

ORDRE DES INGÉNIEURS DU QUÉBEC

SESSION DE MAI 2013

Toute documentation permise

Calculatrices : modèles autorisés seulement

Durée de l'examen : 3 heures

98-CIV-B4 HYDROLOGIE

QUESTION 1 (20 points)

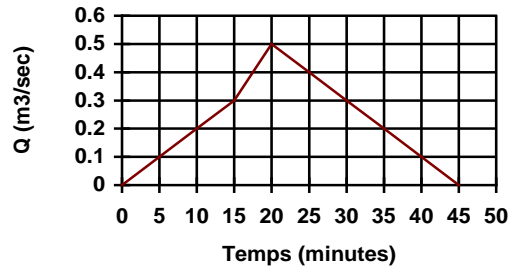
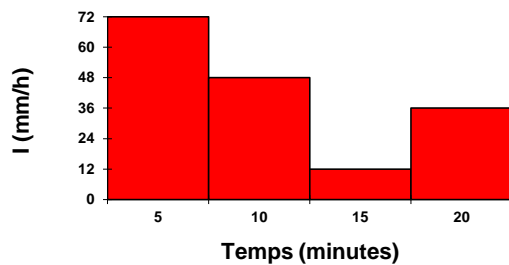
Le bassin versant de la Belle Rivière a vécu un incendie de forêt majeur en 1970, qui semble avoir profondément affecté le régime hydrologique du bassin versant. Plusieurs citoyens de la ville de St-Jean-des-Sources remarquent que les inondations dans la ville semblent plus fréquentes et demandent aux élus de prendre des moyens pour réduire les risques d'inondations. La ville décide dans un premier temps de confier à un ingénieur de procéder à une analyse des débits maximums annuels. Les données suivantes sont disponibles :

Débits avant l'incendie de forêt		Débits après l'incendie de forêt	
Année	Débit (m ³ /s)	Année	Débit (m ³ /s)
1961	661	1971	1590
1962	1690	1972	2040
1963	798	1973	2300
1964	1510	1974	2041
1965	2071	1975	2460
1966	1680	1976	2890
1967	1370	1977	2540
1968	1181	1978	3700
1969	2400	1979	1240
1970	1720	1980	3166

- En supposant que chaque série obéit à une loi de distribution lognormale, calculer le débit Q_{100} avant et après l'incendie (8 points)
- Quelle est la probabilité que le débit $Q=2400$ m³/s soit dépassé deux années d'affilée avant et après l'incendie? (12 points)

QUESTION 2 (10 points)

L'hydrogramme de ruissellement direct (HRD) ci-dessous est le résultat d'une précipitation brute présentée par le hyétogramme ci-dessous. Sachant que l'infiltration est de 5mm au total, trouvez la superficie du bassin versant en hectares.



QUESTION 3 (20 POINTS)

Un sol possède les propriétés suivantes :

$$f_0 = 15 \text{ mm/h}$$

$$f_c = 5 \text{ mm/h}$$

$$k = 0,6 \text{ h}^{-1}$$

Le sol reçoit une averse dont le hyétogramme est donné par :

Temps (h)	Intensité moyenne de l'averse (mm/h)
0 – 1	18
1 – 2	5
2 – 3	0
3 – 4	0
4 – 5	12

- Calculer la pluie nette durant la première et la seconde heure de l'averse. Le sol est sec au début de l'averse. (10 points)
- Il y a récupération de la capacité d'infiltration du sol durant les 3^{ième} et 4^{ième} heures lorsque la pluie a cessé. Sachant que le constante de récupération $k_r = 0,15 \text{ h}^{-1}$, calculer la capacité d'infiltration du sol à $t=5\text{h}$. (10 points)

QUESTION 4 (20 POINTS)

Le tableau ci-dessous présente un hydrogramme unitaire de 1 mm correspondant à une pluie nette d'une durée $D = 1$ heure.

temps (heures)	Débit (m^3/sec)
0h00	0
1h00	5
2h00	8
3h00	12
4h00	18
5h00	8
6h00	0

- a) Déterminez le débit de pointe de l'hydrogramme résultant d'une précipitation totale donnée dans le tableau ci-dessous. On suppose que la capacité d'infiltration du sol est constante à 10 mm/heure pendant toute la durée de l'averse. Supposer un débit de base de $10 \text{ m}^3/\text{s}$. (15 points)

Temps (heures)	Précipitation (mm/h)
0h00 – 1h00	5
1h00 – 2h00	16
2h00 – 3h00	28
3h00 – 4h00	9
4h00 – 5h00	18

- b) Déterminer l'hydrogramme unitaire de 1 mm pour une pluie nette dont la durée est de 2 heures. (5 points)

QUESTION 5 (15 POINTS)

On prévoit construire un projet immobilier dont le réseau pluvial sera raccordé au réseau existant par un nouvel intercepteur, voir la figure ci-dessous.

La superficie du nouveau projet est de 12,5 ha. Le coefficient du ruissellement du nouveau projet est de 0,5 et le temps de concentration est de 20 minutes.

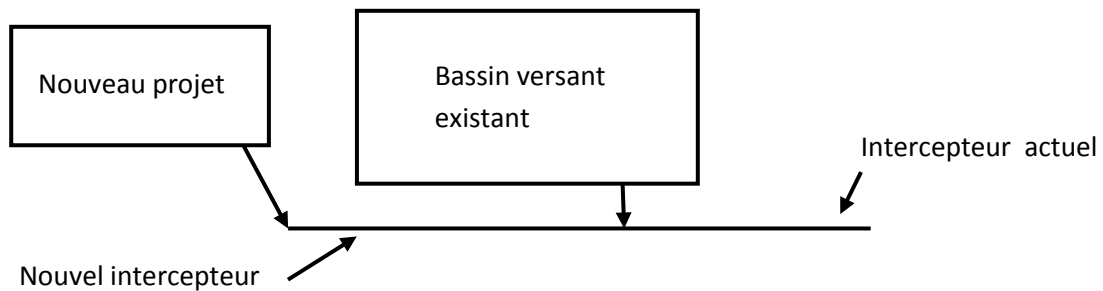
La superficie du bassin versant actuel est de 40 ha. Le coefficient de ruissellement du bassin actuel est $C=0,6$ et son temps de concentration est de 25 minutes.

Le temps de parcours estimé dans le nouvel intercepteur est de 3 minutes

La période de retour retenue est 10 ans. La courbe idf utilisée est donnée par:

$$i = \frac{519}{t^{0.682}} \text{ mm / h}$$

Avec le temps t en minutes.



- Calculer le débit de pointe qui entrera dans l'intercepteur existant (10 points)
- On souhaite limiter le débit maximum à l'entrée de l'intercepteur actuel à $4,5 \text{ m}^3/\text{s}$, ceci pour éviter de remplacer l'intercepteur actuel par un intercepteur de plus grande capacité. Calculer quel devrait être le coefficient de ruissellement du nouveau projet immobilier pour rencontrer cette exigence. On suppose que le temps de concentration demeure inchangé (5 points)

QUESTION 6 (15 POINTS)

Déterminer, en utilisant la méthode de Muskingum, l'hydrogramme à la sortie Q d'un tronçon d'un cours d'eau, dont l'hydrogramme à l'entrée I est donné dans le tableau ci-dessous. Le coefficient $K = 12$ heures et le coefficient $X = 0,15$.

Temps (h)	I (m ³ /s)	Q (m ³ /s)
6	15	15
12	35	
18	73	
24	54	
30	42	
36	33	
42	20	
48	15	