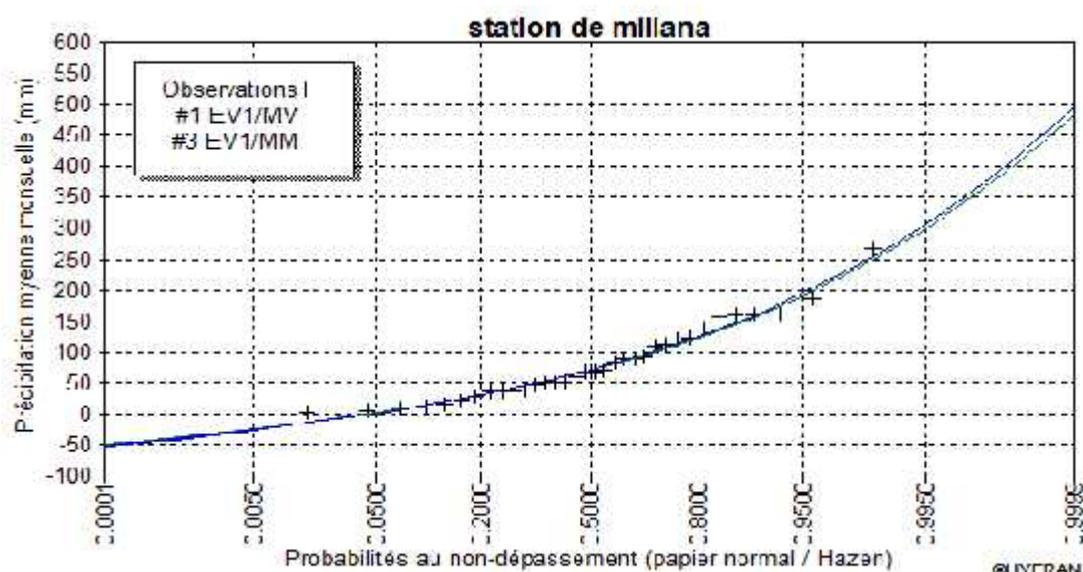


Figure 3.3. Comparaison des méthodes

Ajustement à la loi normale

Méthode Maximum de vraisemblance :

Tableau 3.7. Caractéristique de l'échantillon

Paramètres	Valeurs
Minimum (Min)	15.8
Maximum (Max)	283
Moyenne (Moy)	99.4
Ecart-type (U )	58.6
Médiane ( Me )	85
Coefficient de variation (Cv)	0.589
Coefficient d'asymétrie (Cs)	1.07
Coefficient d'aplatissement (Ck)	3.92
paramètre de localisation (mu)	99.43
paramètre d'échelle ( $\uparrow$ )	58.57

Tableau 3.8. Résultats d'ajustement à la loi normale

T (ans)	Fréquence	XT (mm)	Ecart type	Intervalle de confiance (85%)
100	0.0100	- 36.9	19.6	[- 65 , - 8.71]
50	0.0200	- 20.9	17.9	[-46.7, 4.88]
20	0.0500	-3.06	15.5	[-19.3, 25.4]
10	0.1000	24.4	13.7	[4.70, 44.4]
5.0	0.2000	50.1	11.7	[33.2, 67.0]
2.0	0.5000	99.4	10.0	[85.0, 114]

### Résultat graphique de la loi normale :

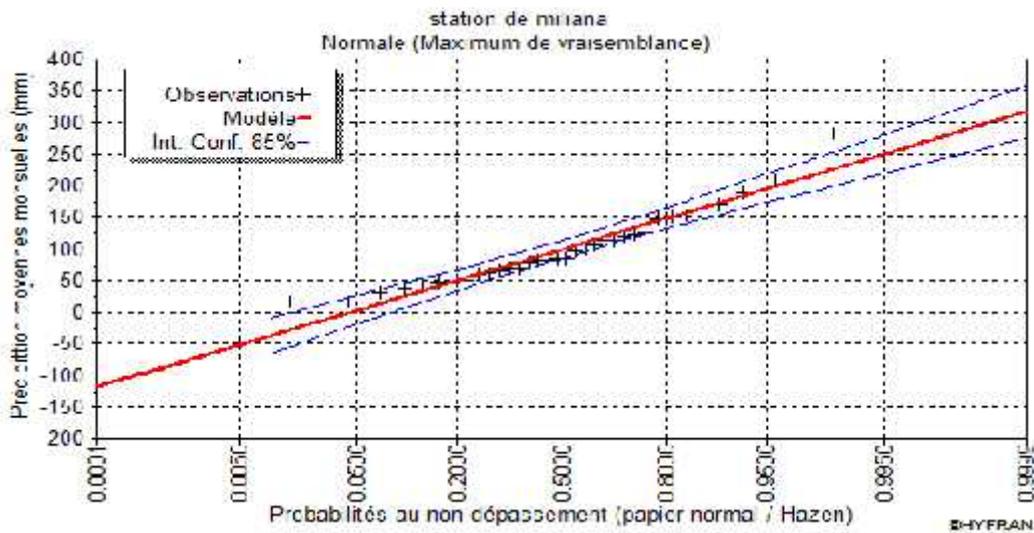


Figure 3.4. Ajustement de Précipitation moyenne mensuelle loi normale

### Ajustement à la loi log normale

Méthode Maximum de vraisemblance :

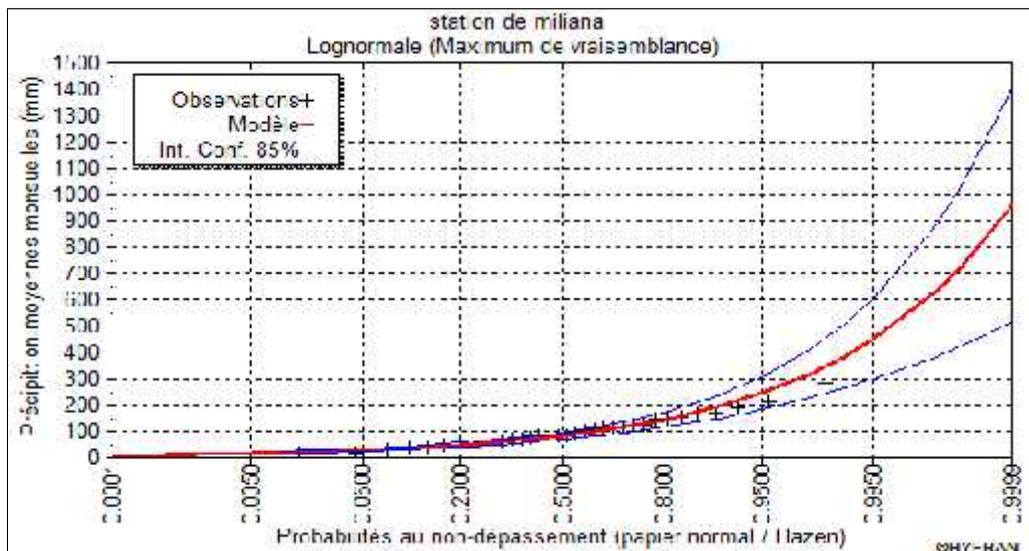
Tableau 3.9. Caractéristique de l'échantillon

Paramètres	Valeurs
Minimum (Min)	15.8
Maximum (Max)	283
Moyenne (Moy)	99.4
Ecart-type (U )	58.6
Médiane ( Me )	85
Coefficient de variation (Cv)	0.589
Coefficient d'asymétrie (Cs)	1.07
Coefficient d'aplatissement (Ck)	3.92
paramètre de localisation (mu)	4.41
paramètre d'échelle ( $\tau$ )	0.659

Tableau 3.10. Résultats d'ajustement à la loi log normale

T (ans)	Fréquence	XT (mm)	Ecart type	Intervalle de confiance (85%)
100	0.0100	17.8	3.92	[12.2, 23.5]
50	0.0200	21.4	4.30	[15.1 ,27.5]
20	0.0500	27.9	4.89	[20.9, 35.0]
10	0.1000	35.5	5.46	[27.6, 43.4]
5.0	0.2000	47.5	6.27	[38.4 ,56.5]
2.0	0.5000	82.7	9.35	[69.2, 96.1]

## Résultat graphique de la loi log normale



**Figure 3.5.** Ajustement de Précipitation moyenne mensuelle loi log normale

### Ajustement à la loi Exponentielle :

-Méthode Maximum de vraisemblance :

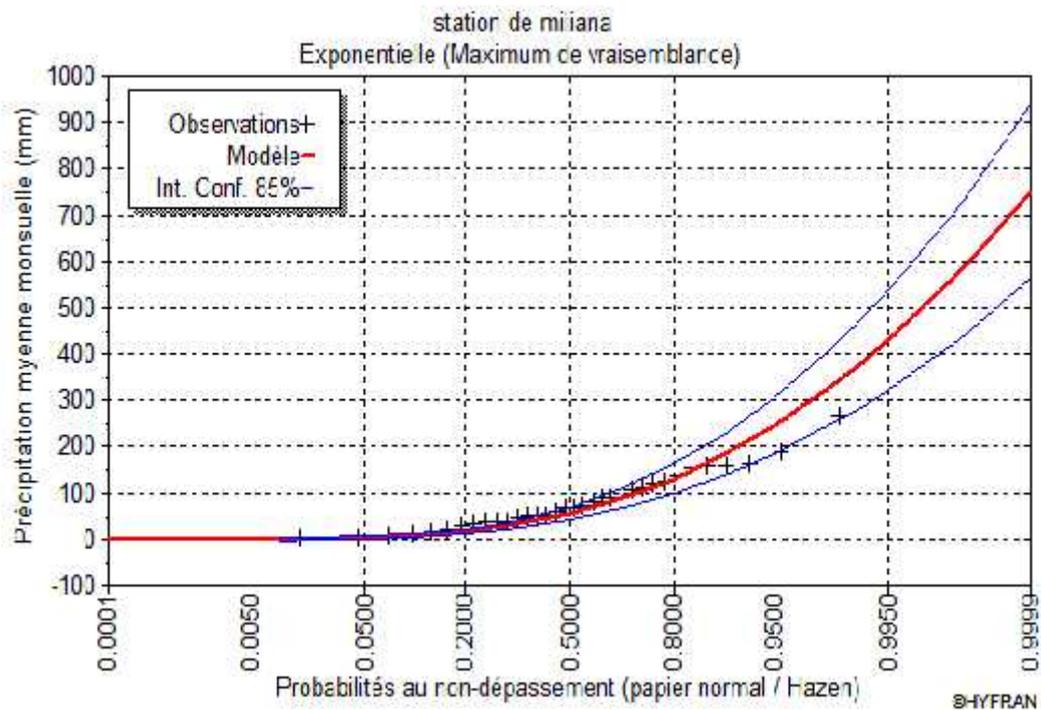
**Tableau 3.11.** Caractéristique de l'échantillon

Paramètres	Valeurs
Minimum (Min)	15.8
Maximum (Max)	283
Moyenne (Moy)	99.4
Ecart-type (U )	58.6
Médiane ( Me )	85
Coefficient de variation (Cv)	0.589
Coefficient d'asymétrie (Cs)	1.07
Coefficient d'aplatissement (Ck)	3.92
paramètre de localisation ( $\Gamma$ )	86.16
paramètre d'échelle (m)	13.26

**Tableau 3.12.** Résultats d'ajustement à la loi Exponentielle

T (ans)	Fréquence	XT (mm)	Ecart type	Intervalle de confiance (85%)
100	0.0100	14.1	2.55	[10.5, 18.0]
50	0.0200	15.0	2.54	[11.4 ,18.7]
20	0.0500	17.7	2.56	[ 14 , 21.4]
10	0.1000	22.3	2.78	[18.3, 26.3]
5.0	0.2000	32.5	3.86	[26.9, 38.0]
2.0	0.5000	73	10.3	[58.2, 87.8]

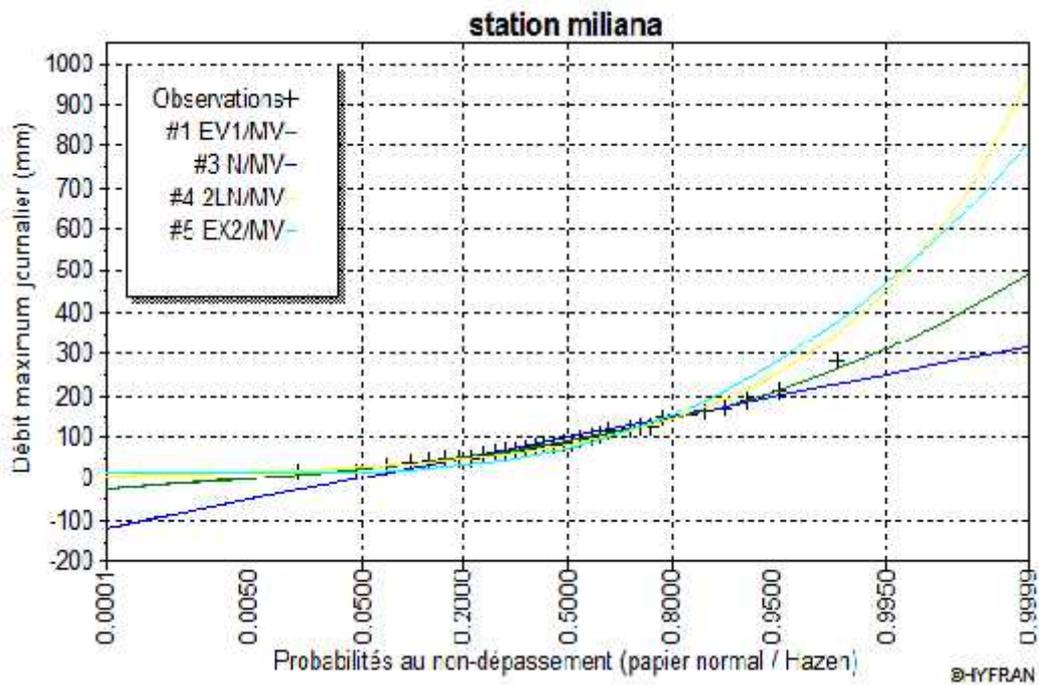
**Résultat graphique de la loi Exponentielle :**



**Figure 3.6.** Ajustement des Précipitations moyennes mensuelles loi Exponentielle

**Comparaison les lois d’Ajustements pour la station Miliana :**

La figure 3.7 montre la comparaison graphiques entre les quatre lois d’ajustements.



**Figure 3.7.** Comparaison des Ajustement des lois statistiques

En plus de cette figure le tableau 3.13 présente aussi une comparaison numériques des critère entre les différent lois .

**Tableau 3. 13. Critère de comparaison des lois** (toutes égales)

Modèle	Nb paramètre	X (T)	P (mi)	P (mi(x))	BIC	AIC
Gumbel	2	- 2.522	25.00	65.07	372.753	369.700
Log normale	2	15.114	25.00	27.96	374.442	371.390
Exponentielle	2	13.698	25.00	4.54	378.080	374.027
normale	2	- 51.476	25.00	2.43	379.324	376.271

**p(mi)** : probabilité a priori ;

**p(mi(x))** : probabilité a posteriori ;

**BIC** : critère d'information Bayésien ;

**AIC** : critère d'information Akaike ;

Moyenne pondérée par la probabilité a posteriori des quantiles (1.9528).

#### **6. Analyse et interprétation :**

D'après ces résultats nous avons constate, que la loi Gumbel adéquate,avec en quantile estimé  $(x(t) = (- 2.522)$  plus proche à celui observé ( 1.9528) ,va on deuxième ordre ci la loi log normale ou la valeur estime et de (15.114) , et en dernier lieu c'est la loi normal avec une valeur de ( - 51.476) .

**Station de Miliana : la pluie mensuelle Mois mars**

Ajustement à la loi de Gumbel

1/ méthode de moment

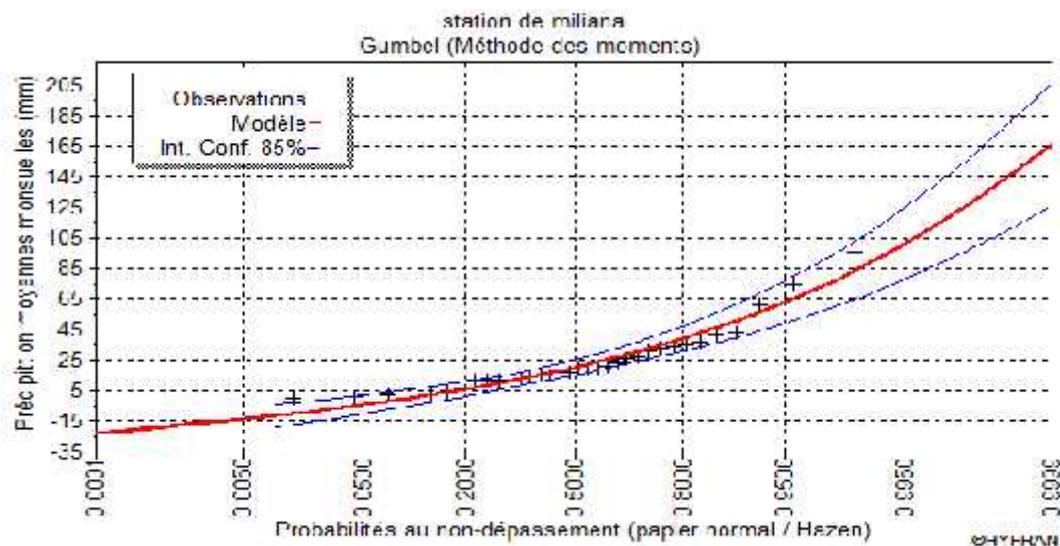
**Tableau 3.14.** Caractéristique de l'échantillon

Paramètres	Valeurs
Minimum (Min)	1.6
Maximum (Max)	267
Moyenne (Moy)	80.7
Ecart-type (U )	61.4
Médiane ( Me )	68
Coefficient de variation (Cv)	0.76
Coefficient d'asymétrie (Cs)	0.997
Coefficient d'aplatissement (Ck)	3.48
paramètre de localisation (u)	53.12
paramètre d'échelle ( Γ )	47.85

**Tableau 3.15.** Résultats d'ajustement à la loi de Gumbel (M.M)

T (ans)	Fréquence	XT (mm)	Ecart type	Intervalle de confiance (85%)
100	0.0100	- 20	15.2	[- 41.9, 1.96]
50	0.0200	- 12.1	14.1	[-32.5, 8.16]
20	0.0500	0.621	12.4	[-17.2, 18.5]
10	0.1000	13.2	10.9	[-2.52, 28.9]
5	0.2000	30.4	9.45	[16.7 , 44 ]
2	0.5000	70.7	9.66	[56.7, 84.6]

**Résultat graphique de la loi Gumbel :**



**Figure 3.8.** Ajustement des Précipitations moyennes mensuelles loi de Gumbel (M.M)

### Ajustement à la loi de Gumbel

2/ Méthode Maximum de vraisemblance :

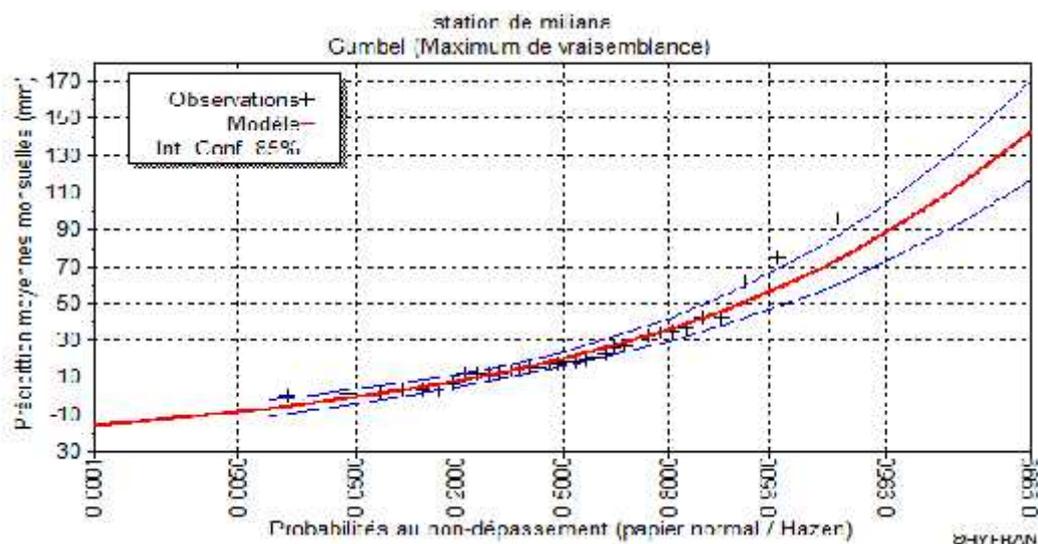
**Tableau 3.16.** Caractéristique de l'échantillon

Paramètres	Valeurs
Minimum (Min)	1.6
Maximum (Max)	267
Moyenne (Moy)	80.7
Ecart-type (U )	61.4
Médiane ( Me )	68
Coefficient de variation (Cv)	0.76
Coefficient d'asymétrie (Cs)	0.997
Coefficient d'aplatissement (Ck)	3.48
paramètre de localisation (u)	52.84
paramètre d'échelle ( Γ )	46.58

**Tableau 3.17.** Résultats d'ajustement à la loi de Gumbel (M.V)

T (ans)	Fréquence	XT (mm)	Ecart type	Intervalle de confiance (85%)
100	0.0100	18.3	10.8	[-33.8,- 2.78]
50	0.0200	- 10.7	10.1	[-25.3, 3.86]
20	0.0500	1.73	9.16	[-11.5 ,14.9]
10	0.1000	14.0	8.47	[1.80 , 26.2]
5.0	0.2000	30.7	8.01	[19.1, 42.2]
2.0	0.5000	69.9	9.34	[56.5, 83.4]

Résultat graphique de la loi Gumbel :



**Figure 3.9.** Ajustement des Précipitations moyennes mensuelles loi de Gumbel (M.V)

Comparaison graphique : loi Gumbel

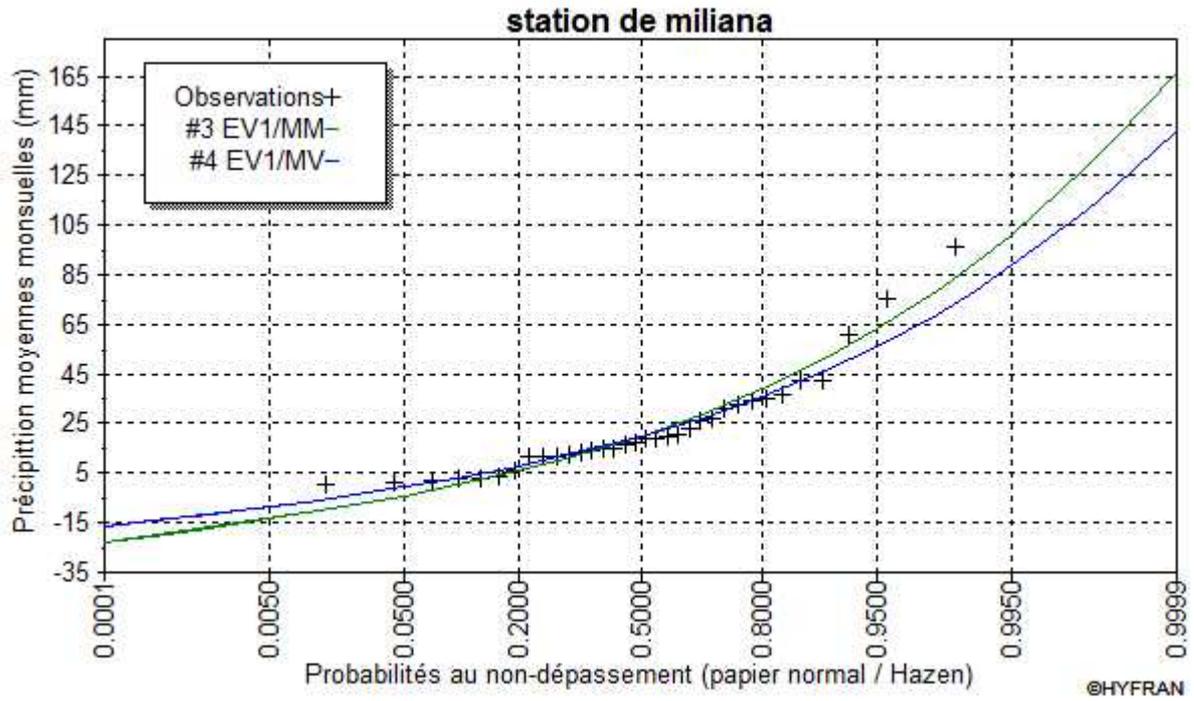


Figure 3.10. Comparaison des méthodes

### Ajustement à la loi normale

Méthode Maximum de vraisemblance :

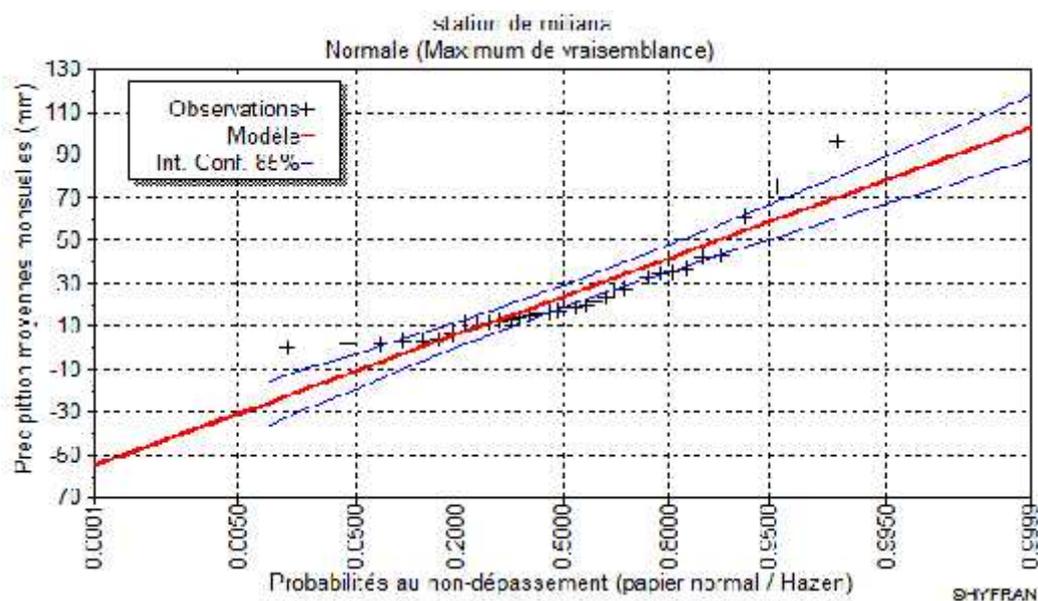
**Tableau 3.18.** Caractéristique de l'échantillon

Paramètres	valeurs
Minimum (Min)	1.6
Maximum (Max)	267
Moyenne (Moy)	80.7
Ecart-type (U )	61.4
Médiane ( Me )	68
Coefficient de variation (Cv)	0.76
Coefficient d'asymétrie (Cs)	0.997
Coefficient d'aplatissement (Ck)	3.48
paramètre de localisation (mu)	80.74
paramètre d'échelle ( $\tau$ )	61.37

**Tableau 3.19.** Résultats d'ajustement à la loi normale

T (ans)	Fréquence	XT (mm)	Ecart type	Intervalle de confiance (85%)
100	0.0100	- 62.1	20.5	[-91.6, -32.6]
50	0.0200	- 45.3	18.8	[-72.3, -18.3]
20	0.0500	- 20.2	16.3	[- 43.7,-3.22]
10	0.1000	2.08	14.3	[- 18.5, 22.7]
5	0.2000	29.1	12.3	[ 11.4, 46.8]
2	0.5000	81.7	10.5	[65.6, 95.9]

Résultat graphique de la loi normal :



**Figure 3.11.** Ajustement de Précipitation moyenne mensuelle loi normale

### Ajustement à la loi log normale

Méthode Maximum de vraisemblance :

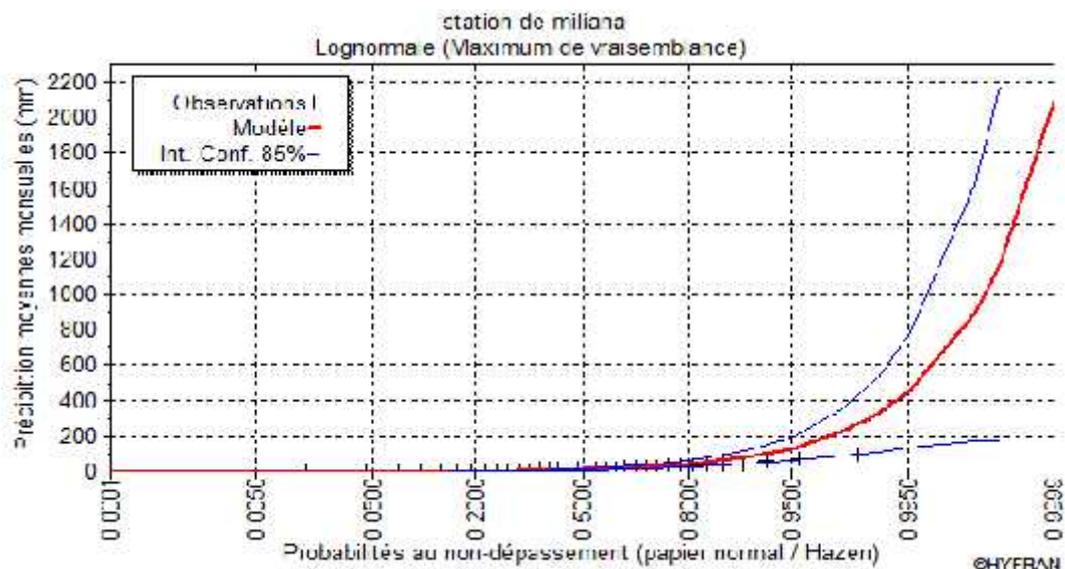
**Tableau 3.20.** Caractéristique de l'échantillon

Paramètres	valeurs
Minimum (Min)	1.6
Maximum (Max)	267
Moyenne (Moy)	80.7
Ecart-type (U )	61.4
Médiane ( Me )	68
Coefficient de variation (Cv)	0.76
Coefficient d'asymétrie (Cs)	0.997
Coefficient d'aplatissement (Ck)	3.48
paramètre de localisation (mu)	3.98
paramètre d'échelle ( $\uparrow$ )	1.11

**Tableau 3.21.** Résultats d'ajustement à la loi log normale

T (ans)	Fréquence	XT (mm)	Ecart type	Intervalle de confiance (85%)
100	0.0100	3.99	1.49	[1.85 , 6.14]
50	0.0200	5.41	1.85	[2.76 , 8.07]
20	0.0500	8.55	2.53	[4.50 , 4.90]
10	0.1000	12.8	3.33	[8.02 , 17.6 ]
5.0	0.2000	21.0	4.68	[14.2 , 27.7]
2.0	0.5000	53.6	10.3	[38.8 , 68.4]

### Résultat graphique de la loi log normale



**Figure 3.12.** Ajustement de Précipitation moyenne mensuelle loi log normale

### Ajustement à la loi Exponentielle :

-Méthode Maximum de vraisemblance :

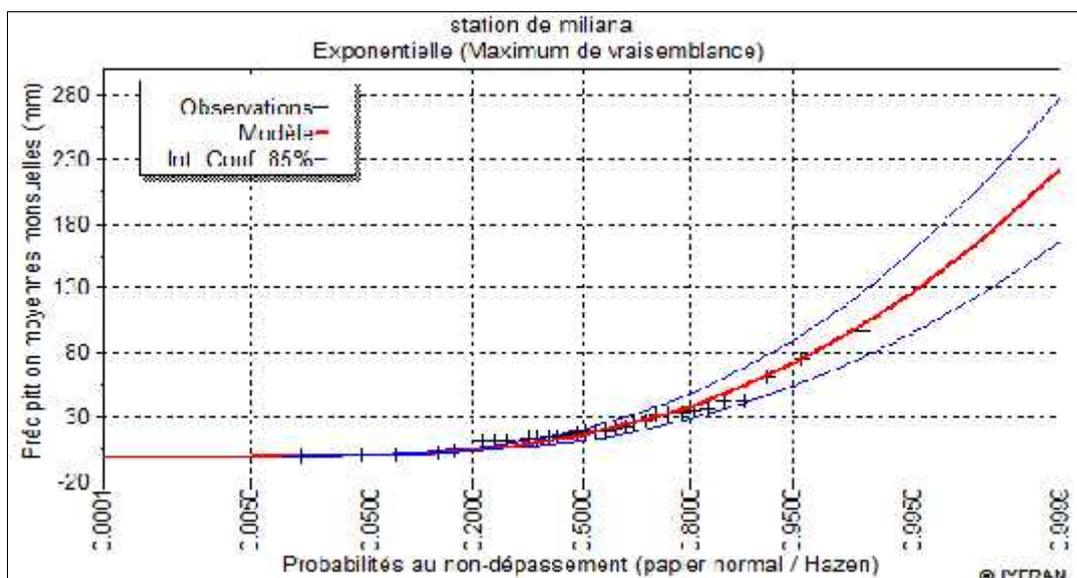
**Tableau 3.22.** Caractéristique de l'échantillon

Paramètres	valeurs
Minimum (Min)	1.6
Maximum (Max)	267
Moyenne (Moy)	80.7
Ecart-type ( U )	61.4
Médiane ( Me )	68
Coefficient de variation (Cv)	0.76
Coefficient d'asymétrie (Cs)	0.997
Coefficient d'aplatissement (Ck)	3.48
paramètre de localisation ( $\Gamma$ )	81.53
paramètre d'échelle (m)	- 0.798

**Tableau 3.23.** Résultats d'ajustement à la loi Exponentielle

T (ans)	Fréquence	XT (mm)	Ecart type	Intervalle de confiance (85%)
100	0.0100	0.0213	2.41	[- 3.45, 3.50 ]
50	0.0200	0.849	2.40	[- 2.61, 4.31 ]
20	0.0500	3.38	2.42	[-0.09, 6.87]
10	0.1000	7.79	2.63	[ 4.01 , 11.6]
5.0	0.2000	17.4	3.65	[ 12.1 , 22.7]
2.0	0.5000	55.7	9.72	[ 41.7 , 69.7]

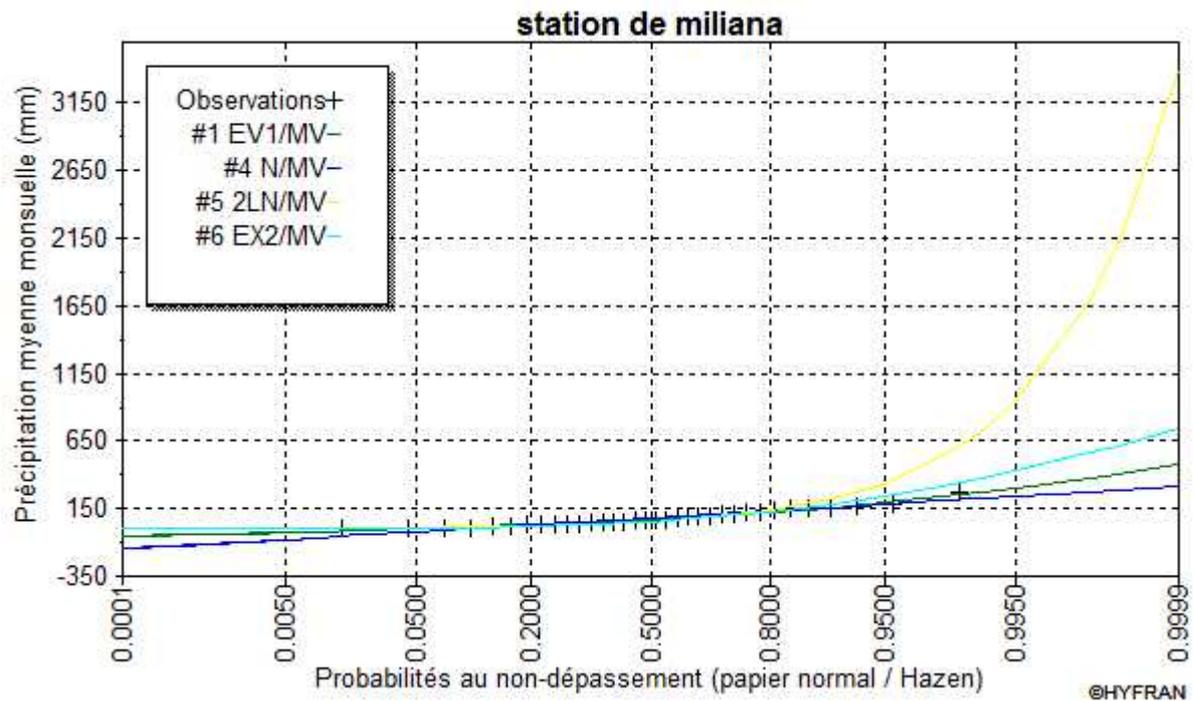
### Résultat graphique de la loi Exponentielle :



**Figure 3.13.** Ajustement de Précipitation moyenne mensuelle loi Exponentielle

### Comparaison les lois d'Ajustements pour la station Miliana :

La figure 3.14 montre la comparaison graphiques entre les quatre lois d'ajustements.



**Figure 3.14.** Comparaison des Ajustement des lois statistiques

En plus de cette figure le tableau 11 présente aussi une comparaison numériques des critères entre les différents lois

**Tableau 3.24. Critère de comparaison des lois** (toutes égales)

Modèle	Nb paramètre	X(T)	P(mi)	P(mi(x))	BIC	AIC
Exponentielle	2	- 0.389	25.00	62.96	374.327	371.274
Gumbel	2	- 24.829	25.00	33.41	375.594	372.541
Log normale	2	3.023	25.00	2.57	380.727	377.674
normale	2	- 77.363	25.00	1.06	382.491	379.439

**p(mi)** : probabilité a priori ;

**p(mi(x))** : probabilité a posteriori ;

**BIC** : critère d'information Bayésien ;

**AIC** : critère d'information Akaike ;

Moyenne pondérée par la probabilité a posteriori des quantiles (- 9.2839)

### 6. Analyse et interprétation :

D'après ces résultats nous avons constaté, que la loi Exponentielle adéquate, avec en quantile estimé ( $x(t) = (-0.389)$ ) plus proche à celui observé (-9.2839) va en deuxième ordre ci la loi Gumbel ou la valeur estimée et de (- 24.829) et en dernier lieu c'est la loi normale avec une valeur de (- 77.363).

**Station de Miliana : la pluie mensuelle**

**Mois juin :**

**Ajustement à la loi de Gumbel**

1/ méthode de moment

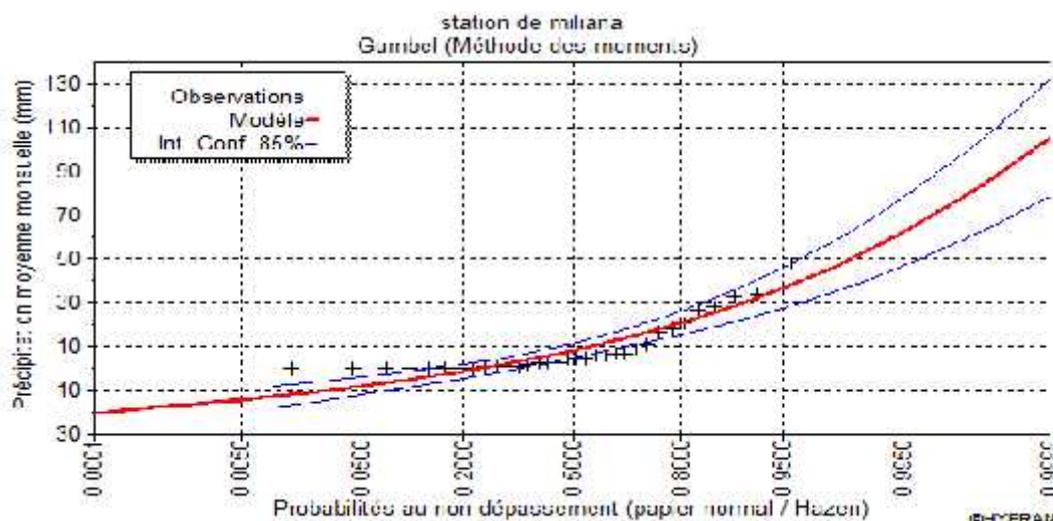
**Tableau 3.25.** Caractéristique de l'échantillon

Paramètres	valeurs
Minimum (Min)	0.1
Maximum (Max)	51
Moyenne (Moy)	10.3
Ecart-type (U )	14.1
Médiane ( Me )	4.55
Coefficient de variation (Cv)	1.37
Coefficient d'asymétrie (Cs)	1.66
Coefficient d'aplatissement (Ck)	4.25
paramètre de localisation (u)	3.95
paramètre d'échelle ( $\Gamma$ )	10.98

**Tableau 3.26.** Résultats d'ajustement à la loi de Gumbel (M.M)

T (ans)	Fréquence	XT (mm)	Ecart type	Intervalle de confiance (85%)
100	0.0100	- 12.8	3.49	[-17.8 , -7.79]
50	0.0200	- 11.0	3.24	[-15.7, -6.36]
20	0.0500	- 8.09	3.85	[-12.2, 4.00]
10	0.1000	- 5.20	2.51	[-8.81, -1.59]
5	0.2000	- 1.27	2.17	[-4.39, 1.85]
2	0.5000	7.98	2.22	[4.79 , 11.2]

**Résultat graphique de la loi Gumbel :**



**Figure 3.15.** Ajustement de Précipitation moyenne mensuelle loi de Gumbel (M.M)

### Ajustement à la loi de Gumbel

2/ Méthode Maximum de vraisemblance :

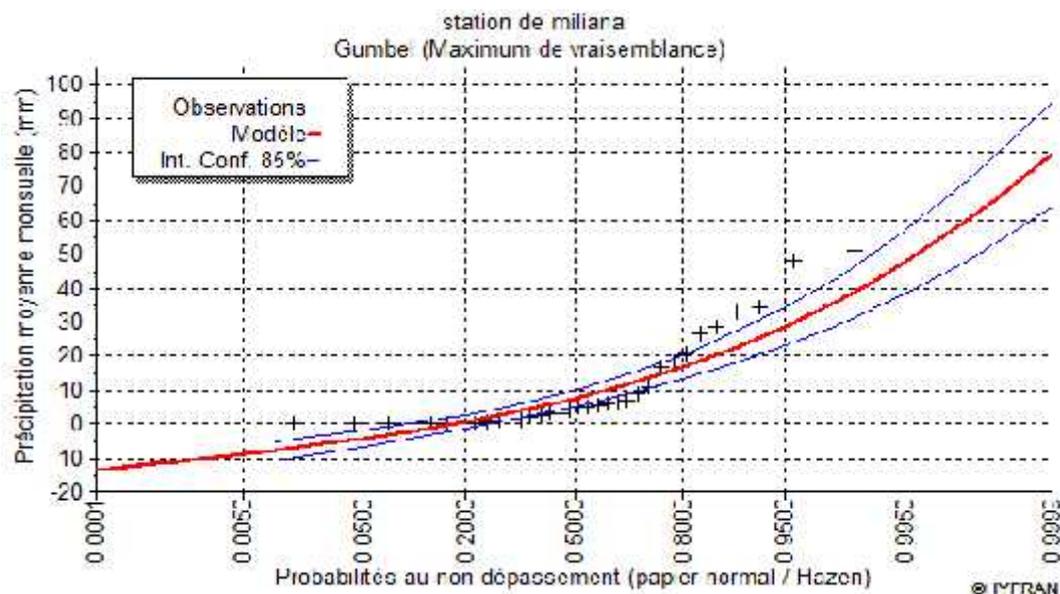
**Tableau 3.27.** Caractéristique de l'échantillon

Paramètres	valeurs
Minimum (Min)	0.1
Maximum (Max)	51
Moyenne (Moy)	10.3
Ecart-type (U )	14.1
Médiane ( Me )	4.55
Coefficient de variation (Cv)	1.37
Coefficient d'asymétrie (Cs)	1.66
Coefficient d'aplatissement (Ck)	4.25
paramètre de localisation (u)	4.58
paramètre d'échelle ( $\Gamma$ )	0.12

**Tableau 3.28.** Résultats d'ajustement à la loi de Gumbel (M.V)

T (ans)	Fréquence	XT (mm)	Ecart type	Intervalle de confiance (85%)
100	0.0100	- 7.83	1.88	[- 1.5 , - 5.12]
50	0.0200	- 5.50	1.76	[-9.04, -3.96]
20	0.0500	- 4.33	1.60	[-6.63,-12.03]
10	0.1000	- 2.19	1.48	[- 4.32,-0.068]
5	0.2000	0.715	1.40	[ -1.30, 2.73]
2	0.5000	7.56	1.63	[ 5.21, 9.90]

Résultat graphique de la loi Gumbel :



**Figure 3.16.** Ajustement de Précipitation moyenne mensuelle loi de Gumbel (M.V)

### Comparaison graphique : loi de Gumbel

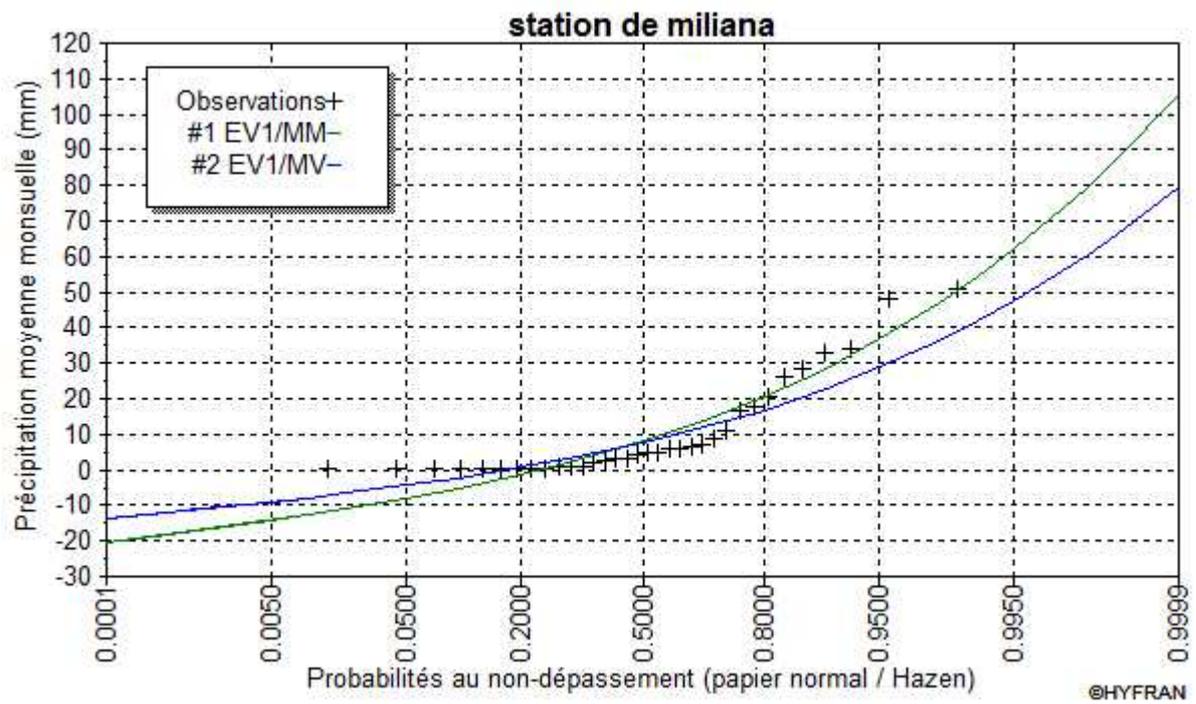


Figure 3.17. Comparaison des méthodes

### Ajustement à la loi Normale (M.V)

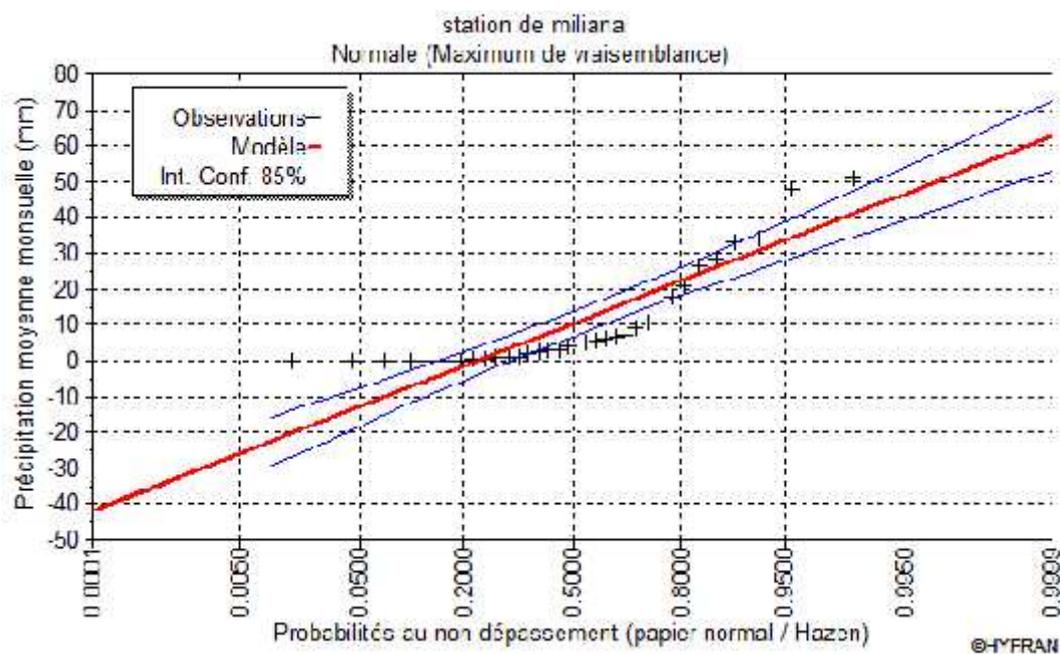
**Tableau 3.29.** Caractéristique de l'échantillon

Paramètres	valeurs
Minimum (Min)	0.1
Maximum (Max)	51
Moyenne (Moy)	10.3
Ecart-type (U )	14.1
Médiane ( Me )	4.55
Coefficient de variation (Cv)	1.37
Coefficient d'asymétrie (Cs)	1.66
Coefficient d'aplatissement (Ck)	4.25
paramètre de localisation (mu)	10.29
paramètre d'échelle ( † )	14.08

**Tableau 3.30.** Résultats d'ajustement à la loi normale

T (ans)	Fréquence	XT (mm)	Ecart type	Intervalle de confiance (85%)
100	0.0100	- 22.5	4.70	[-29.2 , -15.7]
50	0.0200	- 18.6	4.30	[-24.8,-12.4]
20	0.0500	-12.9	3.74	[-18.3,-7.50]
10	0.1000	-7.76	3.28	[-12.5,-3.03]
5.0	0.2000	-1.56	2.82	[-5.62, 2.51]
2.0	0.5000	1.33	2.42	[6.82, 13.8]

Résultat graphique de la loi normale :



**Figure 3.18.** Ajustement de Précipitation moyenne mensuelle loi normale

### Ajustement à la loi log normale

Méthode Maximum de vraisemblance :

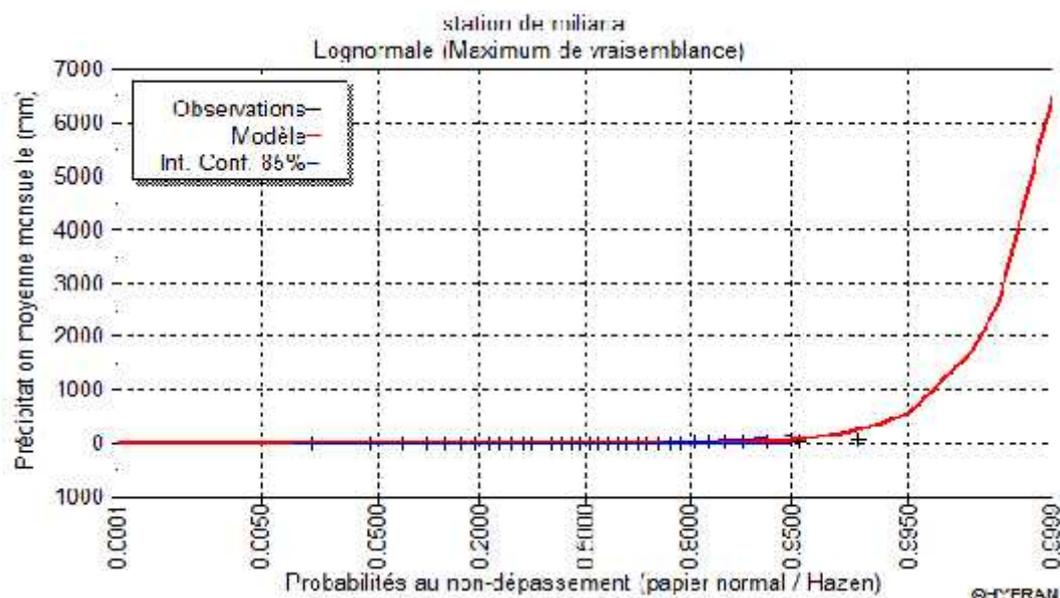
**Tableau 3.31.** Caractéristique de l'échantillon

Paramètres	valeurs
Minimum (Min)	0.1
Maximum (Max)	51
Moyenne (Moy)	10.3
Ecart-type (U )	14.1
Médiane ( Me )	4.55
Coefficient de variation (Cv)	1.37
Coefficient d'asymétrie (Cs)	1.66
Coefficient d'aplatissement (Ck)	4.25
paramètre de localisation (mu)	0.94
paramètre d'échelle ( $\uparrow$ )	2.10

**Tableau 3.32.** Résultats d'ajustement à la loi log normale

T (ans)	Fréquence	XT (mm)	Ecart type	Intervalle de confiance (85%)
100	0.0100	0.0193	0.0220	[0.00029, 0.0388]
50	0.0200	0.0342	0.0452	[0.00352 ,0.0657 ]
20	0.0500	0.0809	0.0433	[0.0175 ,0.142 ]
10	0.1000	0.174	0.0853	[0.0528, 0.283]
5.0	0.2000	0.439	0.185	[0.169, 0.655]
2.0	0.5000	2.58	0.931	[1.24,3.92]

### Résultat graphique de la loi log normale



**Figure 3.19.** Ajustement de Précipitation moyenne mensuelle loi log normale

**Ajustement à la loi Exponentielle :**

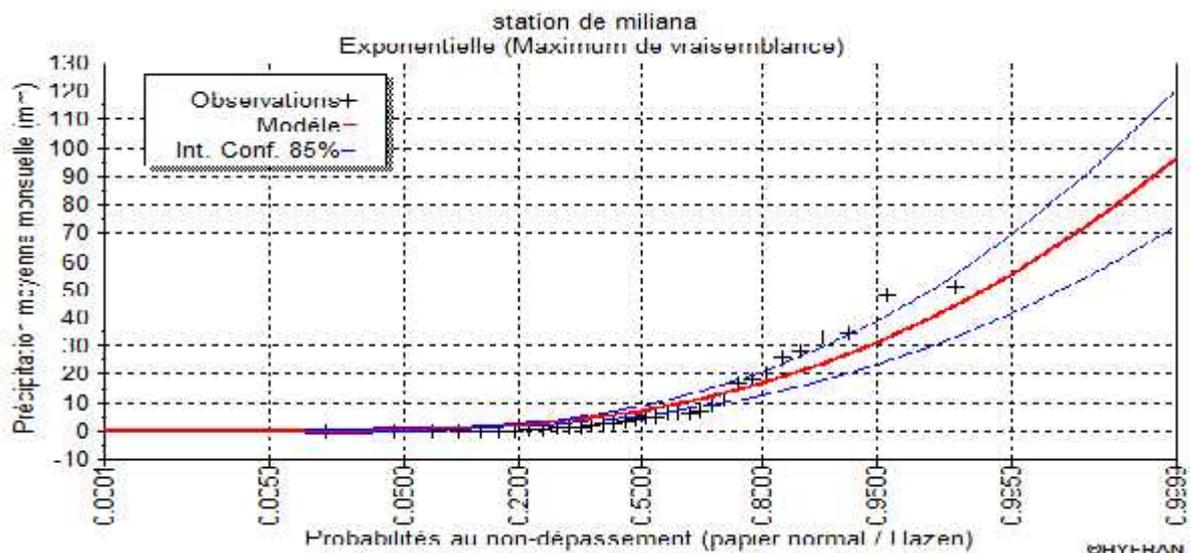
**Tableau 3.33.** Caractéristique de l'échantillon

Paramètres	valeurs
Minimum (Min)	0.1
Maximum (Max)	51
Moyenne (Moy)	10.3
Ecart-type (U )	14.1
Médiane ( Me )	4.55
Coefficient de variation (Cv)	1.37
Coefficient d'asymétrie (Cs)	1.66
Coefficient d'aplatissement (Ck)	4.25
paramètre de localisation ( $\Gamma$ )	10.50
paramètre d'échelle (m)	-.20

**Tableau 3.34.** Résultats d'ajustement à la loi Exponentielle

T (ans)	Fréquence	XT (mm)	Ecart type	Intervalle de confiance (85%)
100	0.0100	- 0.103	0.311	[-0.457, 0.309]
50	0.0200	0.0.325	0.309	[-0.364, 0.399 ]
20	0.0500	0.330	0.312	[-0.0872, 0.681 )
10	0.1000	0.898	0.339	[0.365 ,1.20 ]
5.0	0.2000	2.14	0.470	[1.26 , 2.42]
2.0	0.5000	7.07	1.25	[4.52 , 7.61 )

**Résultat graphique de la loi Exponentielle :**



**Figure 3.20.** Ajustement de Précipitation moyenne mensuelle loi Exponentielle

### Comparaison les lois d'Ajustements pour la station Miliana :

La figure 3.21 montre la comparaison graphiques entre les quatre lois d'ajustements.

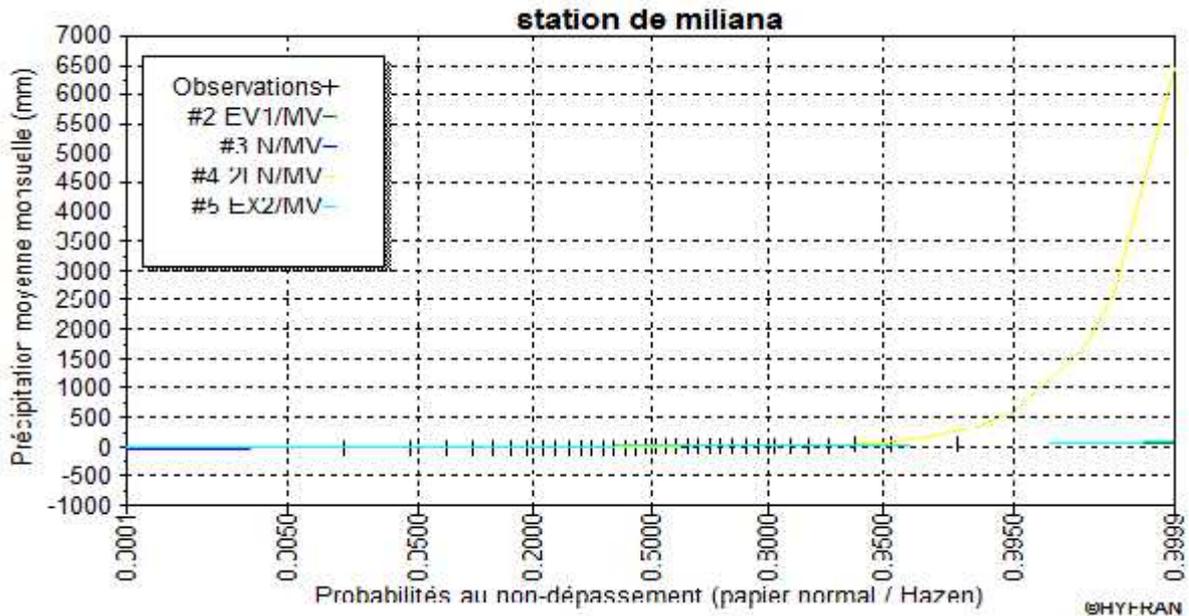


Figure 3.21. Comparaison des Ajustement des lois statistiques

En plus de cette figure le tableau 3.35 présente aussi une comparaison numériques des critère entre les différent lois

Tableau 3.35. Critère de comparaison des lois (toutes égales )

Modèle	Nb paramètre	X(T)	P(mi)	P(mi(x))	BIC	AIC
Log normale	2	0.011	25.00	99.98	217.567	214.515
Exponentielle	2	- 0.156	25.00	0.02	234.985	231.933
Gumbel	2	- 8.965	25.00	0.00	263.960	260.907
normale	2	- 25.933	25.00	0.00	280.415	279.363

**p(mi)** : probabilité a priori ;

**p(mi(x))** : probabilité a posteriori ;

**BIC** : critère d'information Bayésien ;

**AIC** : critère d'information Akaike ;

Moyenne pondérée par la probabilité a posteriori des quantiles (0.014 )

### 6. Analyse et interprétation :

D'après ces résultats nous avons constate, que la loi log normal adéquate,avec un quantile estimé (x(t) = (0.011) plus proche à celui observé ( 0.014) va on deuxième ordre ci la loi Exponentielle ou la valeur estime et de (-0.156) en dernier lieu c'est la loi normale avec une valeur de (-25.933)

### Station de Khemis Miliana : la pluie mensuelle Mois décembre

Ajustement à la loi de Gumbel

1/ méthode de moment

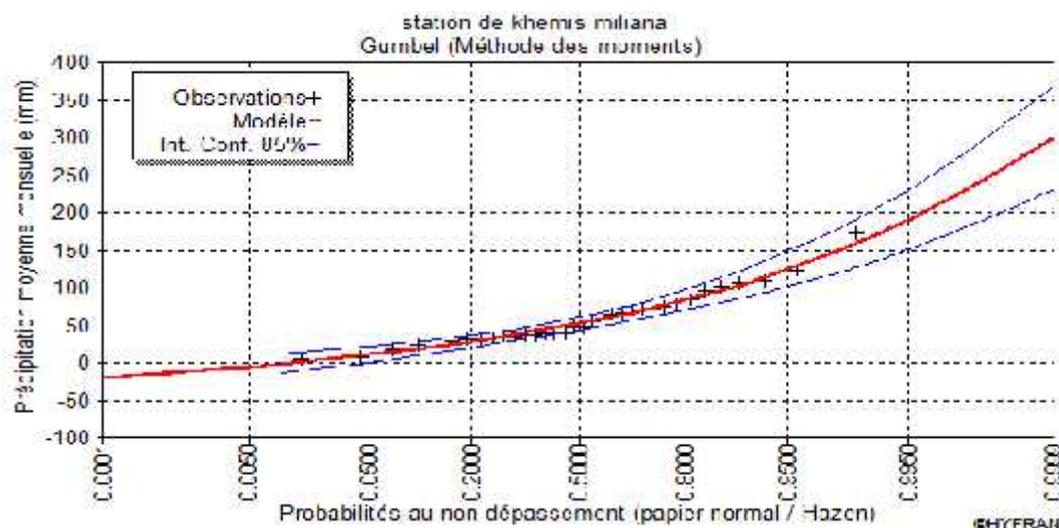
**Tableau 3.36.** Caractéristique de l'échantillon

Paramètres	Valeurs
Minimum (Min)	6.50
Maximum (Max)	171.9
Moyenne (Moy)	57.9
Ecart-type (U )	35.9
Médiane ( Me )	46.8
Coefficient de variation (Cv)	0.62
Coefficient d'asymétrie (Cs)	1.15
Coefficient d'aplatissement (Ck)	4.03
paramètre de localisation (u)	41.71
paramètre d'échelle ( $\Gamma$ )	28.02

**Tableau 3.37.** Résultats d'ajustement à la loi de Gumbel (méthode des moments)

T (ans)	Fréquence	XT (mm)	Ecart type	Intervalle de confiance (85%)
100	0.0100	- 1.08	8.92	[- 13.0, 11.8]
50	0.0200	3.49	8.26	[- 8.40, 15.4]
20	0.0500	11.0	7.26	[ 0.515,21.4]
10	0.1000	18.3	6.40	[ 9.13, 27.6 ]
5	0.2000	28.4	5.53	[ 20.4, 36.3 ]
2	0.5000	52.0	5.66	[ 43.8, 60.1 ]

Résultat graphique de la loi Gumbel :



**Figure 3.22.** Ajustement de Précipitation moyenne mensuelle loi de Gumbel (M.M)

## 2/ Méthode Maximum de vraisemblance :

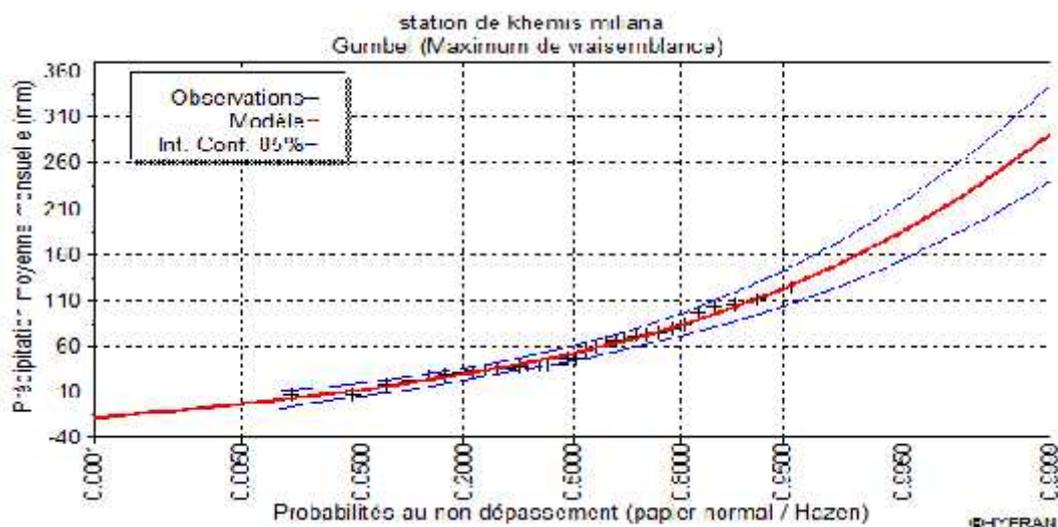
**Tableau 3.38.** Caractéristique de l'échantillon

Paramètres	valeurs
Minimum (Min)	6.50
Maximum (Max)	171.9
Moyenne (Moy)	57.9
Ecart-type (U )	35.9
Médiane ( Me )	46.8
Coefficient de variation (Cv)	0.62
Coefficient d'asymétrie (Cs)	1.15
Coefficient d'aplatissement (Ck)	4.03
paramètre de localisation (u)	41.78
paramètre d'échelle ( $\Gamma$ )	27.14

**Tableau 3.39.** Résultats d'ajustement à la loi de Gumbel (M.V)

T (ans)	Fréquence	XT (mm)	Ecart type	Intervalle de confiance (85%)
100	0.0100	0.329	6.28	[- 8.71, 9.37]
50	0.0200	4.76	5.89	[- 3.72, 13.2]
20	0.0500	12.0	5.34	[ 4.31 , 19.7]
10	0.1000	19.1	4.94	[ 12.0 , 26.2]
5	0.2000	28.9	4.67	[ 22.1 ,35.6 ]
2	0.5000	51.7	5.44	[43.9 , 59.6]

## Résultat graphique de la loi Gumbel :



**Figure 3.23.** Ajustement de Précipitation moyenne mensuelle loi de Gumbel (M.V)

Comparaison graphique : loi Gumbel

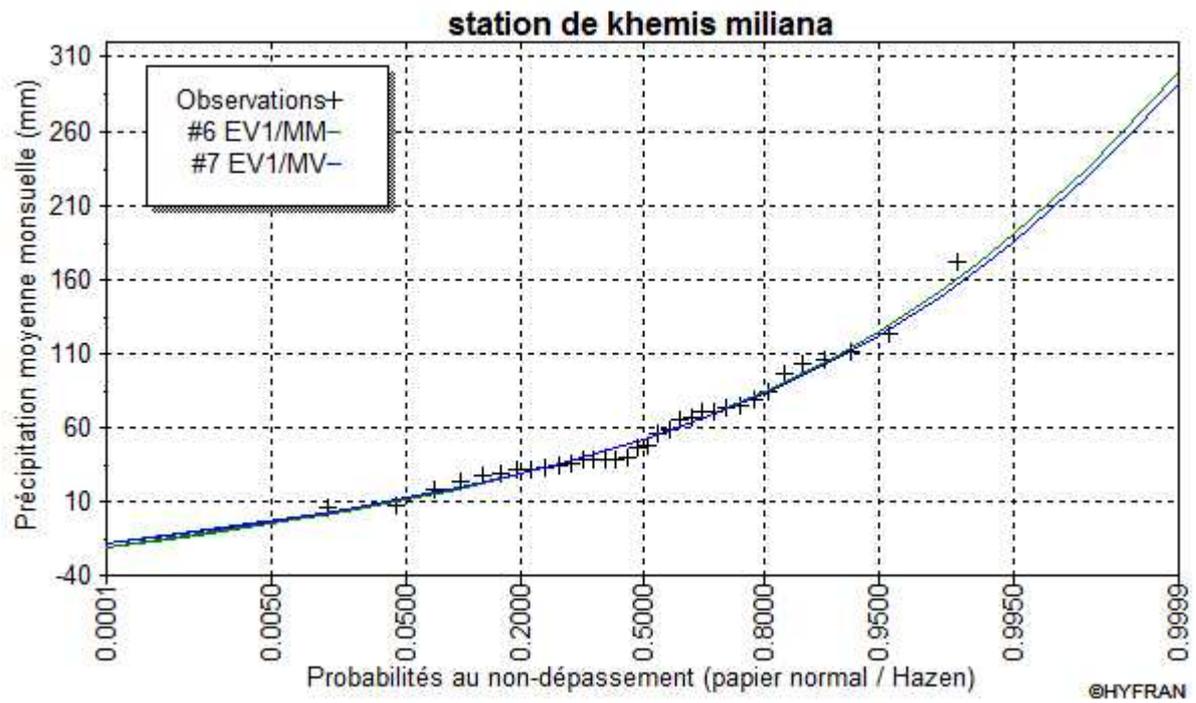


Figure 3.24. Comparaison des méthodes

### Ajustement à la loi normale

Méthode Maximum de vraisemblance :

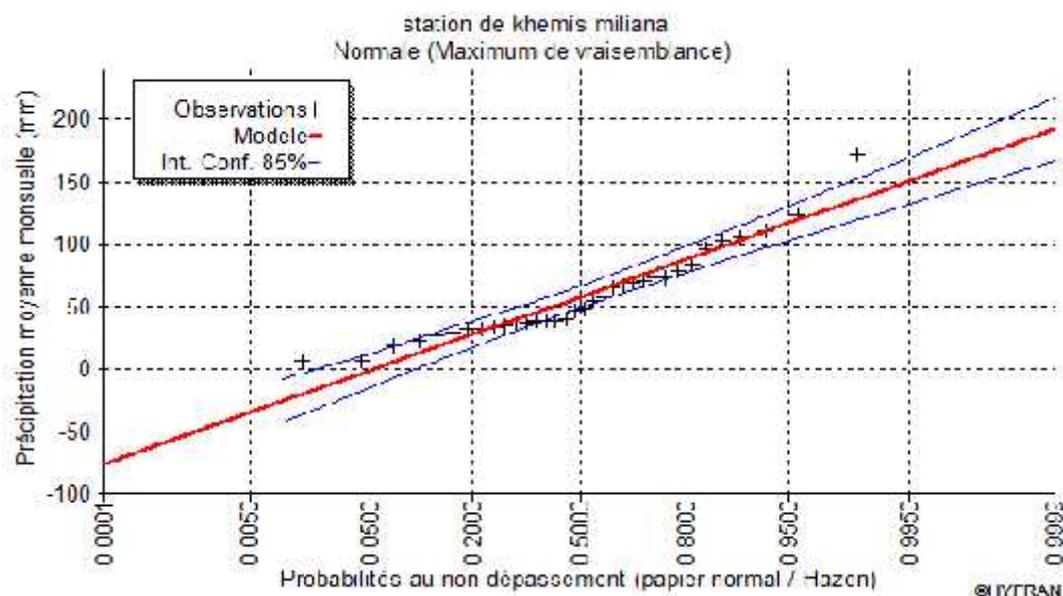
**Tableau 3.40.** Caractéristique de l'échantillon

Paramètres	valeurs
Minimum (Min)	6.50
Maximum (Max)	171.9
Moyenne (Moy)	57.9
Ecart-type (U )	35.9
Médiane ( Me )	46.8
Coefficient de variation (Cv)	0.62
Coefficient d'asymétrie (Cs)	1.15
Coefficient d'aplatissement (Ck)	4.03
paramètre de localisation (mu)	57.89
paramètre d'échelle ( $\dagger$ )	35.94

**Tableau 3.41.** Résultats d'ajustement à la loi normale

T (ans)	Fréquence	XT (mm)	Ecart type	Intervalle de confiance (85%)
100	0.0100	- 25.7	12.0	[- 4.30, 8.46]
50	0.0200	- 15.9	11.0	[- 31.8,-0.13]
20	0.0500	-1.24	9.54	[- 15.0, 12.5 ]
10	0.1000	11.8	8.38	[ - 0.23, 23.9]
5.0	0.2000	27.6	7.20	[ 17.3 , 38.0 ]
2.0	0.5000	57.9	16.6	[ 49.0, 66.8 ]

Résultat graphique de la loi normal :



**Figure 3.25.** Ajustement de Précipitation moyenne mensuelle loi normale

### Ajustement à la loi log normale

Méthode Maximum de vraisemblance :

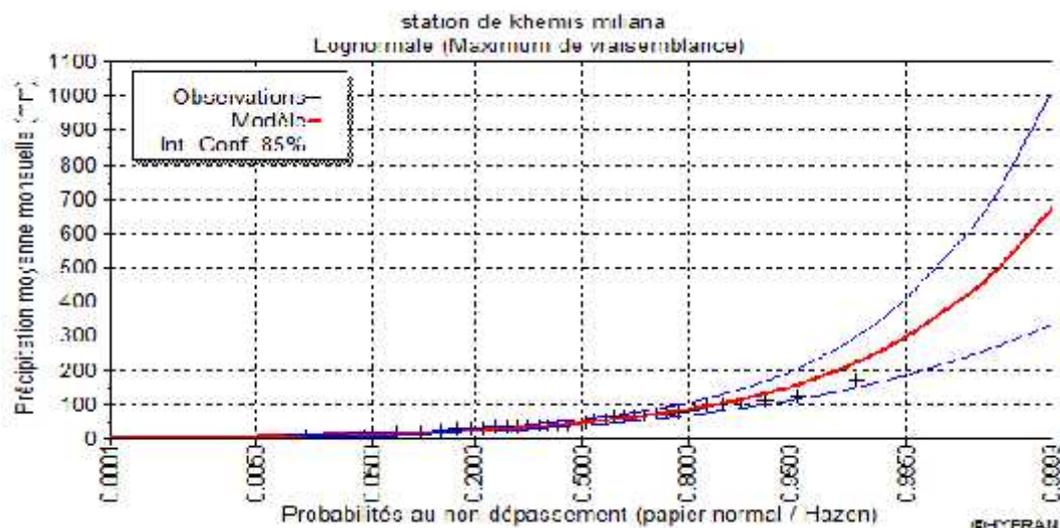
**Tableau 3.42.** Caractéristique de l'échantillon

Paramètres	valeurs
Minimum (Min)	6.50
Maximum (Max)	171.9
Moyenne (Moy)	57.9
Ecart-type (U )	35.9
Médiane ( Me )	46.8
Coefficient de variation (Cv)	0.62
Coefficient d'asymétrie (Cs)	1.15
Coefficient d'aplatissement (Ck)	4.03
paramètre de localisation (mu)	3.84
paramètre d'échelle ( $\dagger$ )	0.71

**Tableau 3.43.** Résultats d'ajustement à la loi log normale

T (ans)	Fréquence	XT (mm)	Ecart type	Intervalle de confiance (85%)
100	0.0100	8.87	2.12	[5.82 , 11.9]
50	0.0200	10.8	2.36	[7.39 , 14.2]
20	0.0500	14.5	2.75	[10.5 , 18.4]
10	0.1000	18.8	3.13	[14.2 , 23.3]
5	0.2000	25.7	3.69	[20.4 , 31.0]
2	0.5000	47.0	5.77	[38.7 , 55.3]

### Résultat graphique de la loi log normale



**Figure 3.26.** Ajustement de Précipitation moyenne mensuelle loi log normale

**Ajustement à la loi Exponentielle :**

Méthode Maximum de vraisemblance :

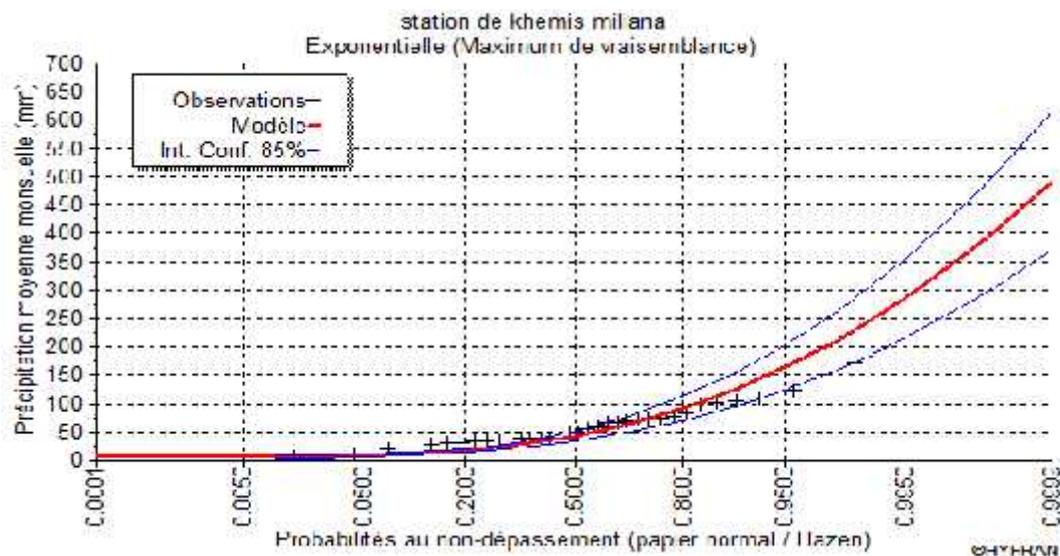
**Tableau 3.44.** Caractéristique de l'échantillon

Paramètres	valeurs
Minimum (Min)	6.50
Maximum (Max)	171.9
Moyenne (Moy)	57.9
Ecart-type (U )	35.9
Médiane ( Me )	46.8
Coefficient de variation (Cv)	0.62
Coefficient d'asymétrie (Cs)	1.15
Coefficient d'aplatissement (Ck)	4.03
paramètre de localisation ( $\Gamma$ )	52.95
paramètre d'échelle (m)	4.94

**Tableau 3.45.** Résultats d'ajustement à la loi Exponentielle

T (ans)	Fréquence	XT (mm)	Ecart type	Intervalle de confiance (85%)
100	0.0100	5.94	1.57	[ 3.22 , 7.33]
50	0.0200	6.01	1.56	[ 3.77 , 8.26]
20	0.0500	7.66	1.57	[ 5.40 , 9.92]
10	0.1000	10.5	1.71	[ 8.06 , 13.0]
5	0.2000	16.8	2.37	[ 13.3 , 20.2 ]
2	0.5000	41.6	6.31	[ 32.6 , 50.7]

**Résultat graphique de la loi Exponentielle :**



**Figure 3.27.** Ajustement de Précipitation moyenne mensuelle loi Exponentielle

### Comparaison les lois d'Ajustements pour la station Miliana :

La figure 3.28 montre la comparaison graphiques entre les quatre lois d'ajustements.

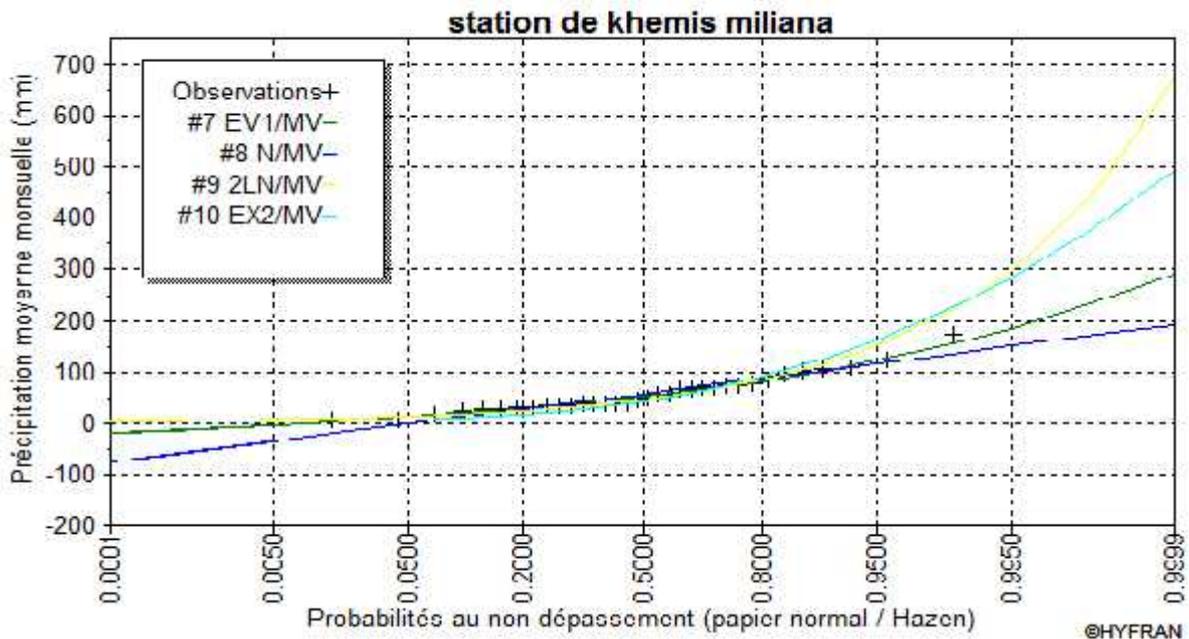


Figure 3.28. Comparaison des Ajustement des lois statistiques

En plus de cette figure le tableau 3.46 présente aussi une comparaison numériques des critère entre les différent lois .

Tableau 3.46. Critère de comparaison des lois (toutes égales)

Modèle	Nb paramètre	X(T)	P(mi)	P(mi(x))	BIC	AIC
Gumbel	2	- 3.477	25.00	78.60	338.508	335.455
Log normale	2	7.422	25.00	16.54	341.625	338.572
Exponentielle	2	5.208	25.00	3.11	344.970	341.918
normale	2	- 34.707	25.00	1.75	346.114	343.062

**P (mi)** : probabilité a priori ;

**p (mi(x))** : probabilité a posteriori ;

**BIC** : critère d'information Bayésien ;

**AIC** : critère d'information Akaike ;

Moyenne pondérée par la probabilité a posteriori des quantiles (-1.9519).

### 6. Analyse et interprétation :

D'après ces résultats nous avons constate, que la loi Gumbel adéquate, avec un quantile estimé ( $x(t) = (- 3.477)$ ) plus proche à celui observé ( -1.9519 ), va on deuxième ordre ci la loi log normale ou la valeur estime et de (7.422), et en dernier lieu c'est la loi normale avec une valeur de (- 34.707) .

### Station de Khemis Miliana : la pluie mensuelle Mois mars

Ajustement à la loi de Gumbel

1/ méthode de moment

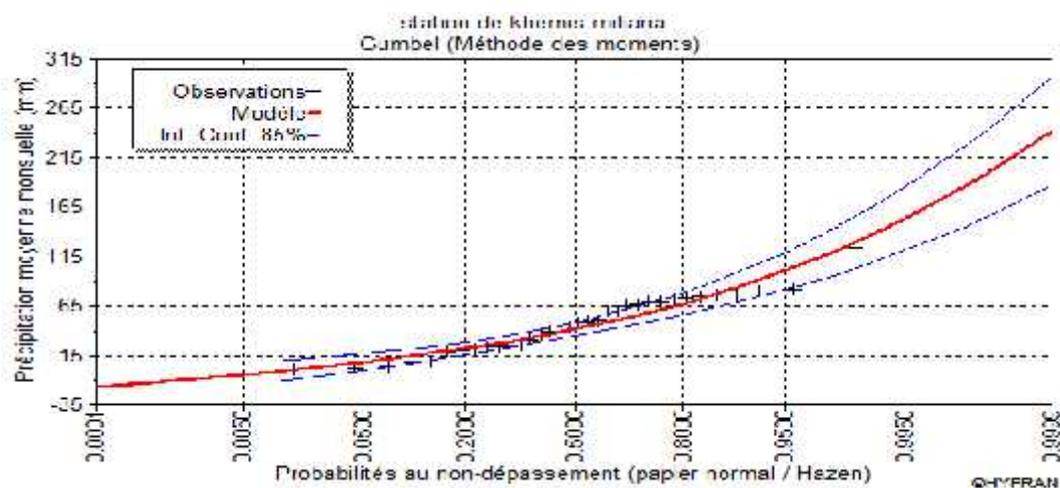
**Tableau 3 .47.** Caractéristique de l'échantillon

Paramètres	Valeurs
Minimum (Min)	1.20
Maximum (Max)	123.6
Moyenne (Moy)	46.1
Ecart-type ( U )	29.1
Médiane ( Me )	45.6
Coefficient de variation (Cv)	0.63
Coefficient d'asymétrie (Cs)	0.32
Coefficient d'aplatissement (Ck)	2.52
paramètre de localisation (u)	32.99
paramètre d'échelle ( $\Gamma$ )	22.68

**Tableau 3.48.** Résultats d'ajustement à la loi de Gumbel (M.M)

T (ans)	Fréquence	XT (mm)	Ecart type	Intervalle de confiance (85%)
100	0.0100	- 1.65	7.22	[- 12.0 , 8.44]
50	0.0200	2.05	6.69	[- 7.57 , 11.7]
20	0.0500	8.11	5.88	[- 0.35 , 16.6]
10	0.1000	14.1	5.18	[ 6.62 , 21.5 ]
5	0.2000	22.2	4.48	[ 15.8 , 28.6 ]
2	0.5000	41.3	4.58	[ 34.7 , 47.9]

Résultat graphique de la loi Gumbel :



**Figure 3.29.** Ajustement de Précipitation moyenne mensuelle loi de Gumbel (M.M)

### Ajustement à la loi de Gumbel

2/ Méthode Maximum de vraisemblance :

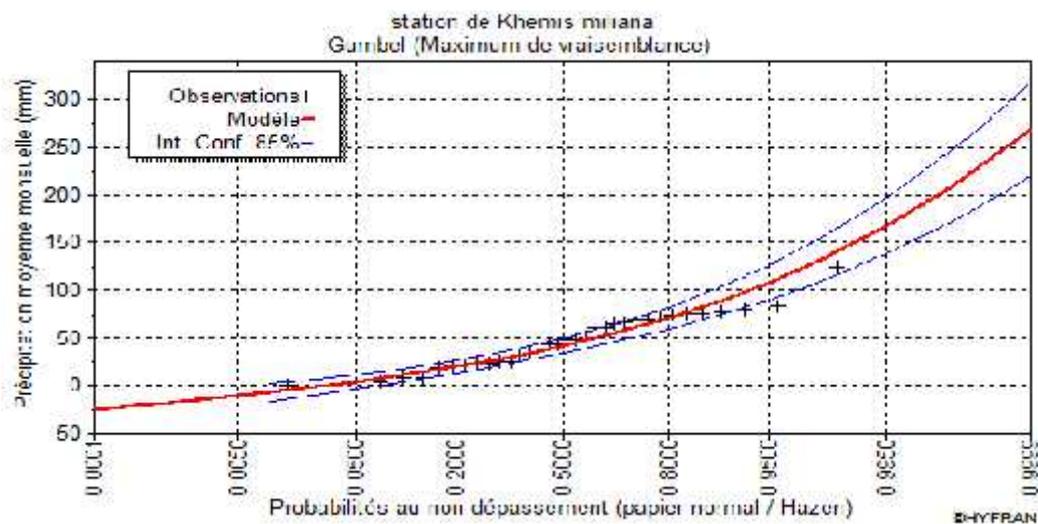
**Tableau 3.49.** Caractéristique de l'échantillon

Paramètres	Valeurs
Minimum (Min)	1.20
Maximum (Max)	123.6
Moyenne (Moy)	46.1
Ecart-type (U )	29.1
Médiane ( Me )	45.6
Coefficient de variation (Cv)	0.63
Coefficient d'asymétrie (Cs)	0.32
Coefficient d'aplatissement (Ck)	2.52
paramètre de localisation (u)	31.90
paramètre d'échelle ( $\Gamma$ )	25.59

**Tableau3.50.** Résultats d'ajustement à la loi de Gumbel (M.V)

T (ans)	Fréquence	XT (mm)	Ecart type	Intervalle de confiance (85%)
100	0.0100	- 7.19	5.92	[- 15.7 , - 1.34]
50	0.0200	- 3.01	5.55	[- 11.0 , - 4.98]
20	0.0500	3.82	5.04	[- 3.43 , 11.1 ]
10	0.1000	10.6	4.65	[ 3.85 , 17.3 ]
5	0.2000	19.7	4.40	[ 13.4 , 26.1 ]
2	0.5000	41.3	5.13	[ 33.9 , 48.7 ]

### Résultat graphique de la loi Gumbel :



**Figure 3.30.** Ajustement de Précipitation moyenne mensuelle loi de Gumbel (M.V)

Comparaison graphique : loi Gumbel

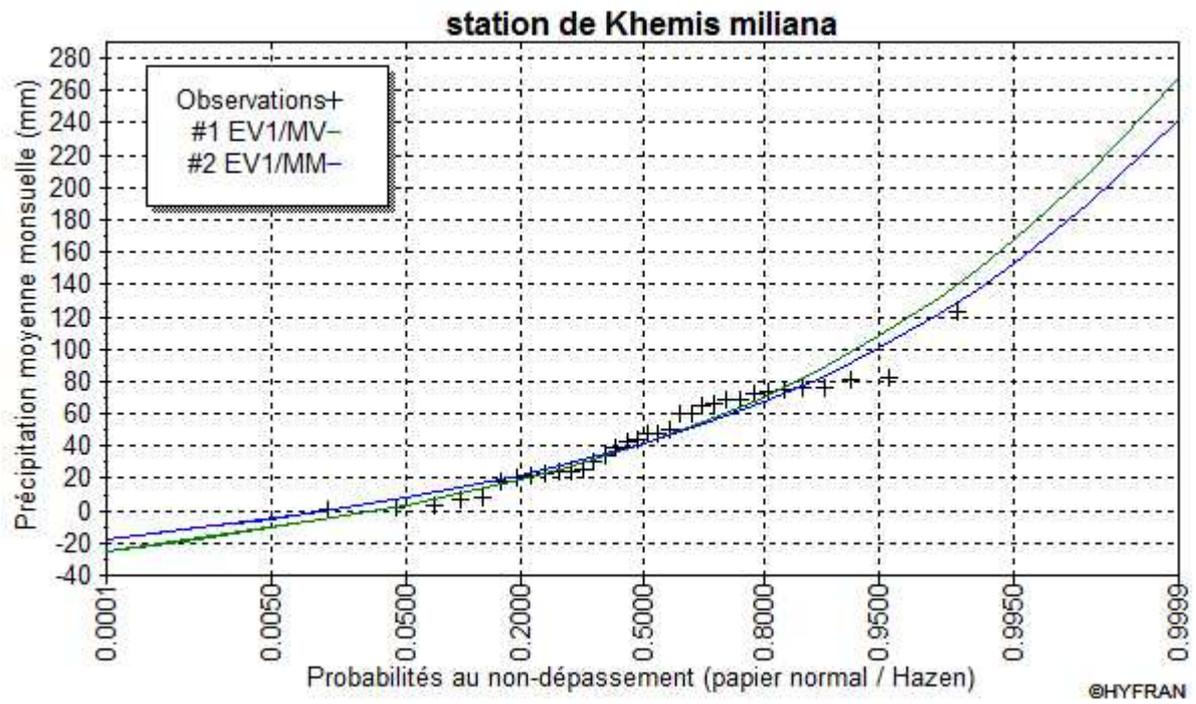


Figure 3.31. Comparaison des méthodes

### Ajustement à la loi normale

Méthode Maximum de vraisemblance :

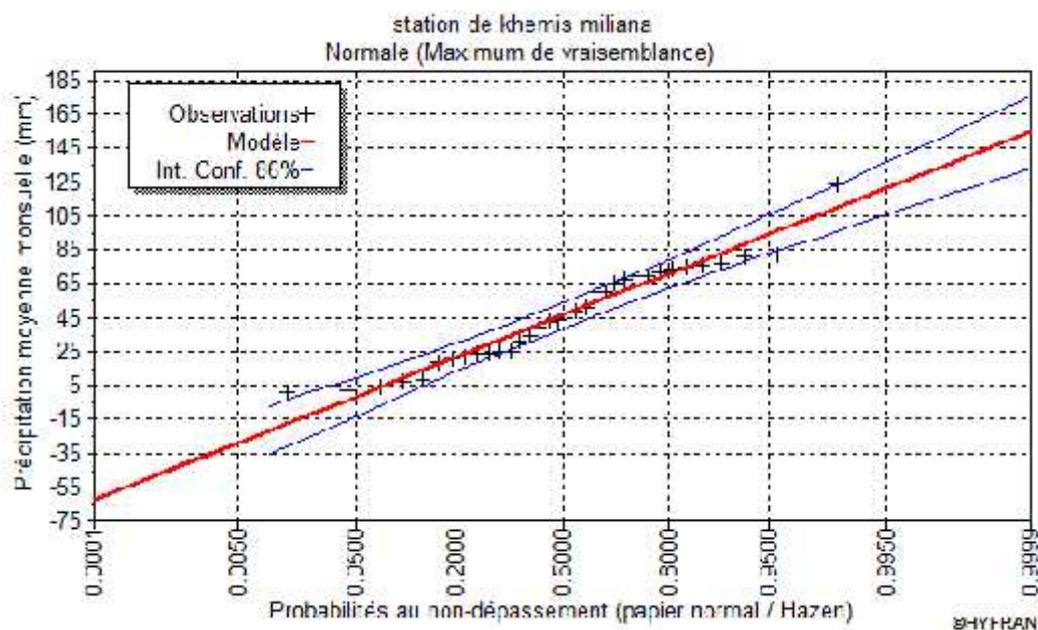
**Tableau 3.51.** Caractéristique de l'échantillon

Paramètres	Valeurs
Minimum (Min)	1.20
Maximum (Max)	123.6
Moyenne (Moy)	46.1
Ecart-type (U )	29.1
Médiane ( Me )	45.6
Coefficient de variation (Cv)	0.63
Coefficient d'asymétrie (Cs)	0.32
Coefficient d'aplatissement (Ck)	2.52
paramètre de localisation (mu)	46.08
paramètre d'échelle ( $\uparrow$ )	29.09

**Tableau3.52.** Résultats d'ajustement à la loi normale

T (ans)	Fréquence	XT (mm)	Ecart type	Intervalle de confiance (85%)
100	0.0100	- 21.6	9.71	[- 35.9 , - 7.27]
50	0.0200	- 13.7	8.89	[- 26.8 , -0.55 ]
20	0.0500	- 1.78	7.72	[- 13.2 , 9.62 ]
10	0.1000	8.80	6.78	[- 1.21 , 18.8]
5.0	0.2000	21.6	5.83	[ 13.0 , 30.2 ]
2.0	0.5000	46.1	4.99	[ 38.7 , 53.5 ]

### Résultat graphique de la loi normale :



**Figure 3.32.** Ajustement de Précipitation moyenne mensuelle loi normale

### Ajustement à la loi log normale

Méthode Maximum de vraisemblance :

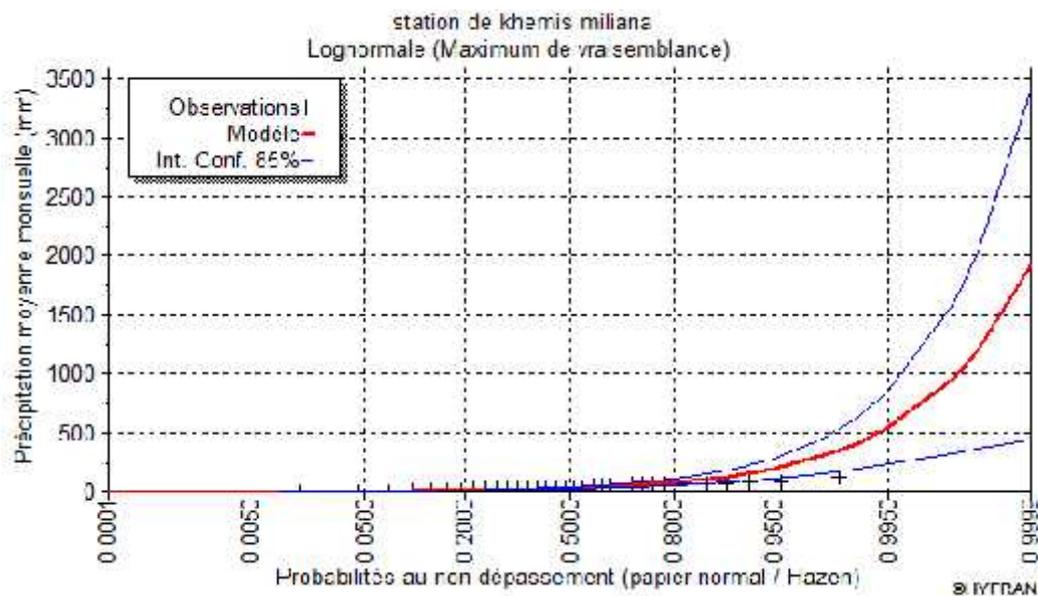
**Tableau 3.53.** Caractéristique de l'échantillon

Paramètres	Valeurs
Minimum (Min)	1.20
Maximum (Max)	123.6
Moyenne (Moy)	46.1
Ecart-type (U )	29.1
Médiane ( Me )	45.6
Coefficient de variation (Cv)	0.63
Coefficient d'asymétrie (Cs)	0.32
Coefficient d'aplatissement (Ck)	2.52
paramètre de localisation (mu)	3.46
paramètre d'échelle ( $\uparrow$ )	1.09

**Tableau 3.54.** Résultats d'ajustement à la loi log normale

T (ans)	Fréquence	XT (mm)	Ecart type	Intervalle de confiance (85%)
100	0.0100	2.49	0.912	[1.17 ,3.80]
50	0.0200	3.35	1.13	[1.73 ,4.89]
20	0.0500	5.26	1.53	[3.05 ,7.47]
10	0.1000	7.84	2.01	[4.95 ,10.7]
5.0	0.2000	12.7	2.80	[8.69 ,16.8]
2.0	0.5000	32.1	6.06	[23.4 ,40.8]

### Résultat graphique de la loi log normale



**Figure 3.33.** Ajustement de Précipitation moyenne mensuelle loi log normale

**Ajustement à la loi Exponentielle :**

-Méthode Maximum de vraisemblance :

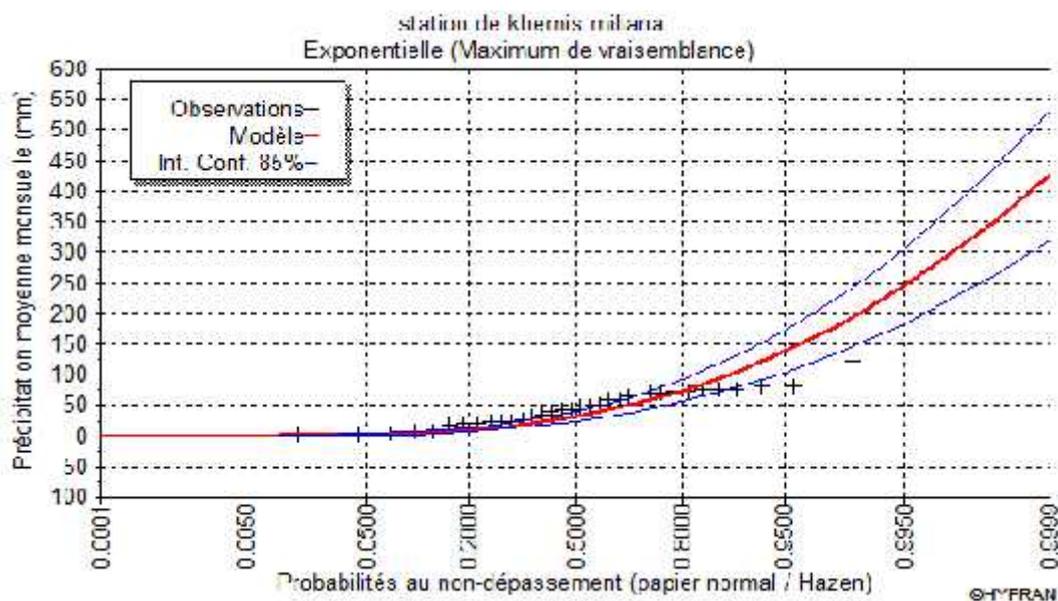
**Tableau 3.55.** Caractéristique de l'échantillon

Paramètres	Valeurs
Minimum (Min)	1.20
Maximum (Max)	123.6
Moyenne (Moy)	46.1
Ecart-type (U )	29.1
Médiane ( Me )	45.6
Coefficient de variation (Cv)	0.63
Coefficient d'asymétrie (Cs)	0.32
Coefficient d'aplatissement (Ck)	2.52
paramètre de localisation ( $\Gamma$ )	46.24
paramètre d'échelle (m)	- 0.16

**Tableau 3.56.** Résultats d'ajustement à la loi Exponentielle

T (ans)	Fréquence	XT (mm)	Ecart type	Intervalle de confiance (85%)
100	0.0100	0.305	1.37	[- 1.67 ,2.28]
50	0.0200	0.774	1.36	[- 1.19 ,2.74]
20	0.0500	2.21	1.37	[0.237 ,4.19]
10	0.1000	4.71	1.49	[ 2.57 , 6.86]
5	0.2000	2.07	2.07	[7.18 , 13.1]
2	0.5000	5.51	5.51	[ 24.0 , 39.8]

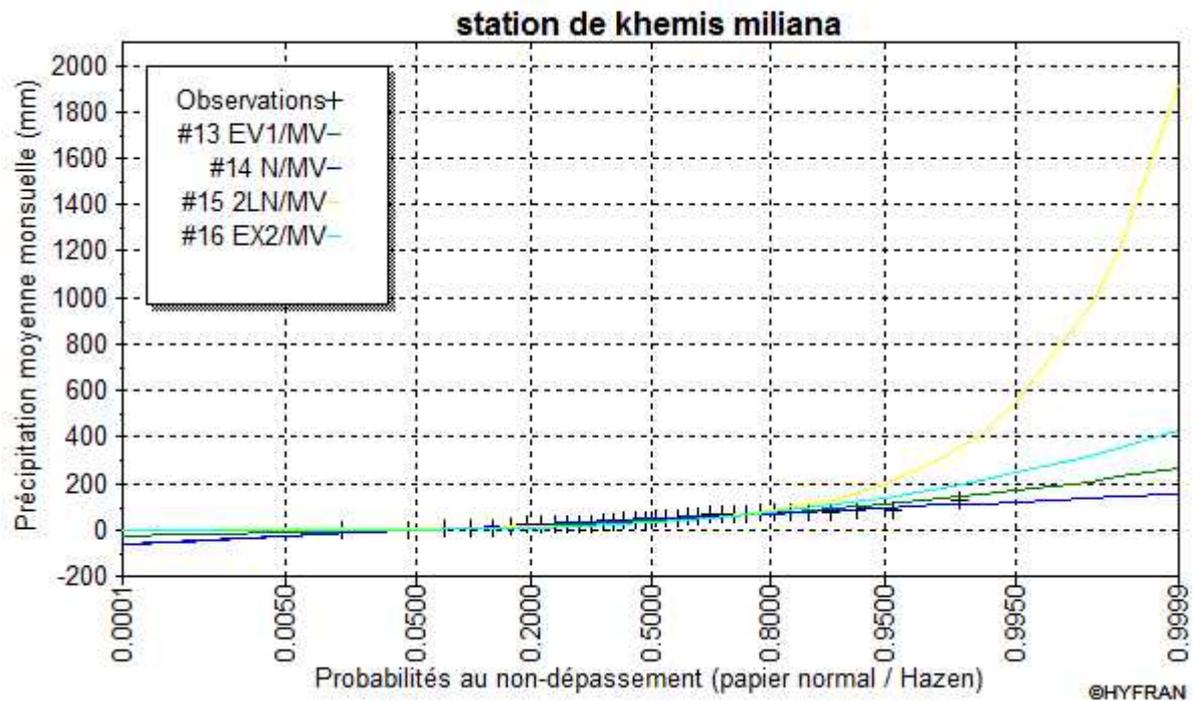
**Résultat graphique de la loi Exponentielle :**



**Figure 3.34.** Ajustement de Précipitation moyenne mensuelle loi Exponentielle

### Comparaison les lois d'Ajustements pour la station Miliana :

La figure 3.35 montre la comparaison graphique entre les quatre lois d'ajustements.



**Figure 3.35.** Comparaison des Ajustement des lois statistiques

En plus de cette figure le tableau 3.57 présente aussi une comparaison numérique des critères entre les différentes lois

**Tableau 3.57.** Critère de comparaison des lois (toutes égales)

Modèle	Nb Paramètre	X (T)	P (mi)	P (mi(x))	BIC	AIC
Normale	2	- 28.861	25.00	48.05	331.734	328.681
Gumbel	2	- 7.190	25.00	45.49	331.843	372.541
Exponentielle	2	0.072	25.00	6.40	335.767	332.714
Log normale	2	1.889	25.00	0.07	344.905	341.852

**p(mi)** : probabilité a priori ;

**p(mi(x))** : probabilité a posteriori ;

**BIC** : critère d'information Bayésien ;

**AIC** : critère d'information Akaike ;

Moyenne pondérée par la probabilité a posteriori des quantiles (- 17.1319)

### 6. Analyse et interprétation :

D'après ces résultats nous avons constaté, que la loi Normale adéquate, avec en quantile estimé ( $x(t) = (-28.861)$ ) plus proche à celui observé (-17.1319) va on deuxième ordre ci la loi Gumbel ou la valeur estimée et de (- 7.190) et en dernier lieu c'est la loi log normale avec une valeur de (1.889).

### Station de Khemis Miliana : la pluie mensuelle Mois juin

Ajustement à la loi de Gumbel

1/ méthode de moment

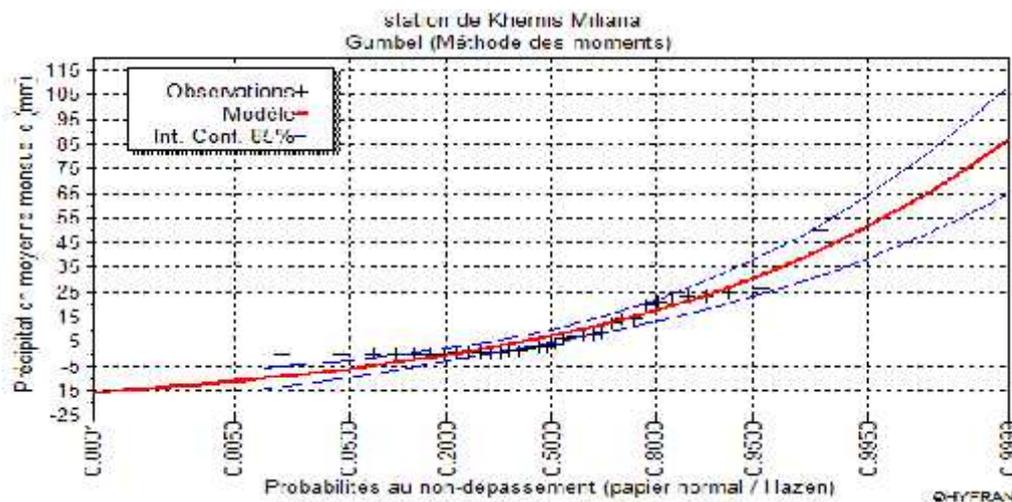
**Tableau 3.58.** Caractéristique de l'échantillon

Paramètres	Valeurs
Minimum (Min)	0.1
Maximum (Max)	50.2
Moyenne (Moy)	9.06
Ecart-type (U )	11.6
Médiane ( Me )	3.55
Coefficient de variation (Cv)	1.28
Coefficient d'asymétrie (Cs)	1.69
Coefficient d'aplatissement (Ck)	5.41
paramètre de localisation (u)	3.85
paramètre d'échelle ( Γ )	9.00

**Tableau 3.59.** Résultats d'ajustement à la loi de Gumbel (M.M)

T (ans)	Fréquence	XT (mm)	Ecart type	Intervalle de confiance (85%)
100	0.0100	-9.90	2.87	[-14.0 , -5.77]
50	0.0200	-8.43	2.65	[-12.3 , -4.61]
20	0.0500	-6.03	2.33	[-9.38 , -2.67]
10	0.1000	-3.66	2.06	[-6.62 , -0.96]
5	0.2000	-0.429	1.78	[-2.98 , 2.13]
2	0.5000	7.16	1.82	[4.54 , 9.78][

Résultat graphique de la loi Gumbel :



**Figure 3.36.** Ajustement de Précipitation moyenne mensuelle loi de Gumbel (M.M)

### Ajustement à la loi de Gumbel

2/ Méthode Maximum de vraisemblance :

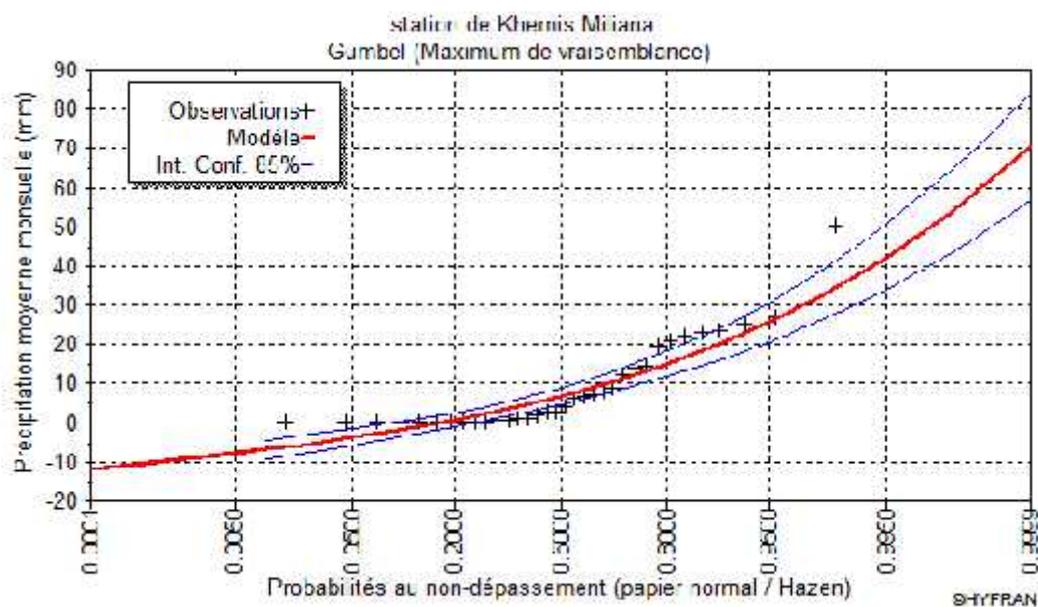
**Tableau 3.59.** Caractéristique de l'échantillon

paramètres	Valeurs
Minimum (Min)	0.1
Maximum (Max)	50.2
Moyenne (Moy)	9.06
Ecart-type (U )	11.6
Médiane ( Me )	3.55
Coefficient de variation (Cv)	1.28
Coefficient d'asymétrie (Cs)	1.69
Coefficient d'aplatissement (Ck)	5.41
paramètre de localisation (u)	4.24
paramètre d'échelle ( $\Gamma$ )	7.18

**Tableau 3.60.** Résultats d'ajustement à la loi de Gumbel (M.V)

T (ans)	Fréquence	XT (mm)	Ecart type	Intervalle de confiance (85%)
100	0.0100	-6.74	1.66	[-9.13 , -4.34]
50	0.0200	-5.56	1.56	[-7.81 , -3.32]
20	0.0500	-3.65	1.41	[-5.68 , -1.61]
10	0.1000	-1.75	1.31	[-3.64 , -0.12]
5	0.2000	0.82	1.24	[-0.95 , -2.60]
2	0.5000	6.88	1.44	[4.80 , 8.95]

### Résultat graphique de la loi Gumbel :



**Figure 3.37.** Ajustement de Précipitation moyenne mensuelle loi de Gumbel (M.V)

Comparaison graphique : loi Gumbel

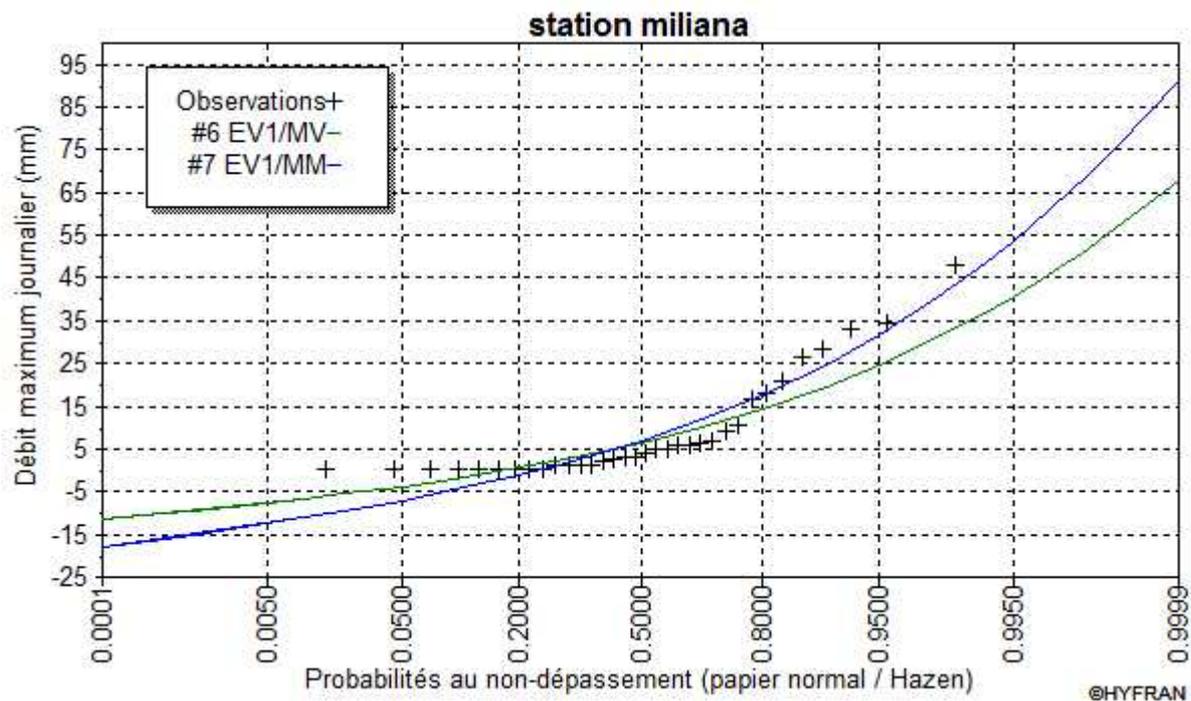


Figure 3.38. Comparaison des méthodes

### Ajustement à la loi normale

Méthode Maximum de vraisemblance :

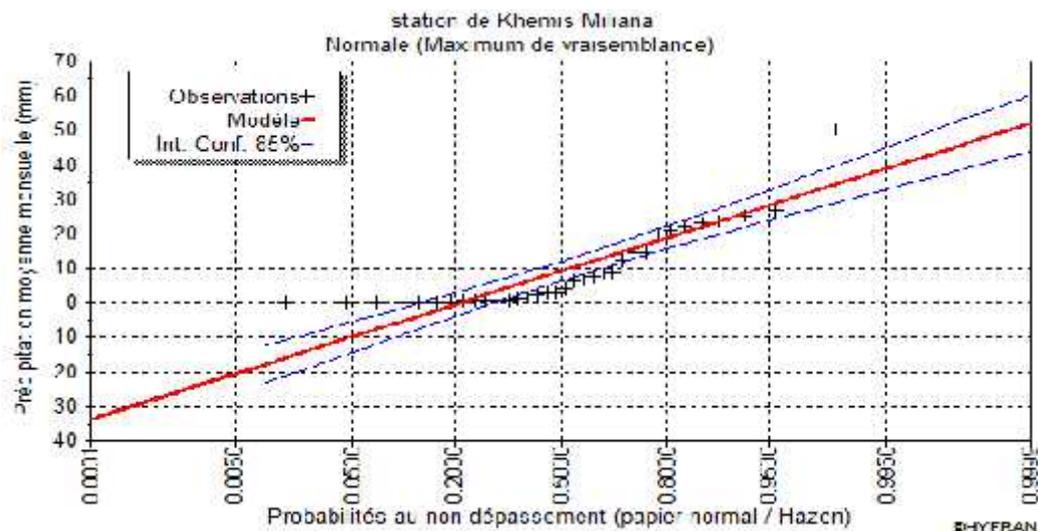
**Tableau 3.61.** Caractéristique de l'échantillon

Paramètres	Valeurs
Minimum (Min)	0.1
Maximum (Max)	50.2
Moyenne (Moy)	9.06
Ecart-type (U )	11.6
Médiane ( Me )	3.55
Coefficient de variation (Cv)	1.28
Coefficient d'asymétrie (Cs)	1.69
Coefficient d'aplatissement (Ck)	5.41
paramètre de localisation (mu)	9.05
paramètre d'échelle ( $\tau$ )	11.55

**Tableau 3.62.** Résultats d'ajustement à la loi normale

T (ans)	Fréquence	XT (mm)	Ecart type	Intervalle de confiance (85%)
100	0.0100	-17.8	3.86	[-2.34 , -12.3]
50	0.0200	-14.7	3.63	[-19.8 , -9.59]
20	0.0500	-9.35	3.07	[-14.4 , -5.64]
10	0.1000	-5.75	2.69	[-9.63 , -1.87]
5.0	0.2000	-0.66	2.31	[-4.00 , -2.67]
2.0	0.5000	9.06	1.98	[6.20 , 11.9]

Résultat graphique de la loi normal :



**Figure 3.39.** Ajustement de Précipitation moyenne mensuelle loi normale

### Ajustement à la loi log normale

Méthode Maximum de vraisemblance :

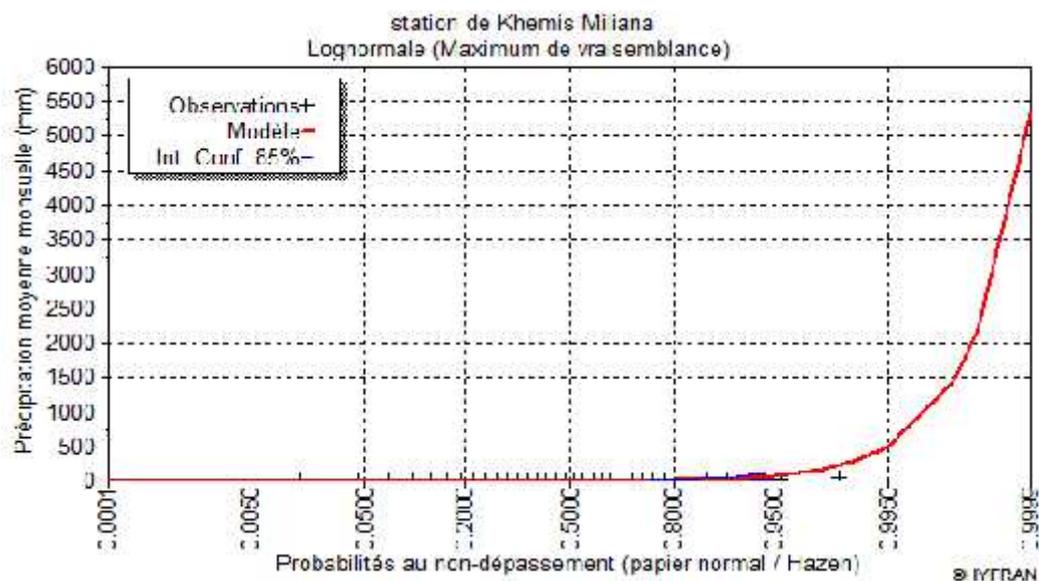
**Tableau 3.63.** Caractéristique de l'échantillon

Paramètres	valeurs
Minimum (Min)	0.1
Maximum (Max)	50.2
Moyenne (Moy)	9.06
Ecart-type (U )	11.6
Médiane ( Me )	3.55
Coefficient de variation (Cv)	1.28
Coefficient d'asymétrie (Cs)	1.69
Coefficient d'aplatissement (Ck)	5.41
paramètre de localisation (mu)	0.85
paramètre d'échelle ( $\uparrow$ )	2.07

**Tableau 3.64.** Résultats d'ajustement à la loi log normale

T (ans)	Fréquence	XT (mm)	Ecart type	Intervalle de confiance (85%)
100	0.0100	0.0198	0.0135	0.00036 – 0.0393
50	0.0200	0.0346	0.0216	0.00352 – 0.0657
20	0.0500	0.0798	0.0433	0.0175 – 0.142
10	0.1000	0.168	0.0798	0.0528 – 0.283
5.0	0.2000	0.412	0.169	0.169 – 0.655
2.0	0.5000	2.30	0.805	1.14 -3.46

### Résultat graphique de la loi log normale



**Figure 3.40.** Ajustement de Précipitation moyenne mensuelle loi log normale

**Ajustement à la loi Exponentielle :**

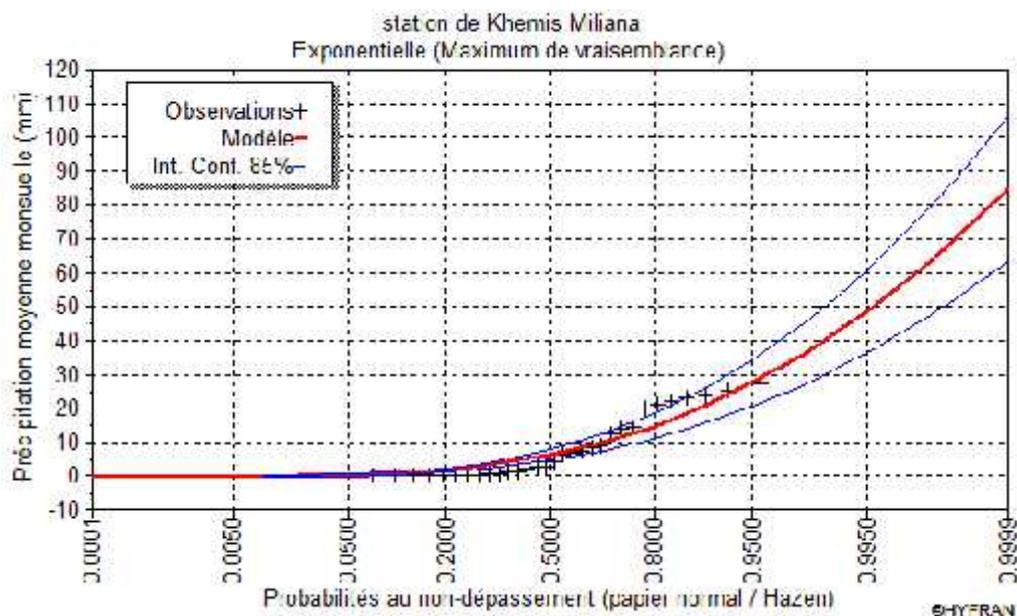
**Tableau 3.65.** Caractéristique de l'échantillon

Paramètres	Valeurs
Minimum (Min)	0.1
Maximum (Max)	50.2
Moyenne (Moy)	9.06
Ecart-type (U )	11.6
Médiane ( Me )	3.55
Coefficient de variation (Cv)	1.28
Coefficient d'asymétrie (Cs)	1.69
Coefficient d'aplatissement (Ck)	5.41
paramètre de localisation ( $\Gamma$ )	9.22
paramètre d'échelle (m)	- 0.17

**Tableau 3.66.** Résultats d'ajustement à la loi Exponentielle

T (ans)	Fréquence	XT (mm)	Ecart type	Intervalle de confiance (85%)
100	0.0100	-0.0787	0.273	[-0.472 , -0.31]
50	0.0200	0.0150	0.272	[-0.376 , -0.40]
20	0.0500	0.302	0.74	[-0.092 , -0.69]
10	0.1000	0.801	0.298	[0.372 , 1.23]
5.0	0.2000	1.89	0.413	[1.29 , 0.48]
2.0	0.5000	6.22	1.10	[4.64 , 7.81]

**Résultat graphique de la loi Exponentielle :**



**Figure 3.41.** Ajustement de Précipitation moyenne mensuelle loi Exponentielle

### 5. Comparaison des lois d'Ajustements pour la station Miliana :

La figure 3.42. montre la comparaison graphique entre les quatre lois d'ajustements.

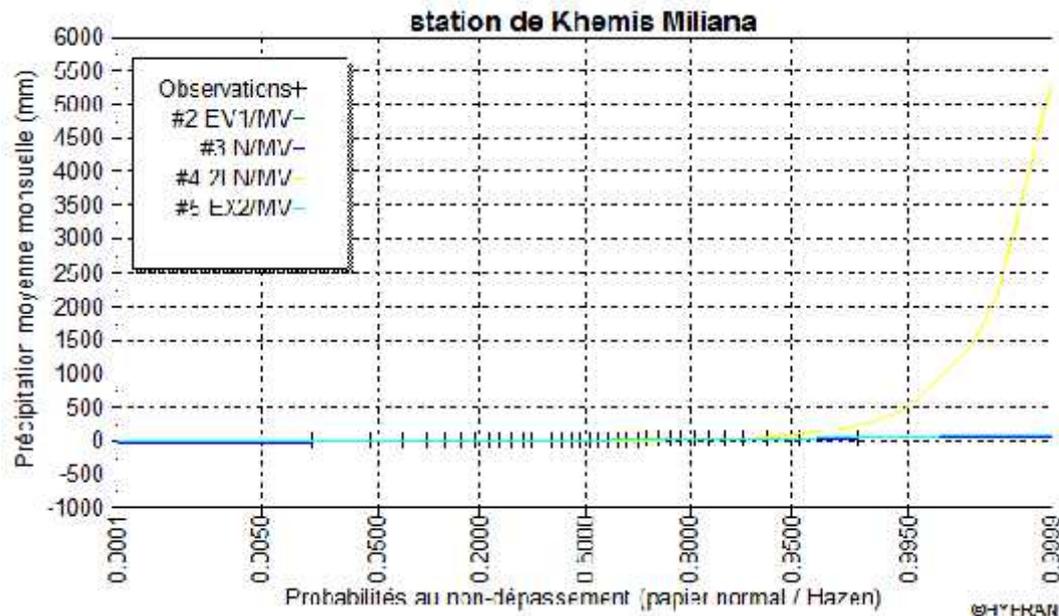


Figure 3.42. Comparaison des Ajustement des lois statistiques

En plus de cette figure le tableau 3.67 présente aussi une comparaison numérique des critères entre les différentes lois

Tableau 3.67. Critère de comparaison des lois (toutes égales)

Modèle	Nb paramètre	X(T)	P(mi)	P(mi(x))	BIC	AIC
Log normale	2	0.011	25.00	99.97	210.212	207.159
Exponentielle	2	- 0.125	25.00	0.03	226.160	223.107
Gumbel	2	-7.754	25.00	0.00	253.345	250.292
normale	2	-0.704	25.00	0.00	268.926	265.873

**p(mi)** : probabilité a priori ;

**p(mi(x))** : probabilité a posteriori ;

**BIC** : critère d'information Bayésien ;

**AIC** : critère d'information Akaike ;

Moyenne pondérée par la probabilité a posteriori des quantiles (0.0110)

### 6. Analyse et interprétation :

D'après ces résultats nous avons constaté, que la loi log normal adéquate, avec un quantile estimé ( $x(t) = (0.011)$ ) plus proche à celui observé ( $0.0110$ ) va on deuxième ordre ci la loi Exponentielle ou la valeur estime et de  $(- 0.125)$  en dernier lieu c'est la loi normal avec une valeur de  $(- 0.704)$ .