

ORDRE DES INGÉNIEURS DU QUÉBEC

SESSION DE MAI 2012

Toute documentation permise

Calculatrices : modèles autorisés seulement

Durée de l'examen : 3 heures

98-CIV-B4 HYDROLOGIE

**Question 1 (20 points)**

On prévoit un développement résidentiel sur un petit bassin versant de 5 hectares de superficie situé près de Sherbrooke. Les données suivantes sont fournies :

Bassin versant naturel :

- 70% forêts CN = 58
- 30% champs CN = 86

Bassin versant urbanisé :

- 30% forêts CN = 58
- 35% gazonné CN = 69
- 35% maisons, rues, etc. CN = 98

On demande de déterminer les volumes de ruissellement, en m<sup>3</sup>, avant et après urbanisation du bassin versant pour une précipitation d'une fréquence d'une durée de 60 minutes et de période de retour 1 :10 ans dont la courbe Intensité-Durée-Fréquence (IDF) est donnée par la relation suivante :

$$i = \frac{519}{t^{0,682}} \text{ mm/h}$$

Avec le temps t donné en minutes.

## Question 2 (20 points)

Un bassin versant d'une superficie de  $140 \text{ km}^2$  est localisé en zone montagneuse et est couvert d'un manteau de neige. L'équivalent en eau de la neige dans les parties basse et haute du bassin est respectivement de 40 mm et 100 mm. Les caractéristiques des parties basse et haute du bassin sont les suivantes :

	Partie basse	Partie haute
Élévation moyenne (m)	200	1200
% du bassin versant	60	40
Couvert végétal	100% agricole	100% forêt

Les conditions météorologiques (température de l'air et précipitation) prévues sont les suivantes, prises à 200 m d'élévation :

Jour 1 :  $T_{\text{moy}} = 8^\circ\text{C}$ ,  $P = 15 \text{ mm}$

Jour 2 :  $T_{\text{moy}} = 12^\circ\text{C}$ ,  $P = 0 \text{ mm}$

On demande de calculer le volume de ruissellement total, en  $\text{m}^3$ , produit sur le bassin versant après ces deux journées. Les équations de fonte de neige à utiliser sont les suivantes :

Sites boisés :  $M = 0.23 T_{\text{moy}} + 0.0126 T_{\text{moy}} P$        $M$  en cm/jour,  $T_{\text{moy}}$  en  $^\circ\text{C}$ ,  $P$  en cm

Clairières :  $M = 0.27 (T_{\text{moy}} + 4.4) + 0.0126 T_{\text{moy}} P$

On émet les hypothèses suivantes :

1. On suppose l'infiltration nulle.
2. Le manteau neigeux est capable de retenir de l'eau liquide à raison de 3% de sa masse.
3. La décroissance de la température de l'air avec l'élévation est de  $6^\circ\text{C}$  par 1000 m.

### Question 3 (20 points)

Soit l'hydrogramme unitaire (HU) ci-dessous, correspondant à une précipitation nette de 1 mm d'une durée de 2 heures :

Temps (h)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Débit (m <sup>3</sup> /s)	0	7.5	22.5	48.8	78.8	75.0	48.8	26.3	7.5	0

- Quelle est la superficie du bassin versant, en km<sup>2</sup>? (5 pts)
- Avec l'aide de la méthode de l'hydrogramme en S, construire pour ce bassin versant un hydrogramme unitaire pour une pluie nette de 1 mm d'une durée de 1 heure. (15 pts)

### Question 4 (20 points)

Les données suivantes sont disponibles pour un bassin versant à vocation urbaine :

- Superficie du bassin : A=121.4 ha
  - Longueur du bassin : L=1981 m
  - Pente moyenne du bassin : S=1.48%
  - CN du bassin : 92
- Tracer l'hydrogramme synthétique triangulaire du SCS pour un ruissellement direct (ou précipitation nette) de 1 mm. Indiquer sur le graphique les valeurs suivantes : le débit de pointe  $q_p$ , le temps de pointe  $t_p$ , le temps de base  $t_b$  et la durée de l'averse D. (10 points). L'équation du temps de concentration est donnée par :

$$t_c = \frac{0.1362 L^{0.8} \left[ \frac{1000}{CN} - 9 \right]^{0.7}}{\sqrt{S}}$$

Avec  $t_c$  en minutes, L en mètres et S en %

- Calculer le débit de pointe du bassin versant pour le hyétogramme de précipitation nette suivante : (10 points)

Temps (minutes)	0-10	10-20	20-30
Pluie nette (mm)	6	0	4

### Question 5 (10 points)

L'analyse de la série chronologique de 85 années de débits mesurés à la station 001 de la rivière aux Brochets donne les résultats suivants :

$$\bar{Q} = 150 \text{ m}^3/\text{s} \quad (\text{Débit moyen})$$

$$s = 50 \text{ m}^3/\text{s} \quad (\text{Écart-type})$$

- a) Calculez les **débits**  $Q_{50}$  et  $Q_{100}$  en supposant que la série chronologique suit une loi normale (5 pts)
- b) Quelle est la probabilité qu'un débit maximum annuel de  $200 \text{ m}^3/\text{s}$  soit dépassé trois années de suite ? (5pts)

### Question 6 (10 points)

Calculer la hauteur de précipitation moyenne sur un bassin versant dont les données pluviométriques associées à un orage sont les suivantes :

Station	1	2	3	4	5
Hauteur de pluie de l'événement (mm)	20	25	manquant	30	34
Précipitation annuelle (mm)	900	950	980	940	1050
Coefficient de pondération associé au pluviomètre	0,2	0,24	0,16	0,15	0,25