

Chapitre IV : étude des pluies journalières maximum

Introduction :

L'intérêt de l'analyse statistique des données (Pjmax) est établi pour comprendre le comportement d'un phénomène, soit une sécheresse, inondation, ou bien prendre des décisions relatives à un projet particulier, une irrigation ou un drainage.

Le but de l'étude hydrologique est de calculer évaluer ou encore estimer avec la plus grande Précision possible, les paramètres hydrologiques servant pour la détermination des volumes d'eau à évacuer en période de crues.

IV-1- Postes pluviométrique:

L'étude des pluies journalières maximales a un intérêt particulier dans la détermination des débits maximums de projet et dans le processus d'érosion des sols. Dans la perspective de la connaissance de ces pluies, les données des stations pluviométriques situées dans le bassin d'étude et dans les bassins limitrophes ont été prises en compte et analysées. Il s'agit particulièrement de :

- **La station Emdjez Edchich:** est située sur le bassin versant limitrophe. Elle servira à compléter les données manquantes. Le sous bassin versant en étude dispose d'un poste pluviométrique nommé Emdjez Edchich, portant le code 030908
- **La station de Zardesas :** située sur le bassin versant limitrophe. Elle servira à compléter les données manquantes. Le sous bassin versant en étude dispose d'un poste pluviométrique nommé Emdjez Edchich, portant le code 030903
- **La station harrouch :** elle contient 40 observations ,elle est la plus importante station

station	code	X(Km)	Y(Km)	Z(Km)
Zardesas	030903	875.3	364.6	200
M Edchich	030908	866.6	386.1	104
Harrouch	030906	869.7	379.7	137

Tableau IV-1: coordonnées des stations pluviométriques

IV-2- Test d'homogénéité

Pour chacune des stations citées et pour chaque année d'observation, les maximums annuels des Pjmax ont été sélectionnés. Cet échantillon régional constitué de 89 valeurs (maximum annuel par chaque année hydrologique) est regroupé dans le tableau V.1. Il apparait clairement qu'il existe de larges lacunes, notamment dans la station située dans le bassin d'étude.

VI-2-2- Comblement des lacunes :

Concernant le comblement des lacunes, nous avons utilisés la méthode de regression simple

Année	Zardesas	M Edchich	Harrouch	Année	Zardesas	M Edchich	Harrouch
1970	25.3	46.6	39.1	1992	86.1		70.9
1971	44.8	36.6	25.2	1993	101.9		50
1972	59.4	37.5	55.6	1994	51,7		95.9
1973	33.4	36	26.2	1995	38,8		39
1974	69.5	26.9	39.7	1996		67.2	38.4
1975	25.2	42	33.4	1997		41.5	36.2
1976	46.6	36.5	46.9	1998			43
1977	24	42.6	29.1	1999		54.8	78.3
1978	41.7	27.8	50.3	2000	39.6		36.1
1979	31.3	33.2	27.4	2001		31.1	32.9
1980	119.5	32.7	41.9	2002	51.1		42.5
1981	28.4		29.5	2003	44,5	53.8	
1982	103.8		142	2004	125,7	32.7	114.1
1983	103.7		53	2005	48 ,5	44.6	40 ,7
1984	137		97.6	2006	38,9	54.2	46,6
1985	27		36.6	2007		79.5	70 ,7
1986	47	48.2	52.3	2008		40.2	50,5
1987	29.6	33	21	2009		31.6	53 ,4
1988	48	40.1	72.6	2010		80.3	
1989	59.5		63	2011		54.3	
1990	51 ,7	100.8	48.2	2011			
1991	69.2	71.2	53				

Tableau IV- 2 : Pluies journalières maximales annuelles aux stations sélectionnées

IV-2-3- Paramètre des échantillons :**a- la moyenne arithmétique**

Cette méthode simple, mais néanmoins assez grossière consiste o la moyenne arithmétique à calculer la moyenne arithmétique de hauteurs de précipitation relevées au cours du même du temps au diverses stations de mesures du bassin.

$$\bar{p} = \frac{\sum_{i=1}^n p_i}{n}$$

p_i : Précipitation moyenne à la station i en (mm).

n : Nombre de station d'observation.

\bar{p} : La moyenne arithmétique

b- L'écart type :

$$\sigma_p = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (p_i - \bar{p})^2}{n}}$$

c- le coefficient de variation : « Cv »

Paramètre adimensionnel fréquemment utilisé en hydrologie pour mesurer la dispersion d'un échantillon.

$$c_v = \frac{\sigma_p}{\bar{p}}$$

IV-3- Les différentes lois d'ajustements utilisés :

Pour l'étude Statistique de pluies annuelles, mensuelles, et journalière maximales on utilise différentes lois.

Les lois utilisées

- **précipitations annuelles :**

Loi normal (Gauss) ou loi log-normale (Galton) ou loi gamma incomplète.

- **précipitations mensuelles :**

Loi normale ou log normal gamma incomplète.

Ces lois doivent parfois être tronquées.

- **Précipitation journalières gamma incomplète.**

- **Précipitation extrême loi de Gumbel.**

Dans notre étude on va utiliser les deux lois suivantes :

- **Loi de Gumbel.**

- **La Loi de Galton (log normal).**

IV-3- 1-Loi de Gumbel

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

$$F(x) = e^{-e^{-\mu}}$$

$$\mu = a (x - x_0)$$

Tel que :

- $F(x)$: Fréquence au dépassement de la valeur de x .
- a, x_0 : coefficient d'ajustement.
- x_0 : est le paramètre de position (mode).
- a : est le paramètre d'échelle différent de zéro et positif appelé

aussi« gradex » quand il se trouve sous forme $1/a$

- Par changement de variable $u=a(x-x_0)$ la loi de Gumbel s'écrit :

$$u = a (x - x_0) : \text{est la variable réduite de Gumbel.}$$

a) Procédé d'ajustement :

Avant de procéder à l'ajustement il faut suivre les étapes suivantes :

- 1) Classer les valeurs de précipitation par ordre croissant avec attribution D'un rang 1, 2,3,.....n)
- 2) Calculer pour chaque valeur de précipitation la fréquence expérimentale par la formule de **HAZEN**.

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

m : rang d'observation et n : nombre d'observation.

- 3) Calculer les caractéristiques empiriques de la série.
- 4) Calculer la variable de Gumbel pour chaque valeur observée.

$$u = -\ln(-\ln(f(x)))$$

- 5) Calculer les paramètres d'ajustement / sachant que est la pente de la droite et X_0 , l'ordonnée à l'origine.

-Méthode du moment :

$$\frac{1}{a} = \left(\frac{\sqrt{6}}{\pi} \right) \sigma_x \quad \text{et} \quad x_0 = \bar{P} - \left(\frac{0,577}{\alpha} \right)$$

6) tracer la droite de régression sur papier **Gumbel**.

$$x = \left(\frac{1}{\alpha} \right) u + x_0$$

IV-3- 2-Etude statistique des pluies journalières maximums par la loi de Gumbel à la station harrouch

a) Station harrouch:

Les ajustements effectués sur les valeurs observées de la station de Harrouch sont regroupés dans le tableau ci-dessous.

**Ajustement à
une loi de
Gumbel**

Taille n= 40

Xo= 40.15

g= 19.64

I.C. à (en%)= 95

 U
 Gauss= 1.9604

Valeurs de départ	Valeurs classées	Ordre de classement	Fréquence expérimentale	Variable réduite	Valeur expérimentale	Valeur théorique	Borne inférieure	Borne supérieure
39.1	21	1	0.013	-1.478	21	11.12402	-4.5134	20.29397
25.2	25.2	2	0.038	-1.189	25.2	16.79377	3.41972	25.04199
55.6	26.2	3	0.063	-1.020	26.2	20.11559	7.9869	27.90448
26.2	27.4	4	0.088	-0.890	27.4	22.65703	11.4279	30.1477
39.7	29.1	5	0.113	-0.782	29.1	24.79585	14.2805	32.07894
33.4	29.5	6	0.138	-0.685	29.5	26.68842	16.7659	33.82642
46.9	32.9	7	0.163	-0.597	32.9	28.41613	18.9989	35.45766
29.1	33.4	8	0.188	-0.515	33.4	30.02746	21.047	37.01352
50.3	36.1	9	0.213	-0.437	36.1	31.55404	22.9537	38.52121
27.4	36.2	10	0.238	-0.363	36.2	33.01795	24.749	40.0002
41.9	36.5	11	0.263	-0.291	36.5	34.43547	26.4544	41.46527
29.5	36.6	12	0.288	-0.220	36.6	35.81918	28.0863	42.9282
142	38.4	13	0.313	-0.151	38.4	37.17918	29.6576	44.39872
53	39	14	0.338	-0.083	39	38.52393	31.1787	45.88526
97.6	39.1	15	0.363	-0.015	39.1	39.86075	32.6587	47.39528
36.6	39.7	16	0.388	0.053	39.7	41.19619	34.1052	48.93567
52.3	40.7	17	0.413	0.122	40.7	42.53633	35.5253	50.51295
21	41.9	18	0.438	0.190	41.9	43.887	36.9257	52.13352
72.6	42.5	19	0.463	0.260	42.5	45.25395	38.3127	53.80386
63	43	20	0.488	0.331	43	46.64301	39.6926	55.53071
48.2	46.6	21	0.513	0.403	46.6	48.06029	41.072	57.3213
53	46.9	22	0.538	0.477	46.9	49.51229	42.4573	59.18357
70.9	48.2	23	0.563	0.553	48.2	51.00618	43.8557	61.12648
50	50	24	0.588	0.631	50	52.54993	45.2746	63.1603
95.9	50.3	25	0.613	0.713	50.3	54.15266	46.7226	65.29708
39	50.5	26	0.638	0.798	50.5	55.82499	48.2089	67.5511
38.4	52.3	27	0.663	0.887	52.3	57.57948	49.7445	69.93965
36.2	53	28	0.688	0.982	53	59.43132	51.3421	72.48396
43	53	29	0.713	1.082	53	61.39926	53.0171	75.21053
78.3	53.4	30	0.738	1.189	53.4	63.50688	54.7884	78.15313
36.1	55.6	31	0.763	1.305	55.6	65.78464	56.6804	81.35567
32.9	63	32	0.788	1.432	63	68.27295	58.7247	84.87681
42.5	70.7	33	0.813	1.572	70.7	71.02718	60.9644	88.79731
36.5	70.9	34	0.838	1.730	70.9	74.12635	63.4605	93.23282
114.1	72.6	35	0.863	1.911	72.6	77.689	66.3044	98.35732
40.7	78.3	36	0.888	2.126	78.3	81.90534	69.6417	104.4504
46.6	95.9	37	0.913	2.391	95.9	87.11018	73.7284	112.0049
70.7	97.6	38	0.938	2.740	97.6	93.9818	79.0823	122.0203
50.5	114.1	39	0.963	3.264	114.1	104.2727	87.0386	137.0808
53.4	142	40	0.988	4.376	142	126.1044	103.774	169.1747

Tableau IV-3 : Les paramètres de la loi de Gumbel pour la station de Harrouch.

Fréquence	U.Gumbel	Val.théo.	Borne inf.	Borne sup.	Valeur	Fréq. théo.	Pér. Ret.
0.95	2.970	98.494	82.578	128.616	98.494	0.95	20
0.98	3.902	116.797	96.657	155.475	116.797	0.98	50
0.9	2.250	84.354	71.568	108.000	84.354	0.90	10
0.99	4.600	130.513	107.139	175.670	130.513	0.99	100
0.999	6.907	175.833	141.585	242.588	175.833	1.00	1000

Tableau IV-4 : Résultat de l'ajustement à la loi de Gumbel pour la station de Harrouch.

Paramètres calculés sur les valeurs observées (mm/ jour)							
Station	N	P	Cv	Min	Max	P de Gumbel	
						1/a	X ₀
El-harrouch	40	51.48	0.48	21	142	19.64	40.14

Tableau IV- 5 : les paramètres statistiques de la station de Harrouch.

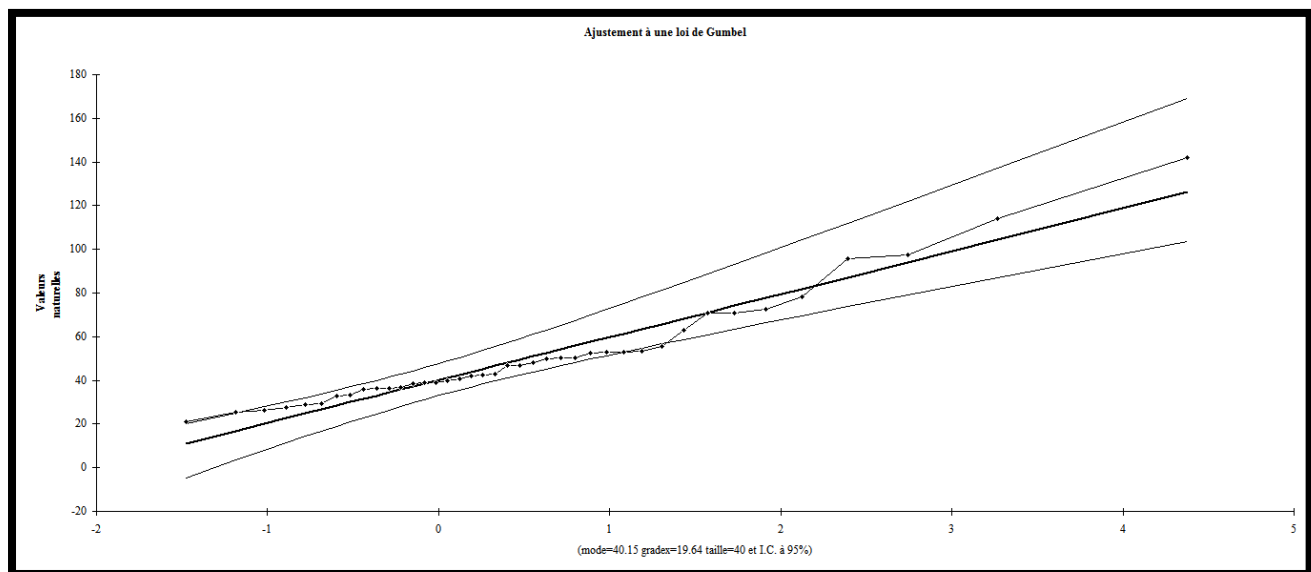


Figure IV-1 : Ajustement des observations de la station de Harrouch à la loi de Gumbel.

IV-4- Pluies journaliers maximal en fonction de la période de retour-Méthode des années stations :

IV-4-1-Principe de la méthode des années stations

Pour déterminer les pluies maximales journalières de différentes périodes de retour, la méthode des années stations a été appliquée. Cette méthode est intéressante, car elle tient compte des observations faites au niveau des stations avoisinantes. L'information des pluies obtenues par cette méthode minimise ainsi, les erreurs de calcul des Pjmax de différente période de retour.

La méthode des années stations a été décrite dans plusieurs ouvrages et publications spécialisés. Cette méthode très utilisée pour le calcul des débits maximum via les P_{jmax} , offre d'énormes avantages, notamment :

- L'ajustement des lois statistiques se fait sur un échantillon composite de grande taille ($n > 100$), ce qui réduit l'erreur d'échantillonnage,
- Surtout la constitution d'un échantillon régional composite qui prend en compte l'ensemble des événements rares qui se sont produits aux différentes stations

Pour ce faire, on prépare d'une part, une base de données constituée par les maximums annuels et leurs dates d'occurrence à chaque station considéré, et d'autre part, on effectue une analyse fréquentielle de l'échantillon régional obtenu.

La préparation de la banque de données se fait comme suit :

- On associe, pour chaque station, le maximum annuel P_{jmax} , et son mois d'occurrence,
- On calcule ensuite la variable réduite de Gauss associé à P_{jmax} :

$$u(P_{jmax}) = (P_{jmax} - \mu) / \sigma$$

Une fois le calcul de $u(P_{jmax})$ effectués, on regroupe l'ensemble des données en un échantillon régional. Lorsque plusieurs maximums se produisent le même mois, on gardera le maximum dont la valeur $u(P_{jmax})$ est la plus forte.

A partir des valeurs initiales, on obtient un échantillon régional composite final de 64 valeurs.

Les valeurs de l'échantillon composite final sont répertoriées dans le tableau suivant.

	harrouch		ZERDAZAS		MEDJEZ EDCH		Echantillon	composite
Année	Pj max	U GAUSS	Pj max	U GAUSS	Pj max	u GAUSS	Pj max	U
1970	39.1	-0.49	25.3	-0.84	46.6	-0.01	39.1	-0.49
1971	25.2	-1.04	44.8	-0.22	36.2	-0.59	46.6	-0.01
1972	55.6	0.16	59.4	0.24	37.5	-0.52	25.2	-1.04
1973	26.2	-1.00	33.4	-0.58	36	-0.61	44.8	-0.22
1974	39.7	-0.47	69.5	0.55	26.9	-1.12	59.4	0.24
1975	33.4	-0.72	25.2	-0.84	42	-0.27	26.2	-1
1976	46.9	-0.18	46.6	-0.17	36.5	-0.58	33.4	-0.58
1977	29.1	-0.89	24	-0.88	42.6	-0.24	69.5	0.55
1978	50.3	-0.05	41.7	-0.32	27.8	-1.06	26.9	-1.12
1979	27.4	-0.96	31.3	-0.65	33.2	-0.76	33.4	-0.72
1980	41.9	-0.38	119.5	2.13	32.7	-0.79	42	-0.27
1981	29.5	-0.87	28.4	-0.74			46.6	-0.17
1982	142	3.59	103.8	1.63			29.1	-0.89
1983	53	0.06	103.7	1.63			24	-0.88
1984	97.6	1.83	137	2.68			42.6	-0.24
1985	36.6	-0.59	27	-0.78			50.3	-0.05
1986	52.3	0.03	47	-0.15	48.2	0.08	27.8	-1.06
1987	21	-1.21	29.6	-0.70	33	-0.77	31.3	-0.65
1988	72.6	0.84	48	-0.12	40.1	-0.38	33.2	-0.76
1989	63	0.46	59.5	0.24			41.9	-0.38
1990	48.2	-0.13	51.5	-0.01	100.8	3.02	119.5	2.13
1991	53	0.06	69.2	0.55	71.2	1.36	32.7	-0.79
1992	70.9	0.77	86.1	1.08			28.4	-0.74
1993	50	-0.06	101.9	1.57			142	3.59
1994	95.9	1.76					103.7	1.63
1995	39	-0.50	51.7	-0.01			137	2.68
1996	38.4	-0.52	38.8	-0.41	67.5	1.16	36.6	-0.59
1997	36.2	-0.61			41.7	-0.29	52.3	0.03
1998	43	-0.34			54.8	0.45	48.2	0.08
1999	78.3	1.07					29.6	-0.7
2000	36.1	-0.61	39.6	-0.39	31.1	-0.88	33	-0.77
2001	32.9	-0.74					72.6	0.84
2002	42.5	-0.36	51.1	-0.02	53.8	0.39	40.1	-0.38
2003	36.5	-0.59	44.5	-0.23	32.7	-0.79	63	0.46
2004	114.1	2.49	125.7	2.32	44.6	-0.12	59.5	0.24
2005	40.7	-0.43	48.5	-0.11	54.2	0.41	100.8	3.02
2006	46.6	-0.19	38.9	-0.41	79.5	1.83	69.2	0.55
2007	70.7	0.76			40.6	-0.35	71.2	1.36
2008	50.5	-0.04			31.6	-0.85	86.1	1.08
2009	53.4	0.08			80.3	1.87	101.9	1.57

2010					54.3	0.42	95.9	1.76
							39	-0.5
							51.7	-0.01
							38.4	-0.52
							67.5	1.16
							41.7	-0.29
							43	-0.34
							54.8	0.45
							78.3	1.07
							39.6	-0.39
							32.9	-0.74
							42.5	-0.36
							53.8	0.39
							36.5	-0.59
							44.5	-0.23
							114.1	2.49
							44.6	-0.12
							54.2	0.41
							46.6	-0.19
							79.5	1.83
							70.7	0.76
							50.5	-0.04
							80.3	1.87
							54.3	0.42

Tableau IV-6: Pluies maximales journalières- Echantillon composite régional (n=64).

a- Traitement statistique de l'échantillon composite obtenu :

Comme la montre le tableau 5, l'échantillon composite régional obtenu est transposé aux stations de harrouch, Zerdesas et Emdjez Edchich. Les valeurs observées aux stations suscitées sont inclus dans les échantillons transposés.

Plusieurs lois d'ajustement ont été appliquées aux stations reconstituées à partir de l'échantillon composite régional. Parmi les lois testées, nous retenons la loi de Gumbel et la loi Log normale à deux et trois paramètres.

b- Loi log normal ou loi de Galton :

Une variable aléatoire x a une distribution log normale lorsque $y = \ln(x)$ est normale. La loi de Galton résulte de loi normale mais rendue dissymétrique par un changement de variables. Sa fonction de répartition est donné par :

$$F(X) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_u^{+\infty} e^{-\frac{1}{2}u^2} du \text{ Avec : } u \text{ la variable réduite est de la forme :}$$

$$u = \frac{X_i - \bar{X}}{\sigma_x}$$

Et l'équation de la variable réduite présentée sous la forme :

$$\text{Log}X = \overline{\text{Log}X} + \mu\sigma\text{Log}X$$

Calcul des paramètres d'ajustement par la loi de Galton.

- **Méthode des moments :**

$$a = \frac{1,517}{\sqrt{\log \left[1 + \frac{\sigma^2}{(\bar{X} - X_0)^2} \right]}}$$

$$b = \frac{1,1513}{a} - a \log(\bar{X} - X_0)$$

Les ajustements de la loi de Gumbel et de Galton sont illustrés **Figure IV.2** et **Figure IV.3**

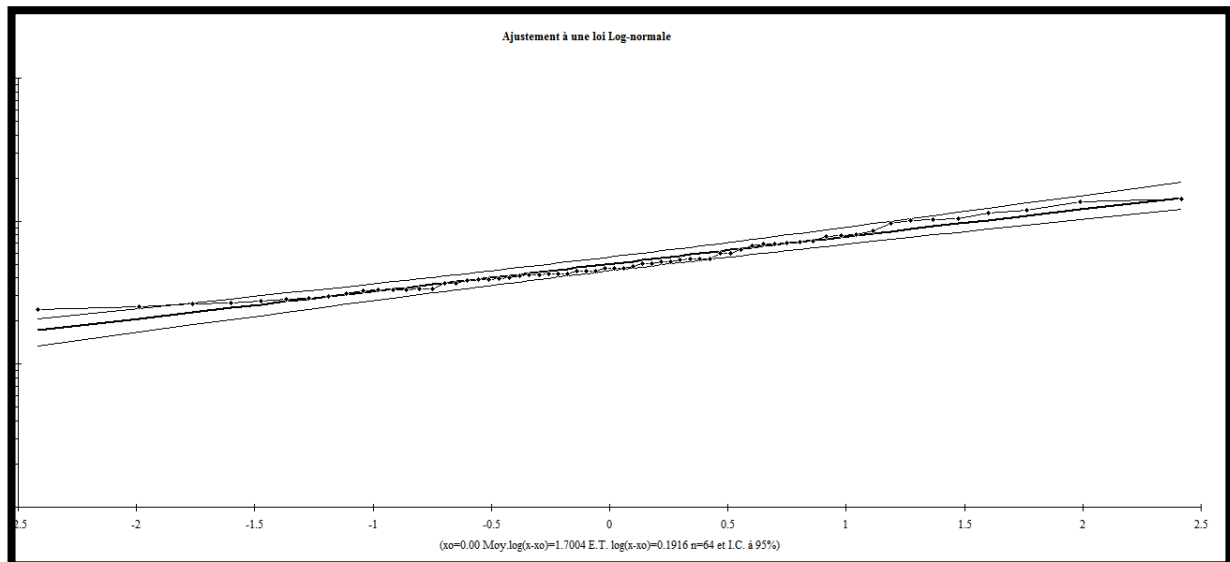


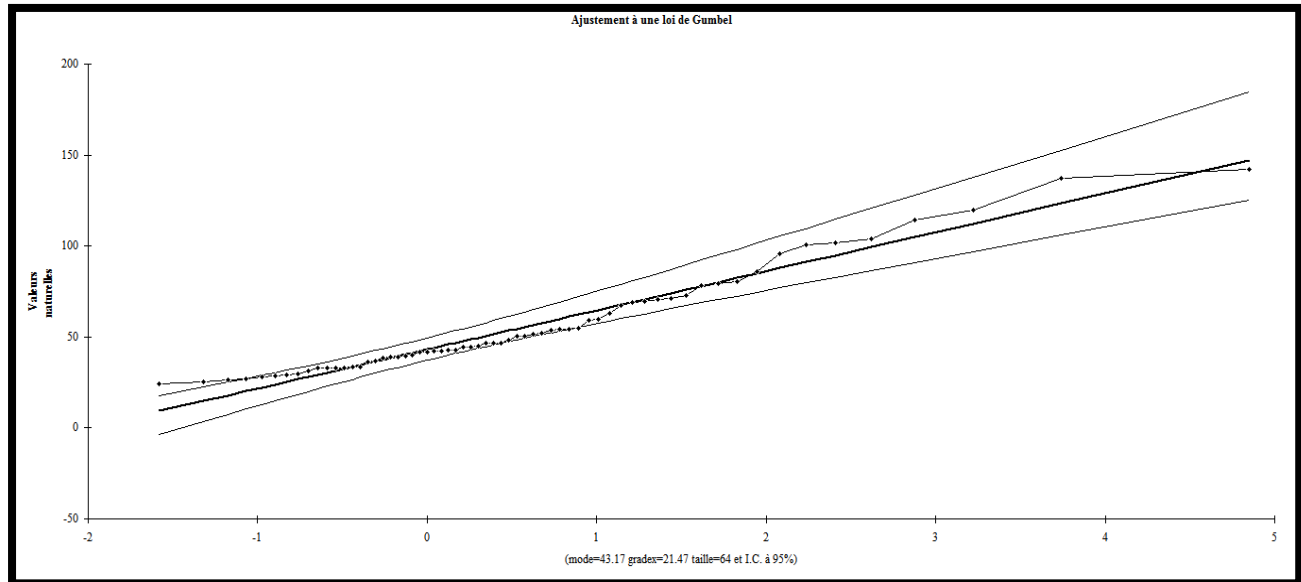
Figure IV-2 : Echantillon composite- Ajustement des Pjmax à la loi de Gumbel.

- **Pour l'échantillon composite :**
- **Loi de Gumbel :** les ajustements effectués sur les valeurs observées montrent que la droite de Gumbel sous-estime les valeurs de faible fréquence. Et donner un meilleur ajustement, le tableau suivante regroupe les paramètres statistiques calculés sur l'échantillon composite.

Echantillon	P mm	mm	Cv	N	1/a	X ₀
composite	55.56	27.52	0.5	64	21.46	43.16

Tableau IV-7: résultat des paramètres de la loi de Gumbel.

- Equation de la droite de Gumbel (Echantillon composite : IC=95%) : **P= 21.53u+43.326.**

**Figure IV-3 :** Echantillon composite- Ajustement des Pjmax à la loi de Gumbel.

IV-5- : Calcule des débits par les Formules empiriques :

Les formules empiriques pour la détermination des débits maxima, sont également utilisées afin de vérifier s'il y a un calage par rapport aux autres méthodes utilisées. Ces formules permettent également de donner un ordre de grandeur des débits de pointe en fonction de la période de retour. Parmi les formules les plus utilisées en Algérie, nous pouvons citer (Giandotti, Mallet-Gauthier).

IV-5-1-Formule de Giandotti :

Cette formule est intéressante, car elle tient compte de plusieurs paramètres du milieu tels que la surface S, la longueur du thalweg principal H_{moy}, H_{min} et un paramètre climatique à savoir la pluie de courte durée (P_{tc}) pour t=T_c.

L'expression de la formule de Giandotti s'écrit comme suit :

$$Q_P = C * P_{ts} * S * (H_{moy} - H_{min})^{1/2} / (4 * (S)^{1/2} + 1.5 L_P)$$

Où:

C : coefficient variable entre 100 et 166, pris égal à 130

S : superficie du bassin versant en km²

H_{moy} : altitude moyenne du bassin en m

H_{min} : altitude de l'exutoire en m

L_p : longueur du thalweg principal en km

P_{tc} : pluie de courte durée pour $t = T_c$ en h

Avec : $P_{tc} = P_{jmax} * (t / 24)^b$

Où :

P_{jmax} : Pluie journalière maximale annuelle de fréquence donnée, mm

P_t : pluie de courte durée de même fréquence exprimée en mm, pour $t = T_c$ (heures)

b : exposant climatique pris égal à 0.38

T = T_c : temps de concentration, heure

Les résultats de cette formule sont consignés dans le **tableau V.18**.

Période de retour	T _c	P _{jmax}	P _{tc}	C	L _p	S	Q _{max}
ans	heures	m	m		km	km ²	m ³ /s
1 000	3.87	91.42	45.69	133	12.49	92.40	109.08
100	3.87	108.6	54.28	133	12.49	92.40	129.57
50	3.87	131.81	65.88	133	12.49	92.40	157.27
20	3.87	149.97	74.96	133	12.49	92.40	178.93
10	3.87	215.33	107.63	133	12.49	92.40	256.92

Tableau IV-8: Débits maxima selon formule Giandotti débits à changer (Toumiat)

Période de retour	T _c	P _{jmax}	P _{tc}	C	L _p	S	Q _{max}
ans	heures	m	m		km	km ²	m ³ /s
1 000	6.68	91.42	56.23	133	28.93	164.09	400.23
100	6.68	108.6	66.79	133	28.93	164.09	278.75
50	6.68	131.81	81.07	133	28.93	164.09	244.99
20	6.68	149.97	92.24	133	28.93	164.09	201.85
10	6.68	215.33	132.44	133	28.93	164.09	169.92

Tableau IV-9: Débits maxima selon formule Giandotti débits à changer (Harrouch)

- **Formule de Mallet Gauthier**

La formule de Mallet Gauthier a pour expression :

$$Q_P = 2 * K * \log (1 + A * P_{an}) * S * (1 + 4 * \log T - \log S)^{1/2} / L_P^{1/2}$$

Où :

K : représente la géomorphologie du bassin versant, variable entre 1 et 2.

A : représente les conditions climatiques, variable entre 20 et 30.

P_{an} : pluie annuelle moyenne sur le bassin versant prise égale en m.

L_p : longueur du thalweg principal en km.

T : période de retour, années.

S : superficie du bassin versant en km².

Les débits maximum calculés par la formule de Mallet Gauthier sont répertoriés dans le tableau ci-après :

Période de retour	K	A	P _{an}	L _p	S	Q _{max}
ans	/	/	m	km	km ²	m ³ /s
1 000	1.6	20	0.48	28.93	164.09	328.71
100	1.6	20	0.48	28.93	164.09	260.72
50	1.6	20	0.48	28.93	164.09	236.46
20	1.6	20	0.48	28.93	164.09	190.91
10	1.6	20	0.48	28.93	164.09	167.03

Tableau IV-10 : Débits maximums selon formule Mallet Gauthier

La formule de Giandotti donne des valeurs de débit max légèrement supérieure comparativement à celle obtenue par la formule de Mallet Gauthier par mesure de sécurité les valeurs des débits max adopté sont celles obtenues par la formule de Giandotti.

Conclusion :

L'analyse statistique des pluies journalières maximales P_{jmax} du bassin versant d'Oued Enssa montré que :

Les pluies journalières maximales pour les échantillons et station Harrouch sont ajustées bien la loi de Gumbel.