

**École Polytechnique de Montréal**  
**Département des génies civil, géologique et des mines**

**CIV3403 PRINCIPES D'HYDROLOGIE**  
**EXAMEN FINAL**  
**AUTOMNE 2005**

Date : 13 décembre 2005

Durée : 2h30

Pondération : 50 % de la note globale

Notes :

1. Toute documentation permise, calculatrice programmable permise.
2. **Pour chaque question ou sous-question, vous devez expliquer la démarche de solution et noter vos hypothèses**

---

**Question 1 (4 points)**

- 1.1. Un développeur souhaite utiliser un terrain vague pour construire un stationnement asphalté. Le terrain a une superficie de 0,4 km<sup>2</sup> (800m x 500m) et se draine vers un coin avec une pente de 0,02 m/m. La construction du stationnement coupera le temps de concentration de 50%. Calculez le débit pour le système d'égout pluvial avec une période de retour de 5 ans, à l'aide de la formule de Kirpich ( $t_c = 0,000325 L^{0,77} S^{-0,385}$ ; L en m) et des courbes IDF du tableau **avant et après** le développement. (3 points) (**avant 1,67mcs; après 9,44mcs**)
- 1.2. Le développeur construit et utilise votre débit pour le système d'égout pluvial. Si le changement climatique augmente l'intensité des orages de 15% au cours des dix prochaines années, calculez la période de retour du débordement de ce système en 2015. (1 point) (T=3ans)

Réurrence (années)	Intensité I (mm/h)
10	$I = \frac{2692}{t + 14}$
5	$I = \frac{2184}{t + 12}$
2	$I = \frac{1778}{t + 12}$
1	$I = \frac{1244}{t + 9}$
	Note : t est en minutes

## Question 2 (5 points)

2.1. Qu'est-ce que le point de rosée? (1 point)

**Le point de rosée est la température à laquelle une masse d'air devient saturé – taux d'humidité relative = 100%**

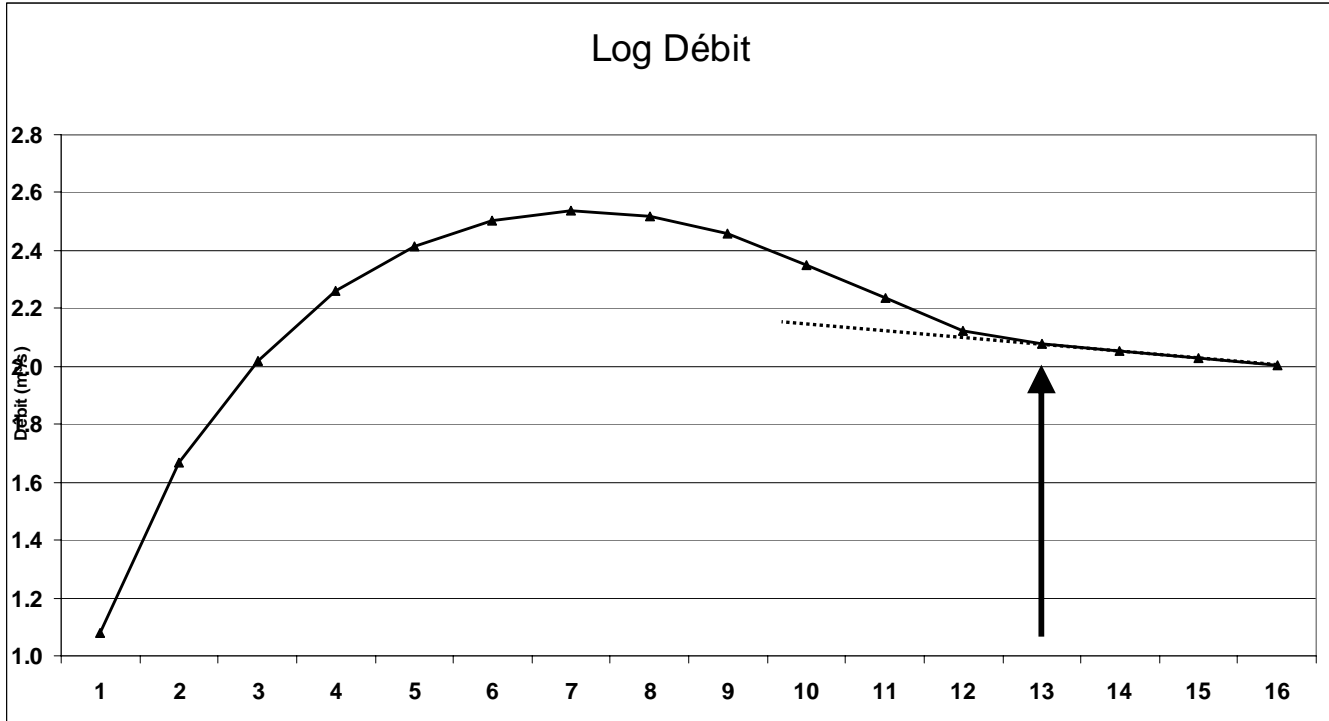
2.2. Un lac d'une superficie de  $130 \text{ km}^2$  avait un débit entrant pendant le mois juin de  $140 \text{ m}^3/\text{s}$ , alors que le débit sortant était de  $135 \text{ m}^3/\text{s}$ . Son niveau a monté de 15 cm entre le début et la fin du mois. Il a plu 204 mm pendant le mois. Un bac d'évaporation a enregistré 20 cm d'évaporation pendant le même mois. Estimez l'évaporation du lac par bilan hydrique. Estimez ensuite le coefficient du bac. Indiquez vos hypothèses.(3 points)  
**(Évap du lac 0,154 m; Coeff bac 77%)**

2.3. On vous demande de valider vos réponses à l'aide de la méthode de transfert de masse avec un pas de temps journalier pour ce même mois. De quelles données de plus auriez-vous besoin?(1 point)

**Pour chaque jour: vent à une distance de 2m au dessus du lac, la température de l'eau et la température de l'air, et l'humidité relative de l'air**

## Question 3 (4 points)

3.1. Une pluie importante de deux jours est tombée sur un bassin versant de  $8000 \text{ km}^2$ . Déterminez la fin du ruissellement direct pour l'hydrogramme du tableau à l'aide de la figure ci-dessous. Dessinez votre démarche sur la figure. (1 point).



3.2. En supposant un débit de base variant de façon linéaire en espace réelle entre le début et la fin de l'orage, calculez les ordonnées de l'hydrogramme de ruissellement direct et la lame d'eau ruisselé pour cet événement. (3 points)

Jour	Débit observé (m³/s)	Log Débit	Débit de base	Hydrogramme de ruissellement directe
1	12	1.079	12	0.00
2	46	1.666	21	25.40
3	105	2.020	30	74.76
4	181	2.259	39	142.47
5	261	2.416	48	212.60
6	320	2.505	57	262.86
7	346	2.539	66	280.25
8	331	2.520	75	255.93
9	289	2.460	84	204.60
10	224	2.350	93	131.09
11	173	2.238	102	71.07
12	132	2.121	111	21.00
13	120	2.079	120	0.00
14	113	2.054		
15	107	2.029		
16	101	2.003		
17	95	1.978		
18	90	1.953		

Somme des débits: (m³/s - j) 1682.01  
 Somme Q: (hm³)\*3,6\*24/1000 145.33  
 Lame d'eau (mm) /8000\*1000 18.17

#### Question 4 (4 points)

- 4.1. Pour l'orage au tableau suivant, sachant que la lame d'eau ruisselé était de 24 mm, calculez l'indice d'infiltration  $\phi$  et l'hyétogramme de pluie nette. (2 points) ( **$\phi=7,5\text{mm/h}$** )

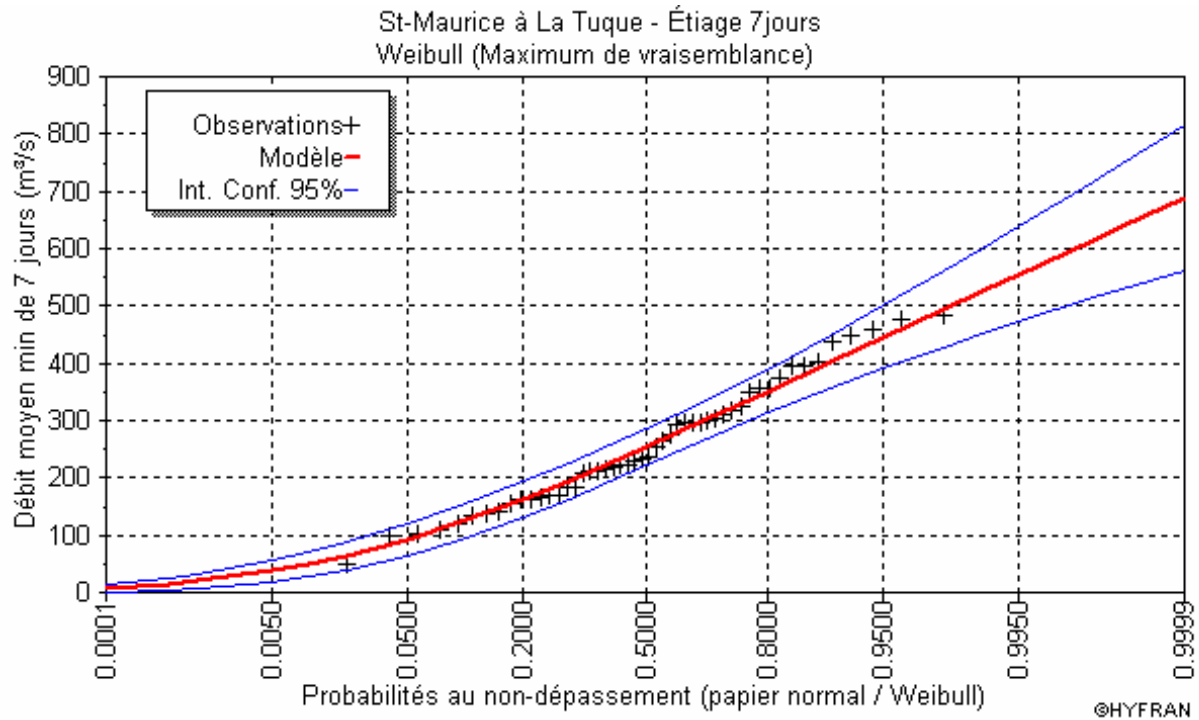
Temps (h)	1	2	3	4
Pluie (mm/h)	6	21	4	18

- 4.2. Utilisez l'hydrogramme unitaire du tableau suivant pour calculer l'hydrogramme de ruissellement direct pour la pluie nette trouvée à la question 4.1. Identifiez clairement le débit de pointe à l'aide d'un tableau. (2 points) ( **$Q_p 477 \text{ m}^3/\text{s}$** )

t (h)	Q (m <sup>3</sup> /s)
0	0
1	10
2	30
3	20
4	12
5	6
6	2
7	0

### Question 5 (3 points)

- 5.1. Une série chronologique des débits minimums annuels moyens sur sept jours a une moyenne de  $258 \text{ m}^3/\text{s}$ , un écart-type de  $109 \text{ m}^3/\text{s}$  et un coefficient d'asymétrie de 0,3. Cette série provient de 50 années d'observation. On vous demande votre avis sur l'ajustement de la loi Weibull qui sert souvent pour les étiages, qui a été ajustée pour cet échantillon à la figure suivante. Commentez cet ajustement. (1 point)



**Il semble bien ajuster les valeurs; pas de valeurs en dehors des limites de confiance; valeurs aux extrêmes ajustées. Asymétrie de la courbe positive.....**

- 5.2. Déterminez l'étiage de 7 jours, dont la période de récurrence et de 5 ans et calculez le risque qu'un étiage encore plus faible ait lieu au cours des 5 prochaines années. (2 points) ( $Q=160 \text{ m}^3/\text{s}$ ;  $R = 67\%$ )