

Analyse Fréquentielle des précipitations journalières maximales annuelles dans le Nord-Est d'Algérie -Cas de Bassin versant Côtiers Algérois-.

Benaini M ¹, Achite M¹, Toubal A K¹

¹ Laboratoire Eau – Environnement, université Hassiba Ben Bouali Chlef, BP 151, Chlef, Algérie: med_benaini@yahoo.com, achitemohammed@Gmail.com, toubalabderrezak@Gmail.com.

Absract

Daily precipitation, especially rainfall, is a perplexing fluctuating natural phenomenon that has a very strong hydrological impact, especially when they are extreme. The annual maximum daily rainfall in the Northeast Algeria shows a highly irregular distribution due to the presence in the majority of the observed series of some very exceptional values or outdoors. This distribution is also marked in the eastern part of the coastal watershed Algérois (n°02), which is the subject of our case study. Therefore, to characterize the variation of our rainfall series, the frequency analysis is adapted to study the temporal structure and the extreme behavior of precipitation. After the statistical treatment of the data, the application of the frequency analysis on the annual maximum daily precipitation, recorded by 14 rainfall stations, from 1970 to 2014, on the watershed of Oued sebaou located in the Northeast Algeria. The most widely applied laws in the frequency analysis of maximum daily rainfall are the generalized extreme law (GEV) with three components, the generalized two-parameter extreme values (Gumbel and Lognormal) and the law of Pearson type III.

Keywords: Maximum daily precipitation, Climate variability, Frequential Analysis, Northeast Algeria, Coastal Algiers.

Résumé

Les précipitations journalières, notamment les pluies, constituent un phénomène naturel fluctuant perplexe qui a un très fort impact hydrologique, surtout lorsqu'elles ont un caractère extrême. Les précipitations journalières maximales annuelles dans le Nord-Est Algérien présentent une distribution fortement irrégulière du fait de la présence dans la majorité des séries observées de quelques valeurs très exceptionnelles ou horsains. Cette distribution est aussi marquée dans la partie Est du bassin versant côtiers Algérois (n°02), qui fait objet de notre étude de cas. De ce fait, pour caractériser la variation de nos séries pluviométriques, L'analyse fréquentielle s'avère adéquate pour étudier la structure temporelle et le comportement extrême des précipitations. Après le traitement statistique des données, l'application de l'analyse fréquentielle sur les précipitations maximales journalières annuelles, enregistrées par 14 postes pluviométriques, depuis 1970 à 2014, sur le bassin versant de Oued Sébaou situé au Nord-Est Algérien. Les lois les plus appliquées dans l'analyse fréquentielle des pluies journalières maximales, sont : la loi Généralisée des extrêmes (GEV) à trois composantes, les lois généralisées des valeurs extrêmes à deux composantes (Gumbel et Lognormal) à deux paramètres et la loi de Pearson type III.

Mots clés : Précipitations maximales journalières, Variabilité climatique, Analyse Fréquentielle, Nord-Est d'Algérie, Côtiers Algérois.

Introduction

Dans la présente étude nous intéressons à la partie orientale du Nord d'Algérie, qui est connue par son apport pluvieux important et forme des ressources importantes par rapport à l'Ouest ou la semi aridité est dominante (Mebarki, 2005). Nombreux auteurs affirment une variabilité importante du régime climatique durant les quatre dernières décennies et ayant eu des impacts sur les ressources en eau. Les conséquences du changement climatique ont été observés à travers un décalage saisonnier, des pluies irrégulières et même des inondations (Kouame *et al.*, 2014), tous ces événements causés principalement par des variations du régime pluviométrique, qui peut être considéré comme le principal impact parmi les impacts du changement climatique. Du l'immense importance aux précipitations quotidiennes maximales, et ce qu'elles peuvent causer comme dégâts en cas de forte intensité produisant des fortes crues, dans ce contexte que la communauté scientifique s'intéresse de plus en plus aux précipitations journalières maximales annuelles (Taibi *et al.*, 2015).

Les fortes crues de l'Algérie sont causées par des précipitations maximales journalières, nous citons à titre d'exemple l'inondation catastrophiques survenus à Bab El Oued (Alger) à cause des pluies diluviennes (260 mm pendant une journée). La lutte contre ces crues se fait par la mise en place des projets de protections contre les inondations adéquate (Boutoutaou *et al.*, 2014). La réalisation de ces projets nécessite au préalable l'étude des précipitations, qui est considérée comme étant la première et la principale cause des crues ; de ce fait il est indispensable de déterminer la quantité de pluie (la lame d'eau précipitée) ainsi son fréquence (période de retour). C'est dans ce contexte que notre étude fait objet et s'intitule : *Analyse fréquentielle des précipitations journalières maximales annuelles dans le Nord-Est d'Algérie*, et prenons exemple du *Bassin de Oued Sébaou* (Partie Est du Bassin versant Côtiers Algérois).

I. Matériels et Méthode

I.1. Présentation de la zone d'étude

Le Nord Algérien est décomposé en plusieurs entités géographiques : *les bassins versants* (Figure 01). Notamment notre aire d'étude, le Nord-Est Algérien, présente la moitié du Nord Algérien, il s'agit donc d'un domaine géographique particulièrement diversifié. Dont la partie Est du Bassin versant Côtiers Algérois, connue généralement par le bassin de Oued Sébaou, fait objet de notre étude.

La région d'étude s'étend entre la longitude 3° 42' Ouest et 5° 36' Est et la latitude 36° 54' Nord et 36° 27' Sud. Elle est limitée par :

- Au Nord par la mer méditerranée.
- A l'Est par le bassin versant Côtiers Algérois ;

- A l'Ouest par le bassin versant des Isser (09), et la partie Ouest du bassin versant Côtier Algérois ;
- Au Sud par le bassin versant de Soummam (15) ;

La situation de notre aire d'étude dans le Nord Algérien, et par rapport aux bassins versants de l'Est Algérien est présentée dans la Figure 01.

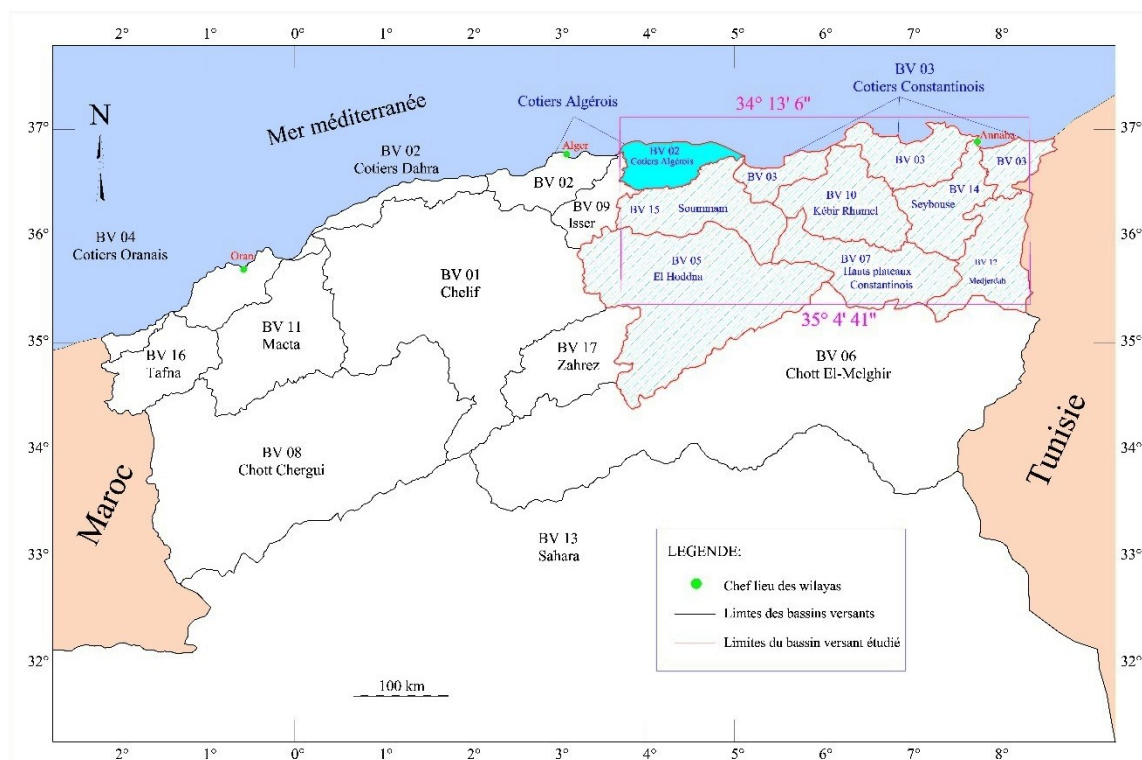


Figure 01 : Carte des Bassins versants et les limites de l'Agence Nationale des bassins hydrographiques.

Notre domaine d'intervention, la partie Est du bassin versant côtiers Algérois, nommée aussi : 02b, est composé de 09 sous bassin, dont la numérotation est comme suite : 02-07, 02-08, 02-09, 02-15, 02-16, 02-17, 02-18, 02-19, 02-20 ; cette numérotation est présentée selon la carte du réseau hydroclimatologique et de la surveillance de la qualité des eaux, établi par l'Agence Nationale des Ressources Hydriques (ANRH).

Les stations pluviométriques utilisées dans cette étude, sont présentés dans le tableau suivant.

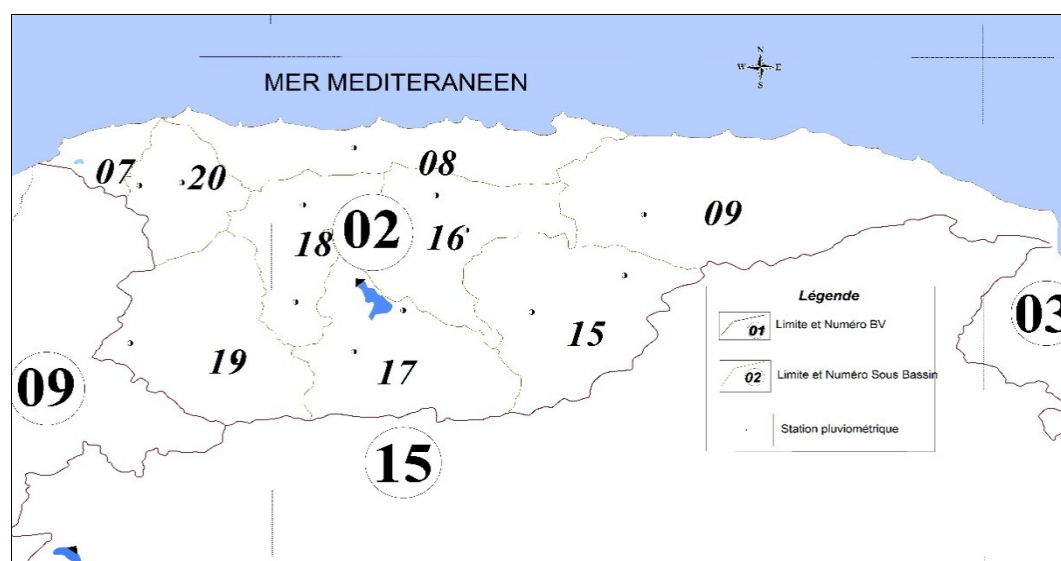
Tableau 1 : Codes et coordonnées des stations pluviométriques.

Stations	Nom de Station	X (Km)	Y (Km)	Z (Km)
02_08_10	EL AZAIEB MIZRANA	625.05	398.55	150
02_09_09	TAGMA PEPINIERE	660.25	382.95	950
02_15_01	TIGHZART NBOUBHIR	650.9	372.1	220
02_15_09	AIT AICHA	661.8	373.9	1000
02_16_03	FREHA	641.9	383.5	140
02_16_07	BERBER (ex S. EL HAD)	639.35	391.8	490
02_17_05	LARBAA NATH IRATHEN	634.9	370.8	980
02_17_12	BENI YENNI	635	365.25	760
02_18_01	BOUASSEM M.F.	620	371.5	600
02_18_05	LARBAA MAKOUDA	622.65	390.15	520
02_19_03	BOGHNI	612.55	361.15	250
02_19_06	NEZLIOUA	595.8	363.2	590
02-20-02	BAGHLIA VILLAGE	603.65	390	30
02_20_05	OULED AISSA	599.2	389.33	410

La délimitation de la zone d'étude est basée sur des limites hydrologiques des sous bassins (SB) englobant des plaines, connue par le cours d'eau principale de Oued Sébaou, dont lequel est installé le barrage de Taksebt, et aussi d'autres cours d'eau moins importants comme : Oued Daas et Oued Feraoun qui sont les effluents secondaires de Oued Sébaou.

Choix et distribution des données

Le réseau pluviométrique de la région d'étude est constitué de 14 stations pluviométriques réparties sur l'ensemble du bassin, les coordonnées (x, y, z) sont présentées dans le Tableau 01, dont la station de Ait Aicha est la plus élevée, avec 1000m d'altitude, et la station de Baghlia Village est la plus basse avec 30m d'altitude.

**Figure 02:** Répartition des stations pluviométriques dans le Nord-Est d'Algérie.

Nous disposons 14 stations pluviométriques pour cette analyse, avec une densité d'environ deux (02) stations par sous bassins, avec des observations de chroniques journalières pendant une période 45 ans, de 1970 à 2014, nous considérons que la région du bassin de Oued Sébaou dispose d'un réseau de station plus important par rapport le bassin de Oued Daas. La répartition est présentée dans la Figure n°02.

I.2. Statistiques

Les données choisies ont été obtenues par les archives de l'Agence Nationale des Ressources Hydrauliques (ANRH). La période retenue dans l'étude, après analyse critique, correspond à une série concordante entre la plupart des stations pluviométriques, suffisamment longue pour être traitée statistiquement (nombre d'année supérieur à 30 ans). Ce choix et cette critique nous ont permis de faire une présentation statistique sur l'ensemble des stations pluviométriques, dont les paramètres statistiques sont présentés est présenter dans le tableau suivant :

Tableau 02. Statistiques des précipitations journalières maximales annuelles dans le Bassin de Oued Sébaou.

Nom de Station	Moy (mm)	Max (mm)	Min (mm)	Ecart-Type (mm)	Coef. d'Asymétrie (Cs)	Coef. Variation (Cv)	Etendue (mm)
EL AZAIEB MIZRANA	74,4	205,4	23,8	36,15	1,71	2,06	181,6
TAGMA PEPINIERE	89,7	182,3	43,8	32,14	1,04	2,79	138,5
TIGHZART NBOUBHIR	72,8	129,2	40,8	22,69	0,75	3,21	88,4
AIT AICHA	81,5	150,2	37,7	27,82	0,63	2,93	112,5
FREHA	66,8	128,7	24,5	23,64	0,36	2,83	104,2
BERBER (ex S. EL HAD)	85,1	155,9	38,4	29,65	0,66	2,87	117,5
LARBAA NATH IRATHEN	81,2	195,4	37,1	32,91	1,50	2,47	158,3
BENI YENNI	74,1	173,9	32,8	27,99	1,10	2,65	141,1
BOUASSEM M.F.	71,2	162,6	32,8	25,74	1,34	2,76	129,8
LARBAA MAKOUDA	72,5	128,6	27,5	23,91	0,30	3,03	101,1
BOGHNI	58,2	114,0	20,6	19,41	0,71	3,00	93,4
NEZLIOUA	62,4	98,8	30,0	15,22	0,34	4,10	68,8
BAGHLIA VILLAGE	66,9	174,9	32,7	29,18	1,94	2,29	142,2
OULED AISSA	71,7	186,3	28,7	31,70	1,52	2,26	157,6

Le graphe suivant résume la distribution des pluies journalières maximales annuelles pour l'ensemble des stations.

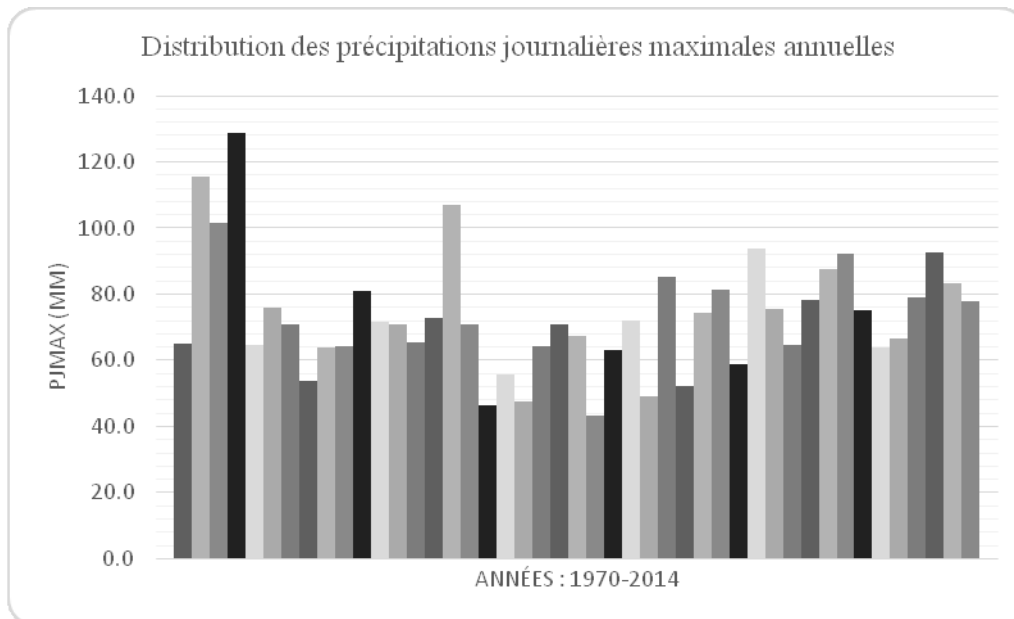


Figure 03: Distribution des pluies journalières maximales annuelles.

D'après ce tableau, on remarque que la station de Al Azaieb Mizrana dispose la précipitation journalières maximales annuelles la plus importante et aussi la plus faible précipitation durant la période d'étude, donc l'étendu le plus considérable parmi les séries pluviométriques que nous disposant, donc, une grande variation du régime pluviométrique a connu cette station. Marquant aussi, d'après le graphe que les plus grandes valeurs pour l'ensemble des stations sont enregistrées pendant les années 1972, 1971 et 1973 successivement.

I.3. Méthodes

I.3.1. Analyse fréquentielle

L'analyse fréquentielle est une méthode statistique de prédiction consistant à étudier les événements passés, caractéristiques d'un processus donné (hydrologique ou autre), afin d'en définir les probabilités d'apparition future. Cette prédiction repose sur la définition et la mise en œuvre d'un modèle fréquentiel, qui est une équation décrivant le comportement statistique d'un processus, donc ces modèles décrivent la probabilité d'apparition d'un événement de valeur donnée (Paul Meylan *et al.*, 2008).

I.3.2. Les lois statistiques pour l'Analyse fréquentielle

Une enquête de l'OMM en 1989 a été faite pour l'analyse théorique des lois utilisées dans l'analyse fréquentielle des précipitations journalières maximales, auprès de 55 agence de 28 pays révèle que 52% de ces derniers ont l'habitude d'utiliser, comme référence principale, la loi des valeurs extrêmes généralisées (GEV), cette loi admet comme cas particuliers, les lois de Gumbel, Fréchet et Weibull. Les lois Pearson III (P) ou loi Log Pearson III (LPIII) ont été utilisées par 31% des agences (Habibi *et al.*, 2012).

Les lois de distribution utilisées dans la présente étude sont :

- Loi des valeurs extrêmes Généralisé (GEV) ;
- Loi de Gumbel (Loi doublement Exponentielle) ;
- Loi Normal ;
- Loi Log normale à deux paramètres ;
- Loi Log normale à trois paramètres ;
- Loi de Pearson type III.

Les formules mathématiques des lois citées, sont présentées dans le Tableau3.

Tableau 3 : Les lois de distribution statistiques utilisées dans la présente étude

Loi	Fonction de densité de probabilité	Paramètres	Référence
GEV	$f(x) = \frac{1}{\alpha} \left[1 - \frac{k}{\alpha}(x-u) \right]^{\frac{1}{k}-1} \exp \left[- \left[1 - \frac{k}{\alpha}(x-u) \right]^{\frac{1}{k}} \right]$	α, u, k	(Perreault et Bobée, 1992)
Gumbel	$f(x) = \frac{1}{\alpha} e^{-u} \cdot e^{-e^{-u}} u = \frac{x-x_0}{\alpha}$	α, u, c	(Bois <i>et al.</i> , 2007)
Normal	$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$	σ, μ	(Roche, 1963)
Log Normal 2	$f(x) = \frac{1}{x\sigma_{\ln x}\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{\ln x - \bar{x}}{\sigma_{\ln x}}\right)^2}$	$\bar{x}, \sigma_{\ln x}$	(Roche, 1963)
Log Normal 3	$f(x) = \frac{1}{x(x-x_0)\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{\log(x-x_0)-a}{b}\right)^2}$	x_0, a, b	(Roche, 1963)
Pearson type III	$f(x) = \frac{\alpha^\lambda}{T(\lambda)} (\ln x - m)^{\lambda-1} e^{-\alpha(\ln x - m)}$	$\alpha, \lambda, T(\lambda), m$	(Bobée et Robitaille, 1976)

II. Interprétation des Résultats

Pour accepter ou rejeter un teste statistiques parmi les tests qu'on à citer avant, avec un seuil de probabilité de 5%, il faut que la valeur du χ^2_{critique} (théorique) soit strictement supérieure à la valeur de $\chi^2_{\text{analytique}}$, donnée par logiciel Hyfran. La valeur de $\chi^2_{\text{théorique}}$ est tirée à partir de la table de Pearson, en fonction de degré de liberté et du seuil de probabilité. Alors, dans notre étude on a deux degré de liberté : cinq (05) et six (06), les valeurs de χ^2 qui correspond ces deux degrés de liberté sont successivement : 11,07 et 12,592.

D'après le tableau3. qui résume les résultats d'ajustement des séries pluviométriques aux différentes lois de distribution, il a été remarqué que :

- La station de Berber ne s'ajuste avec aucune loi de distribution, avec le seuil de probabilité de 5%, donc, cette station est rejetée.
- La loi GEV, loi généralisée des valeurs extrêmes, s'ajuste avec trois (03) séries pluviométriques.
- La loi Gumbel est adéquate avec trois (03) stations pluviométriques.
- La loi Normal s'ajuste avec deux (02) stations pluviométriques.

- La loi Lognormal à deux paramètres (LN2) est adéquate avec trois (03) stations pluviométriques.
- La loi lognormal à trois paramètres (LN3) s'ajuste avec trois (03) stations pluviométriques.
- La loi de Pearson type 03 est adéquate avec quatre (04) stations pluviométriques.

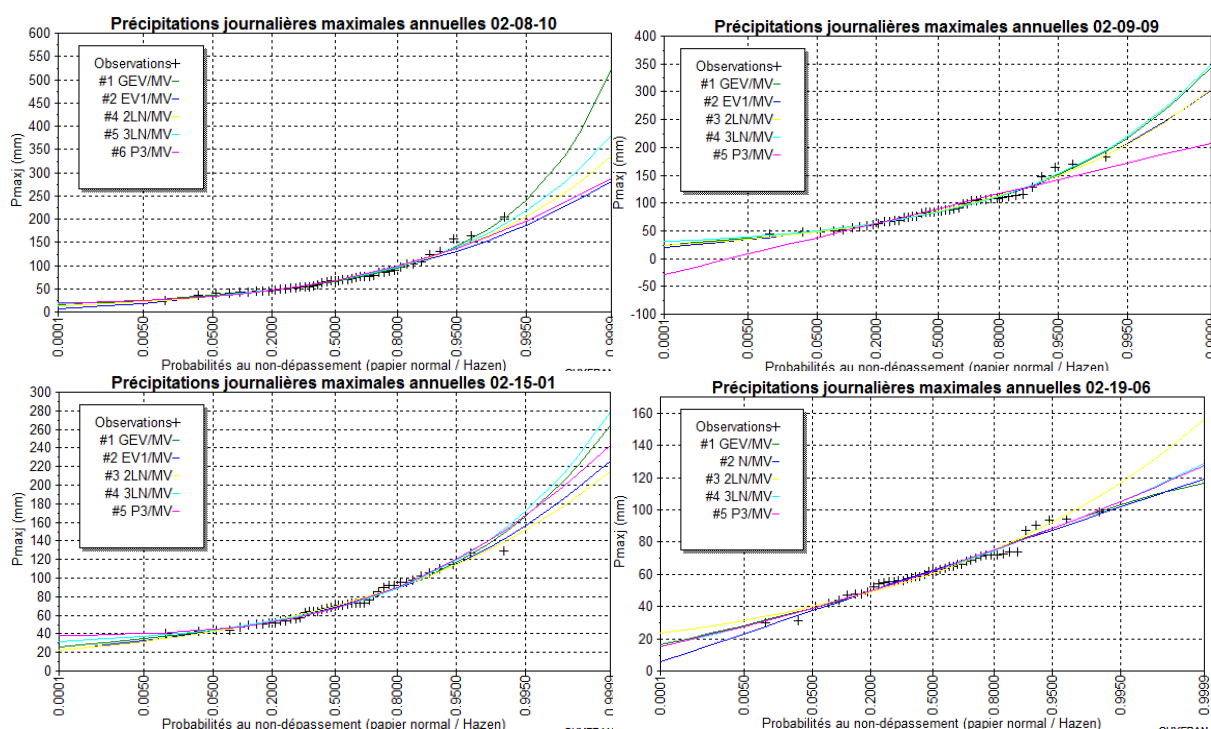


Figure 4 : Comparaison graphique des ajustements des séries pluviométriques aux lois statistiques pendant la période de 1970 à 2014.

Tableau 3.Résultats d'ajustement des séries pluviométriques aux lois statistiques (Test de Pearson Khi-Deux).

Lois Statistiques		GEV	Gumbel	Normal	Log Normal 02	Log Normal 03	Pearson type 3
STATIONS							
EL AZAIEB MIZRANA	02_08_10	<u>3,60</u>	4,80	13,20	6,40	4,40	4,40
TAGMA PEPINIERE	02_09_09	6,40	6,00	7,20	5,60	6,40	<u>5,20</u>
TIGHZART NBOUBHIR	02_15_01	4,40	4,40	8,00	<u>4,00</u>	6,40	4,80
AIT AICHA	02_15_09	5,60	8,00	<u>2,00</u>	8,00	8,00	7,20
FREHA	02_16_03	7,60	10,00	<u>2,80</u>	10,40	8,00	10,00
BERBER (ex S. EL HAD)	02_16_07	14,40	13,20	15,60	13,20	13,20	12,80
LARBAA NATH IRATHEN	02_17_05	4,80	7,20	11,60	7,20	5,20	<u>4,00</u>
BENI YENNI	02_17_12	7,20	8,00	12,40	7,20	4,00	<u>3,20</u>
BOUASSEM M.F.	02_18_01	<u>5,60</u>	8,40	10,40	6,80	<u>5,60</u>	8,40
LARBAA MAKOU DA	02_18_05	4,80	<u>3,20</u>	8,80	<u>3,20</u>	4,80	4,00
BOGHNI	02_19_03	<u>2,80</u>	4,40	4,40	3,20	<u>2,80</u>	4,80
NEZLIOUA	02_19_06	6,40	13,20	8,00	7,60	<u>4,00</u>	<u>4,00</u>
BAGHLIA VILLAGE	02 20 02	10,40	<u>5,60</u>	12,00	<u>5,60</u>	7,60	/
OULED AISSA	02_20_05	6,40	<u>4,40</u>	7,60	4,80	6,80	7,20

III. Analyse des résultats

Prenons la station 02-09-09 comme exemple pour le choix de la loi qui s'ajuste le mieux avec, vu le graphe, on remarque un mauvais ajustement de la loi Normal avec notre, cela est traduit aussi par la forte valeur de χ^2 de la loi Normal ; la loi de Pearson III présente un bon ajustement graphique avec cette série, et c'est confirmé par la faible valeur de khi-deux.

D'après le tableau des résultats des tests d'ajustement, on remarque que la loi Normal surestime les valeurs des précipitations journalières maximales annuelles. Cela est présenté par les fortes valeurs des fréquences empiriques (Khi-deux), d'où la valeur moyenne de χ^2 pour l'ensemble des stations est 7,93 et les plus grandes valeurs de χ^2 acceptés par le test sont marquées dans ce test (10,40 - 11,60 - 12,00 et 12,60) ; et la loi qui présente un χ^2 moyenne pour toutes les stations le plus faible (5,60), c'est la loi de Pearson type III.

L'analyse graphique montre qu'il y a un bon ajustement avec la loi de Pearson type III, bien que d'autre test possède une faible valeur de χ^2 , comme le cas de la station 02-15-01.

Calcul des quantiles

Après avoir choisi la loi d'ajustement la plus adéquate à chaque série pluviométrique, on commence le calcul des quantiles c'est-à-dire la valeur correspondante à une probabilité donnée en se basant sur l'équation de la droite d'ajustement de la loi choisie. Les droites d'ajustement sont résumées dans le tableau suivant :

Tableau 4: Equations des droites d'ajustement des séries pluviométriques.

STATIONS		Loi d'ajustement	Equation de la droite d'ajustement
EL AZAIEB MIZRANA	02_08_10	GEV	$x_{p\%} = 74,42 + 36,913u_{p\%}$
TAGMA PEPINIERE	02_09_09	Pearson 3	$x_{p\%} = 89,74 + 32,141u_{p\%}$
TIGHZART NBOUBHIR	02_15_01	Log Normal 02	$\text{Log } x_{p\%} = 72,789 + 22,688u_{p\%}$
AIT AICHA	02_15_09	Normal	$x_{p\%} = 81,48 + 27,817u_{p\%}$
FREHA	02_16_03	Normal	$x_{p\%} = 66,827 + 23,635u_{p\%}$
LARBAA NATH IRATHEN	02_17_05	Pearson 3	$x_{p\%} = 81,182 + 32,91u_{p\%}$
BENI YENNI	02_17_12	Pearson 4	$x_{p\%} = 74,142 + 27,989u_{p\%}$
BOUASSEM M.F.	02_18_01	Log Normal 03	$\text{Log } x_{p\%} = 71,164 + 25,742u_{p\%}$
LARBAA MAKOUDA	02_18_05	Log Normal 02	$\text{Log } x_{p\%} = 72,716 + 23,906u_{p\%}$
BOGHNI	02_19_03	GEV	$x_{p\%} = 88,196 + 19,407u_{p\%}$
NEZLIOUA	02_19_06	Log Normal 03	$\text{Log } x_{p\%} = 62,44 + 15,217u_{p\%}$
BAGHLIA VILLAGE	02_20_02	Log Normal 02	$\text{Log } x_{p\%} = 66,898 + 29,178u_{p\%}$
OULED AISSA	02_20_05	Gumbel	$x_{p\%} = 71,709 + 31,704u_{p\%}$

Après avoir déterminé les équations d'ajustement, dans le tableau précédent, on va maintenant présenter les résultats de calcul des quantiles.

Tableau 5 : Hauteur pluviométriques (mm) pour différente période de retour.

STATIONS	période de retour	T= 02	T= 05	T= 10	T= 20	T= 50	T= 100	T= 1000
EL AZAIEB MIZRANA	02_08_10	65,90	95,00	117,37	141,49	177,12	207,51	335,76
TAGMA PEPINIERE	02_09_09	89,71	116,48	130,47	142,01	155,01	163,67	187,92
TIGHZART NBOUBHIR	02_15_01	69,56	89,74	102,53	114,46	129,54	140,68	177,27
AIT AICHA	02_15_09	81,48	104,89	117,13	127,24	138,62	146,2	167,45
FREHA	02_16_03	66,83	86,72	97,12	105,71	115,38	121,82	139,87
LARBAA NATH IRATHEN	02_17_05	73,87	104,37	124,99	144,6	169,58	187,98	247,23
BENI YENNI	02_17_12	68,60	95,02	112,32	128,51	148,87	163,73	211,02
BOUASSEM M.F.	02_18_01	66,31	88,88	104,23	119,2	138,98	154,16	207,09
LARBAA MAKOUDA	02_18_05	68,464	92,2	107,74	122,52	141,59	155,92	204,28
BOGHNI	02_19_03	56,266	73,533	83,815	92,897	103,62	110,95	131,46
NEZLIOUA	02_19_06	61,719	74,803	82,084	88,333	95,63	100,66	115,46
BAGHLIA VILLAGE	02_20_02	61,97	85,702	101,55	116,81	136,75	151,89	203,87
OULED AISSA	02_20_05	66,289	91,968	108,97	125,28	146,39	162,21	214,48

D'après le tableau des quantiles, on remarque que la station de Larbaa Nathirathen présente le plus grand quantile millénaire, aussi pour la période de retour de 20ans, avec 247,23mm et 144,6mm successivement ;

Pour les périodes de retour de 100 ans et 50 ans, les grandes quantiles ont étaient marqués à la station de El Azaieb Mizrana, avec 207,51 mm et 177,12mm successivement ;

Pour les courtes périodes de retour T=2ans, T=5ans et T=10ans, on a obtenus : 89,71mm, 116,48 et 130,47mm successivement ;

La hauteur pluviométrique peut atteindre 721,3 mm pour une période de retour de 100 ans.

Conclusion

Cette étude a portée principalement la détermination d'un modèle fréquentiel pour présenter le régime de la précipitation journalière maximale annuelle, pour chaque station pluviométrique dans le bassin de Sébaou, dans le but d'obtenir une qualité fiable de l'estimation des quantiles extrêmes dans les stations de la zone d'étude. Les utilisées sont les lois les plus répondus dans les études du régime pluviométrique, à savoir la loi : GEV, Gumbel, Pearson type 3, Normal, Lognormalà deux paramètres (LN2) et Lognormal à trois paramètres (LN3).

Si on veut choisir une loi d'ajustement global pour l'ensemble de séries des précipitations journalières maximales annuelles, dans le bassin de Sébaou, et D'après les résultats

analytiques d'ajustement ainsi l'examen visuel graphique du test Khi-deux, on peut dire que tous les stations suivent préférentiellement la loi de Pearson type III, avec un $\chi^2_{\text{moyenne}} = 5,60$.

Références Bibliographiques

Bobée B, Robitaille R, 1976, Ajustement des distributions Pearson 3, Gamma, Log Pearson, Log Gamma, méthodes et programmes de calcul, Rapport scientifique N°70, INRS Eau, Université de Québec, Canada, 155 p.

Bois Ph, Obled Ch, Zin L, 2007, Introduction au traitement des données en hydrologie, Institut national polytechnique de Grenoble, France, 265 p.

Boutoutaou D, Zeggane H, 2014, Méthode de calcul des crues des Oueds de l'Algérie, LJEE n°24, p14.

Habibi B, Meddi M, Boucefiane A, 2012, Analyse fréquentielle des pluies journalières maximales Cas Bassin Chott-Chergui. Nature & technologie.C-Science de l'Environnement, n°08. 8p.

Kouame Y M, Soro G E, Kouakou K E, Kouadio Z A, Meledje N, Edwige H, Goula B T A, Issiaka S, 2014, Scénarios des changements climatiques pour les précipitations et les températures en Afrique subsaharienne tropicale humide : Cas du bassin versant de Davo, Cote D'ivoire. Larhyss Journal, n°18, pp 197-213.

Medjerab A, 2005, Etude pluviométrique de l'Algérie Nord-Occidentale, approche statistique et cartographie automatique. Thèse de Doctorat d'Etat. Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene. FSTGAT. 765 p.

Paul Meylan, P., Favre, A-C., Musy, A.(2008). Hydrologie Fréquentielle, Science prédictive, Lausanne : Presses polytechniques et universitaires romandes.169p.

Perreault L, Bobée B, 1992, Loi généralisée des valeurs extrêmes, rapport scientifique N° 350, INRS. Université de Québec, Canada, 60 p.

Roche, M., (1963). Hydrologie de surface, office de la recherche scientifique et technique Outre-mer, Paris, 430 p.

Taibi, S., Meddi, M., Mahé, G., (2015). Evolution des pluies extrêmes dans le bassin du Chéiff au cours des 40 dernières années 1971–2010. Published by Copernicus publications on behalf of the International Association of Hydrological Sciences, Proc, IAHS,n° 369, pp. 175–180.