

Exercice n° HU 0401 - Corrigé

Estimation des débits de pointe pour une période de retour donnée à partir d'un réajustement des fréquences empiriques d'une série de débits de pointe annuels – Application de la méthodologie de McGuen (1989)

Données de l'exercice :

L'exercice porte l'analyse fréquentielle d'une série de débits de pointe annuels mesurés en milieu urbain (tableau 1). Ces données sont aussi regroupées dans un fichier Excel « HU0401_enonce.xls ». Des feuilles de calcul à compléter sont aussi disponibles dans le fichier Excel « HU0401_feuillecalcul.xls ». Le corrigé se trouve dans un fichier Excel « HU0401_corrige.xls ».

Question 1 et 2. Déterminer les séries de débits de pointe ajustés à la situation de non-urbanisation (IMP=0%) et d'urbanisation future (IMP=45%)

○ Méthode à appliquer : Méthodologie de McGuen (1989)

- (1) Identifier le pourcentage d'urbanisation pour chaque événement dans la série de débits
- (2) Déterminer le rang (m) et la probabilité de dépassement (p) pour chaque événement de la série de débit. Utilisation possible de la formule de fréquence empirique de WEIBULL.
- (3) En utilisant l'estimation de la probabilité de dépassement p et le taux d'urbanisation correspondant au débit actuel, déterminer le **facteur d'ajustement** f_1 (cf. figure 1-énoncé) des débits de pointe. On en déduit d'après l'expression de f_1 une nouvelle série de débit de pointe correspondant à la situation non urbanisée.
- (4) En utilisant l'estimation de la probabilité de dépassement p et le taux d'urbanisation pour lequel une série de débit est souhaitée, **déterminer le facteur d'ajustement** f_2 (cf. figure 1-énoncé) des débits de pointe.
- (5) Calculer le débit ajusté d'après les expressions de f_1 et f_2 .

$$\text{On a : } f_1(IMP, T) = \left(\frac{Q_p(IMP)}{Q_p(IMP=0)} \right)_T \quad \text{et} \quad f_2(IMP, T) = \left(\frac{Q_p(IMP=45)}{Q_p(IMP=0)} \right)_T$$

$$\text{D'où : } Q_p(IMP=0) = \left(\frac{Q_p(IMP)}{f_1(IMP, T)} \right)_T \quad \text{et} \quad Q_p(IMP=45) = \frac{f_2(IMP, T)}{f_1(IMP, T)} \cdot Q_p(IMP)$$

- (6) Vérification de la cohérence des rangs des débits de pointe de la nouvelle série obtenue au point 5. Dans le cas de changements entre les rangs des débits Q et ceux des débits Q_a , répéter les étapes 2 à 5 jusqu'à ce que les rangs ne changent pas (on reprend les mêmes débits observés, seuls les rangs qui leur sont affectés sont modifiés).

○ Résultats :

Le tableau ci-dessous récapitule les résultats de la procédure de réajustement des fréquences empirique. On obtient :

- Une série de débit de pointe correspondant à la situation non-urbanisée (série Q_p (IMP=0) : colonne (7) dans le tableau ci dessous)

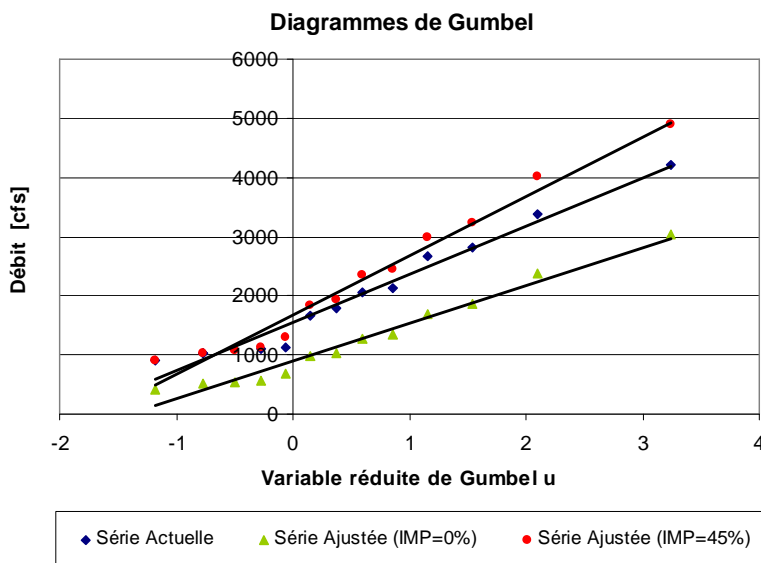
- Une première série de débit de pointe correspondant à la situation urbanisée future (série Qajust. (1) : colonne (9) dans le tableau ci dessous)
- Une deuxième série de débit de pointe correspondant à la situation non-urbanisée (série colonne (13))
- Une deuxième série de débit de pointe correspondant à la situation urbanisée future (série Qajust. (2) : colonne (15) dans le tableau ci dessous) avec rangs vérifiés.

Année	% IMP	Qp cfs (0)	Rang m	m/(N+1)	f ₁	Qp. IMP=0	f ₂	Qajust (1)	Rang ajusté	m/(N+1)	f ₁	Q _{IMP=0} (2)	f ₂	Qajust (2)	Rang final
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
1939	26	4224	1	0.07	1.39	3039	1.61	4893	1	0.07	1.39	3039	1.61	4893	1
1941	27	3375	2	0.14	1.42	2377	1.69	4017	2	0.14	1.42	2377	1.69	4017	2
1943	30	2816	3	0.21	1.52	1853	1.75	3242	3	0.21	1.52	1853	1.75	3242	3
1944	32	2675	4	0.29	1.59	1682	1.77	2978	4	0.29	1.59	1682	1.77	2978	4
1945	33	2125	5	0.36	1.63	1304	1.82	2373	6	0.43	1.67	1272	1.84	2341	6
1940	26	2048	6	0.43	1.55	1321	1.84	2431	5	0.36	1.52	1347	1.81	2439	5
1947	36	1792	7	0.50	1.73	1036	1.87	1937	7	0.50	1.73	1036	1.87	1937	7
1946	34	1664	8	0.57	1.72	967	1.91	1848	8	0.57	1.72	967	1.91	1848	8
1942	29	1125	9	0.64	1.65	682	1.92	1309	9	0.64	1.65	682	1.92	1309	9
1949	42	1100	10	0.71	1.93	570	1.98	1128	10	0.71	1.93	570	1.98	1128	10
1948	39	1024	11	0.79	1.9	539	2.01	1083	11	0.79	1.9	539	2.01	1083	11
1951	44	1024	11	0.79	2	512	2.01	1029	12	0.86	2.03	504	2.05	1034	12
1950	43	900	13	0.93	2.1	429	2.11	904	13	0.93	2.1	429	2.11	904	13

Données de départ triées par valeurs décroissantes

Cohérence des rangs des débits de pointe de la nouvelle série !

Question 3. Ajustement statistique de GUMBEL sur les trois séries de débits



Quantiles Q_{pT} obtenus à l'aide d'un ajustement de GUMBEL ($Q_p = a + bu$) réalisé :

1. Sur la série de Q_p observés (série actuelle) (avec donc des observations effectuées sous une augmentation continue de son taux d'urbanisation)

$$b = 814 ; a = 1556$$

2. Sur la série de Q_p réajustée pour IMP = 0%

$$b = 642 ; a = 897$$

3. Sur la série de Q_p réajustée pour IMP = 45%

$$b = 1002 ; a = 1685$$

Question 4. Comparaison des résultats pour les différents T

Période de retour T=	2.33	5	10	20	50	100
Qp (T) série actuelle	2027	2776	3387	3973	4731	5299
Qp (T) série ajustée IMP 0%	1268	1859	2341	2803	3401	3849
Qp (T) série ajustée IMP 45%	2265	3189	3941	4662	5596	6296

Les différences entre quantiles Q_T vont de 12% pour T=2.33 à 20% pour T=100ans. En conclusion, il est effectivement nécessaire de traiter avec une attention particulière les séries de débits de pointe obtenues pour un bassin versant non stationnaire sur la période d'observation..