



## ORDRE DES INGÉNIEURS DU QUÉBEC

SESSION DE NOVEMBRE 2012

Toute documentation permise

Calculatrices : modèles autorisés seulement

Durée de l'examen : 3 heures

### 98-CIV-B4 HYDROLOGIE

#### QUESTION 1 (20 points)

Les débits maximum enregistrés dans une station de mesure d'une rivière sont les suivants :

Date	Débit ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	Date	Débit ( $\text{m}^3/\text{s}$ )
23 juin 1980	908	26 février 1984	1610
13 février 1981	1930	13 mars 1984	4160
20 mars 1981	3010	14 mai 1985	770
31 mai 1981	2670	5 janvier 1986	5980
3 juin 1981	2720	9 janvier 1986	2410
28 juin 1981	2570	15 mars 1986	1650
8 septembre 1981	1930	13 mars 1987	1260
23 octobre 1981	2270	28 février 1988	4630
3 juin 1982	1770	15 mars 1988	2690
10 juin 1982	1770	19 mars 1988	4160
11 juin 1982	1970	4 janvier 1989	1680
3 septembre 1982	1570	15 janvier 1989	1640
27 décembre 1982	3850	13 février 1989	2310
20 février 1983	2650	18 février 1989	3300
15 mars 1983	2450	24 février 1989	3460
2 juin 1983	1290	25 janvier 1990	3050
20 juin 1983	1200	5 mars 1990	2880
2 août 1983	1200	2 juin 1990	1450
23 février 1984	1490		

- Construire une série de débits maximum annuels et établir le débit correspondant à des périodes de retour de 10, 50 et 100 ans en utilisant une distribution log-normale. (15 points)
- Des dommages aux riverains commencent à se produire lorsque le débit excède  $5000 \text{ m}^3/\text{s}$ . Quelle est la probabilité que des dommages se produisent deux années de suite? (5 points)

## Question 2 (20 points)

L'hydrogramme unitaire de 6-heures d'un bassin versant drainage est le suivant :

Temps (h)	0	6	12	18	24	30	36	42
Débit ( $\text{m}^3/\text{s}\cdot\text{cm}$ )	0	1,8	30,9	85,6	41,8	14,6	5,5	1,8

- a) On demande de calculer l'hydrogramme résultant d'une précipitation totale de 7 cm durant le premier six heures et de 4 cm durant la seconde période de six heures. L'infiltration durant le premier six heures est de 2 cm tandis qu'il est de 1 cm durant le second six heures. Le débit de base est constant à  $100 \text{ m}^3/\text{s}$ . (13 points)
- b) Quelle est la superficie du bassin versant? (5 points)
- c) En supposant un écoulement uniforme, calculez la profondeur de l'écoulement au débit maximum avec les informations suivantes : (2 points)
- Cours d'eau à section rectangulaire
  - largeur du cours d'eau = 100 m
  - pente du cours d'eau = 0,001
  - Coefficient de rugosité de Manning = 0,025.

### Question 3 (20 points)

L'hydrogramme d'entrée dans un réservoir est donné au tableau 3.1 ci-dessous. Le stockage  $S$  dans le réservoir à  $t = 6$  heures est de  $54,71 \times 10^6 \text{ m}^3$  d'eau et le débit à la sortie du réservoir est de  $87,6 \text{ m}^3/\text{s}$ . La relation entre le stockage et le débit de sortie est présentée au tableau 3.2 ci-dessous. Calculer l'hydrogramme à la sortie de la 6<sup>ième</sup> à la 12<sup>ième</sup> heure.

TABLEAU 3.1

Temps (heures)	Débit d'entrée ( $\text{m}^3/\text{s}$ )
0	60
2	100
4	200
6	360
8	600
10	1310
12	1930
14	1460
16	930
18	650
20	440
22	300
24	180
26	120
28	80
30	60

TABLEAU 3.2

Stockage $10^6 \text{ m}^3$	Débit de sortie ( $\text{m}^3/\text{s}$ )
52	20
56	120
67.5	440
88	1100

#### Question 4 (20 points)

Un bassin versant semi urbanisé possède une superficie de 300 ha. La superficie est répartie comme suit :

Forêt : 100 ha

Surfaces imperméables : 80 ha

Pelouse : 120 ha

La valeur du coefficient CN ('Curve number') pour les surfaces imperméables et la pelouse sont respectivement de 95 et de 65.

Un orage a produit 100 mm de pluie sur le bassin. Le volume de ruissellement mesuré à sa sortie a été de  $102\,780\text{ m}^3$ .

- a) Calculez le coefficient CN de la forêt (10 points).
- b) Les coefficients CN fournis et calculés en a) correspondent à celui d'un sol d'humidité moyenne (AMC II). Calculer quel serait le volume de ruissellement total, en  $\text{m}^3$ , si le sol est humide (AMC III) (10 points).

### Question 5 (20 points)

Calculer l'infiltration totale et tracer la courbe d'infiltration pour le hyétogramme de précipitation ci-dessous, sachant que les paramètres d'infiltration de Horton sont  $f_0=20$  mm/h,  $f_c=5$  mm/h et  $k=0,4$  h<sup>-1</sup>.

