

**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR  
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

**Université KASDI Merbah – Ouargla  
Faculté des Sciences Appliquées  
Département Hydraulique et Génie civil**

Examen : Analyse et modélisation hydrologique. Master LMD 1<sup>ère</sup> année – Génie de l'eau  
Date : Janvier 2019  
Durée : 1.5 heure

**CORRIGE TYPE**

**EXERCICE 1** (05 points)

1. L'intervalle de variation du coefficient de corrélation est  $[-1 \quad +1]$  ; (01 points)
2. La relation entre la période de retour  $T$  et la fréquence  $F$  est  $T = \frac{1}{F}$  ; (01 points)
3. L'équation de Henry pour la loi log-normale.  $(LogQ)_T = \overline{\log Q} + Z_T \sigma_{\log Q}$  (01 points)
4. La transformation linéaire de  $Y = aX^b$  est :  $LogY = Loga + bLogX$   
La transformation linéaire de  $Y = ae^{bx}$  est :  $LogY = Loga + (bLoge)X$  (01 points)
5. La courbe de l'équation  $Y = aX^b$  est linéaire dans l'échelle (log-log). (01 points)

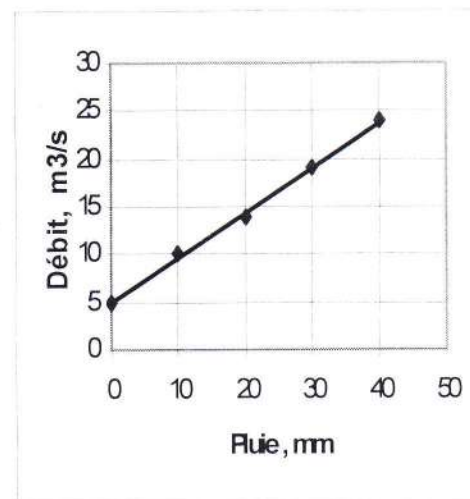
**EXERCICE 2** (07 points)

**1. Méthode analytique**

Le report des couples  $(x_i, y_i)$  sur le graphique ci-contre montre une ligne droite, l'équation est donc linéaire sous forme  $y = ax + b$

On effectue le calcul de  $a$  et  $b$  calcul dans le tableau suivant

$x$	$y$	$x_i - \bar{x}$	$y_i - \bar{y}$	$(x_i - \bar{x})^2$	$(y_i - \bar{y})^2$	$(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})$
0	5	-20	-9,4	400	88,36	188
10	10	-10	-4,4	100	19,36	44
20	14	0	-0,4	0	0,16	0
30	19	10	4,6	100	21,16	46
40	24	20	9,6	400	92,16	192



1. La pluie moyenne :  $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum x_i = 20mm$  et le débit moyen  $\bar{Q} = \frac{1}{n} \sum Q_i = 14.4m^3 / s$
2.  $\sum (x_i - \bar{x})^2 = 1000mm$ ,  $\sum (y_i - \bar{y})^2 = 221.2m^3 / s$  et  $(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y}) = 470$ .

Le coefficient de régression :  $a = \frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum (x_i - \bar{x})^2} = \frac{470}{1000} = 0.47$  ;

Le coefficient :  $b = \bar{x} - a\bar{y} = 14.4 - (0.47 \times 20) = 5$

L'équation de régression est donc  $y = 0.47x + 5$  (04 points)

2. le coefficient de corrélation est :

$$R = \frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x_i - \bar{x})^2 \sum (y_i - \bar{y})^2}} = \frac{470}{\sqrt{(1000) \times (221.2)}} = 0.999. \quad (03 \text{ points})$$

**2. Méthode graphique**

Selon la graphique donnée ci-dessus la courbe de l'équation est linéaire sous forme :

$$y = ax + b$$

$$a = \text{tg} \alpha = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} = \frac{24 - 5}{40 - 0} = \frac{19}{40} = 0.475$$

$b$  est tiré directement du graphique (point d'intersection entre la courbe et l'axe des ordonnées)  $b \approx 5$

L'équation est donc :  $y = 0.475x + 5$  (04 points)

**EXERCICE 3** (08 points)

Le débit moyen  $\bar{Q} = 500 \text{ m}^3/\text{s}$  et un coefficient de variation  $C_v = 0.4$ . L'écart type  $\sigma$  est donc  $C_v = \frac{\sigma}{\bar{Q}} \rightarrow \sigma = \bar{Q} \times C_v = 500 \times 0.4 = 200 \text{ m}^3/\text{s}$

1. La formule de loi normale est donc  $Q_T = 500 + 200\sigma$  (01 points)

**Le Débit  $Q_{10}$   $Q_{10 \text{ ans}}$ .**

$$T = 10 \text{ ans.} \quad \text{FD} = \frac{1}{T} = \frac{1}{10} = 0.1 \quad \text{Donc,}$$

FND =  $1 - \text{FD} = 1 - 0.1 = 0.90 = 90\%$ . A partir de la table de Gauss, on cherche  $Z_{0.9}$  correspondant à FND = 0.9. Selon cette table  $Z_{0.9} = 1.28$ .

$$Q_{10 \text{ ans}} = 500 + 200 * (1.28) = 756 \text{ m}^3/\text{s} \quad (02 \text{ points})$$

**3.2- Débit  $Q_{1000 \text{ ans}}$ .**

$$T = 1000 \text{ ans.} \quad \text{FD} = \frac{1}{T} = \frac{1}{1000} = 0.001 \quad \text{Donc,}$$

FND =  $1 - \text{FD} = 1 - 0.001 = 0.999 = 99.9\%$ . A partir de la table de Gauss, on cherche  $Z_{0.999}$  correspondant à FND = 0.999. Selon cette table  $Z_{0.999} = 3.1$ .

$$Q_{1000} = 500 + 200 * (3.1) = 1120 \text{ m}^3/\text{s} \quad (02 \text{ points})$$

21  
Calculs des intervalles de confiance.

4.1 - Intervalle de confiance de 95% du débit moyen ( $\bar{Q}$ )

$$\bar{Q} - Z_{1-\alpha/2} \frac{\sigma}{\sqrt{N}} < \mu < \bar{Q} + Z_{1-\alpha/2} \frac{\sigma}{\sqrt{N}}$$
$$500 - 1.96 \frac{200}{\sqrt{10}} < Q\mu < 500 + 1.96 \frac{200}{\sqrt{10}}$$

$$376 \text{ m}^3/\text{s} < Q\mu < 624 \text{ m}^3/\text{s} \quad (1.5 \text{ points})$$

4.2 - Intervalle de confiance de 95% de l'écart type  $\sigma$

$$S - Z_{1-\alpha/2} \frac{\sigma}{\sqrt{2N}} < \mu < S + Z_{1-\alpha/2} \frac{\sigma}{\sqrt{2N}}$$
$$200 - 1.96 \frac{200}{\sqrt{2 \times 10}} < \sigma < 200 + 1.96 \frac{200}{\sqrt{2 \times 10}}$$

$$112 \text{ m}^3/\text{s} < \sigma < 288 \text{ m}^3/\text{s} \quad (1.5 \text{ points})$$



MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR  
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Université KASDI Merbah – Ouargla  
Faculté des Sciences Appliquées  
Département Hydraulique et Génie civil

Examen : Analyse et modélisation hydrologique. Master LMD 1<sup>ère</sup> année – Génie de l'eau  
Date : Janvier 2019  
Durée : 1.5 heure

**EXERCICE 1** (05 points)

1. Donner l'intervalle de variation du coefficient de corrélation ;
2. Donner la relation entre la période de retour et la fréquence ;
3. Donner l'équation de Henry pour la loi log-normale.
4. Donner la transformation linéaire de ces deux fonctions :  $Y = aX^b$  et  $Y = ae^{bx}$  ;
5. Dans quelle échelle (log-log) ou (semi-log) la courbe de l'équation  $Y = aX^b$  est linéaire ;

**EXERCICE 2** (07 points)

1. Etablir l'équation de régression entre le débit ( $Q$ ,  $m^3/s$ ) et la pluie ( $P$ ,  $mm$ ) par la méthode analytique ou la méthode graphique (selon votre choix).
2. Calculer le coefficient de corrélation.

Les valeurs de ces paramètres hydrologiques sont présentées dans le tableau ci-dessous :

Pluie $P$ , $mm$	0	10	20	30	40
Débit $Q$ , $m^3/s$	5	10	14	19	24

**EXERCICE 3** (08 points)

L'étude statistique des débits max. annuels à une station hydrométrique donne :  
un débit moyen  $\bar{Q} = 500 m^3/s$  et un coefficient de variation  $C_v = 0,4$ .  $n = 10 \text{ ans}$

Supposant que la distribution statistique de ces débits suit la loi normale (loi de Gauss).

- 1 - Etablir la formule de cette loi.
- 2 - Déterminer les débits de période de retour  $T = 10$  ans et  $T = 1000$  ans
- 3 - Calculer l'intervalle de confiance à 95% du débit moyen  $\bar{Q}$  et de l'écart type  $\sigma$ .

Annexe : Table de Gauss.

TABLE DE LA LOI



z	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
-3	0.00135	0.00097	0.00069	0.00048	0.00034	0.00023	0.00016	0.00011	7.2E-05	4.8E-05
-2.9	0.00187	0.00181	0.00175	0.00169	0.00164	0.00159	0.00154	0.00149	0.00144	0.00139
-2.8	0.00256	0.00248	0.0024	0.00233	0.00226	0.00219	0.00212	0.00205	0.00199	0.00193
-2.7	0.00347	0.00336	0.00326	0.00317	0.00307	0.00298	0.00289	0.0028	0.00272	0.00264
-2.6	0.00466	0.00453	0.0044	0.00427	0.00415	0.00402	0.00391	0.00379	0.00368	0.00357
-2.5	0.00621	0.00604	0.00587	0.0057	0.00554	0.00539	0.00523	0.00508	0.00494	0.0048
-2.4	0.0082	0.00798	0.00776	0.00755	0.00734	0.00714	0.00695	0.00676	0.00657	0.00639
-2.3	0.01072	0.01044	0.01017	0.0099	0.00964	0.00939	0.00914	0.00889	0.00866	0.00842
-2.2	0.0139	0.01355	0.01321	0.01287	0.01255	0.01222	0.01191	0.0116	0.0113	0.01101
-2.1	0.01786	0.01743	0.017	0.01659	0.01618	0.01578	0.01539	0.015	0.01463	0.01426
-2	0.02275	0.02222	0.02169	0.02118	0.02068	0.02018	0.0197	0.01923	0.01876	0.01831
-1.9	0.02872	0.02807	0.02743	0.0268	0.02619	0.02559	0.025	0.02442	0.02385	0.0233
-1.8	0.03593	0.03515	0.03438	0.03362	0.03288	0.03216	0.03144	0.03074	0.03005	0.02938
-1.7	0.04457	0.04363	0.04272	0.04182	0.04093	0.04006	0.0392	0.03836	0.03754	0.03673
-1.6	0.0548	0.0537	0.05262	0.05155	0.0505	0.04947	0.04846	0.04746	0.04648	0.04551
-1.5	0.06681	0.06552	0.06426	0.06301	0.06178	0.06057	0.05938	0.05821	0.05705	0.05592
-1.4	0.08076	0.07927	0.0778	0.07636	0.07493	0.07353	0.07215	0.07078	0.06944	0.06811
-1.3	0.0968	0.0951	0.09342	0.09176	0.09012	0.08851	0.08692	0.08534	0.08379	0.08226
-1.2	0.11507	0.11314	0.11123	0.10935	0.10749	0.10565	0.10383	0.10204	0.10027	0.09853
-1.1	0.13567	0.1335	0.13136	0.12924	0.12714	0.12507	0.12302	0.121	0.119	0.11702
-1	0.15866	0.15625	0.15386	0.15151	0.14917	0.14686	0.14457	0.14231	0.14007	0.13786
-0.9	0.18406	0.18141	0.17879	0.17619	0.17361	0.17106	0.16853	0.16602	0.16354	0.16109
-0.8	0.21186	0.20897	0.20611	0.20327	0.20045	0.19766	0.19489	0.19215	0.18943	0.18673
-0.7	0.24196	0.23885	0.23576	0.2327	0.22965	0.22663	0.22363	0.22065	0.2177	0.21476
-0.6	0.27425	0.27093	0.26763	0.26435	0.26109	0.25785	0.25463	0.25143	0.24825	0.2451
-0.5	0.30854	0.30503	0.30153	0.29806	0.2946	0.29116	0.28774	0.28434	0.28096	0.2776
-0.4	0.34458	0.3409	0.33724	0.3336	0.32997	0.32636	0.32276	0.31918	0.31561	0.31207
-0.3	0.38209	0.37828	0.37448	0.3707	0.36693	0.36317	0.35942	0.35569	0.35197	0.34827
-0.2	0.42074	0.41683	0.41294	0.40905	0.40517	0.40129	0.39743	0.39358	0.38974	0.38591
-0.1	0.46017	0.4562	0.45224	0.44828	0.44433	0.44038	0.43644	0.43251	0.42858	0.42465
0.0	0.5	0.49601	0.49202	0.48803	0.48405	0.48006	0.47608	0.4721	0.46812	0.46414

21

NORMALE ( FND)

Cette table donne la valeur de la FND pour un  $-3.9 \leq z \leq +3.9$ . Les entrées en face de +3 et de -3 sont pour 3.0, 3.1, 3.2, etc., et -3.0, -3.1, -3.2, etc., respectivement.

z	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0.0	0.5	0.50399	0.50798	0.51197	0.51595	0.51994	0.52392	0.52789	0.53188	0.53586
0.1	0.53983	0.5438	0.54776	0.55172	0.55567	0.55962	0.56356	0.56749	0.57142	0.57535
0.2	0.57926	0.58317	0.58706	0.59095	0.59483	0.59871	0.60257	0.60642	0.61026	0.61409
0.3	0.6179	0.62172	0.62552	0.6293	0.63307	0.63683	0.64058	0.64431	0.64803	0.65173
0.4	0.65542	0.6591	0.66276	0.6664	0.67003	0.67364	0.67724	0.68082	0.68439	0.68793
0.5	0.69146	0.69497	0.69847	0.70194	0.7054	0.70884	0.71226	0.71566	0.71904	0.7224
0.6	0.72573	0.72907	0.73237	0.73565	0.73891	0.74215	0.74537	0.74857	0.75175	0.7549
0.7	0.75804	0.76115	0.76424	0.7673	0.77035	0.77337	0.77637	0.77935	0.7823	0.78524
0.8	0.78814	0.79103	0.79389	0.79673	0.79955	0.80234	0.80511	0.80785	0.81057	0.81327
0.9	0.81594	0.81859	0.82121	0.82381	0.82639	0.82894	0.83147	0.83398	0.83646	0.83891
1.0	0.84134	0.84375	0.84614	0.84849	0.85083	0.85314	0.85543	0.85769	0.85993	0.86214
1.1	0.86433	0.8665	0.86864	0.87076	0.87286	0.87493	0.87698	0.879	0.881	0.88298
1.2	0.88493	0.88686	0.88877	0.89065	0.89251	0.89435	0.89617	0.89796	0.89973	0.90147
1.3	0.9032	0.9049	0.90658	0.90824	0.90988	0.91149	0.91308	0.91466	0.91621	0.91774
1.4	0.91924	0.92073	0.9222	0.92364	0.92507	0.92647	0.92785	0.92922	0.93056	0.93189
1.5	0.93319	0.93448	0.93574	0.93699	0.93822	0.93943	0.94062	0.94179	0.94295	0.94408
1.6	0.9452	0.9463	0.94738	0.94845	0.9495	0.95053	0.95154	0.95254	0.95352	0.95449
1.7	0.95543	0.95637	0.95728	0.95818	0.95907	0.95994	0.9608	0.96164	0.96246	0.96327
1.8	0.96407	0.96485	0.96562	0.96638	0.96712	0.96784	0.96856	0.96926	0.96995	0.97062
1.9	0.97128	0.97193	0.97257	0.9732	0.97381	0.97441	0.975	0.97558	0.97615	0.9767
2.0	0.97725	0.97778	0.97831	0.97882	0.97932	0.97982	0.9803	0.98077	0.98124	0.98169
2.1	0.98214	0.98257	0.983	0.98341	0.98382	0.98422	0.98461	0.985	0.98537	0.98574
2.2	0.9861	0.98645	0.98679	0.98713	0.98745	0.98778	0.98809	0.9884	0.9887	0.98899
2.3	0.98928	0.98956	0.98983	0.9901	0.99036	0.99061	0.99086	0.99111	0.99134	0.99158
2.4	0.9918	0.99202	0.99224	0.99245	0.99266	0.99286	0.99305	0.99324	0.99343	0.99361
2.5	0.99379	0.99396	0.99413	0.9943	0.99446	0.99461	0.99477	0.99492	0.99506	0.9952
2.6	0.99534	0.99547	0.9956	0.99573	0.99585	0.99598	0.99609	0.99621	0.99632	0.99643
2.7	0.99653	0.99664	0.99674	0.99683	0.99693	0.99702	0.99711	0.9972	0.99728	0.99736
2.8	0.99744	0.99752	0.9976	0.99767	0.99774	0.99781	0.99788	0.99795	0.99801	0.99807
2.9	0.99813	0.99819	0.99825	0.99831	0.99836	0.99841	0.99846	0.99851	0.99856	0.99861
3	0.99865	0.99903	0.99931	0.99952	0.99966	0.99977	0.99984	0.99989	0.99993	0.99995