ORDRE DES INGÉNIEURS DU QUÉBEC

SESSION DE NOVEMBRE 2018

Toute documentation permise
Calculatrices : modèles autorisés seulement
Durée de l'examen : 3 heures

14-CI-B3 HYDROLOGIE

Question 1 (20 pts)

Vous êtes chargé de concevoir un pont sur une rivière dont les débits ont été mesurés sur une période de 11 ans (Tableau 1.1). Votre donneur d'ordre vous impose une période de retour de 75 ans pour le débit de conception. On considéra que le nombre de valeurs fournies est suffisant pour appliquer une démarche statistique.

a) Calculez le débit de conception du pont à l'aide des données fournie selon une distribution normale et une distribution log-normale. (5 points).

b) Justifiez votre choix de loi de distribution (normale, log-normale) à l'aide d'un graphique des quantiles. Tracer directement le graphique sur le papier à probabilité normale à l'annexe 1. Utiliser la loi de Weibull pour y représenter les données observées et compléter les données manquantes pour les lois normale et log-normale. (15 points)

Année	Q_{max} (m^3/s)	$\log(Q_{max})$	Weibull 1-P	Loi normale 1-P	Loi log normale 1-P
2007	55	1.74		0.414	0.520
2008	20	1.30		0.174	0.070
2009	65	1.81			0.619
2010	190	2.28		0.995	
2011	75	1.88		0.578	0.698
2012	25	1.40		0.202	0.128
2013	35	1.54		0.265	0.264
2014	30	1.48		0.232	0.194
2015	100	2.00		0.762	0.829
2016	45	1.65		0.336	0.401
2017	80	1.90		0.618	0.731
Moyenne	65.45	1.726			
Écart-type	48.40	0.288			

Tableau 1.1 : Débit maximum annuel

Question 2 (20 pts)

La Figure 2.1 ci-après représente l'hydrogramme unitaire d'une durée de 10 minutes pour un bassin versant.

a) Quel est le temps de concentration du bassin ? (2 points)

b) Calculez la superficie du bassin versant. (4 points)

c) Calculez l'hydrogramme résultant d'une précipitation nette de 30 minutes présentée dans le hyétogramme de la Figure 2.2. et présenter les résultats sous forme de graphique (7 points)

d) Calculez l'hydrogramme unitaire de 20 minutes (tableau seulement; pas nécessaire de dessiner l'hydrogramme). (7 points)

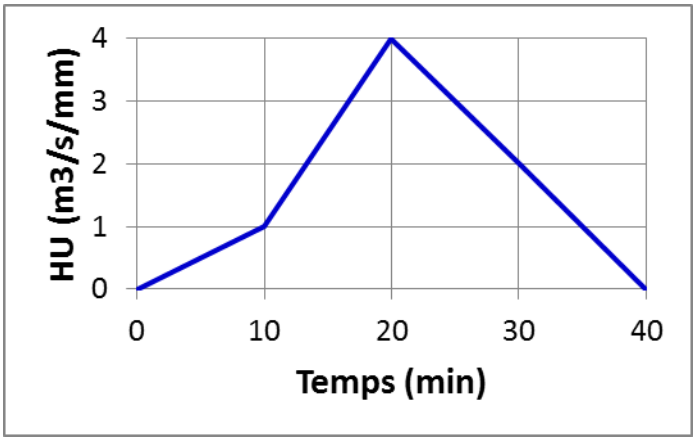


Figure 2.1 – Hydrogramme unitaire

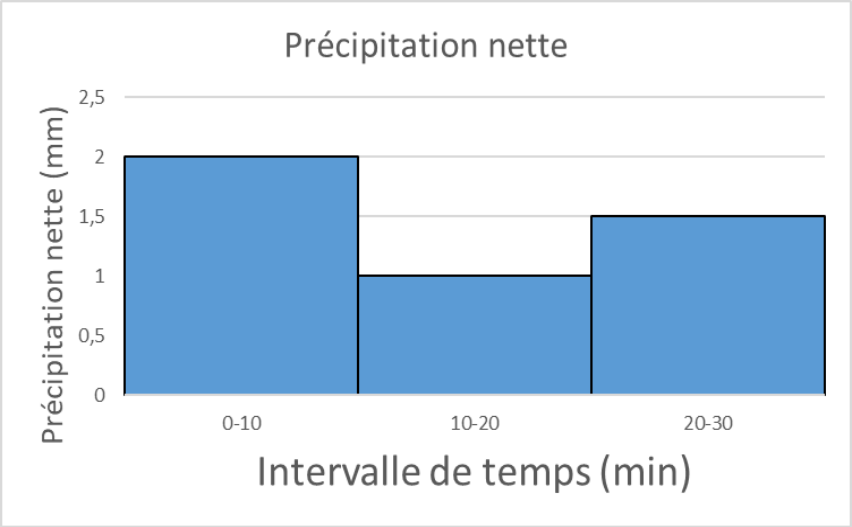


Figure 2.2 - Hyétogramme

Question 3 (10 pts)

Déterminer la lame de ruissellement nette résultante du hyetogramme de pluie brute présenté à la figure 3.1 selon la méthode de Horton. (10 points)

Considérer le sol uniforme et ayant les propriétés suivantes : infiltration initiale maximale de 200 mm/h, infiltration à saturation de 10 mm/h et constante de régression de 4 h^{-1}.

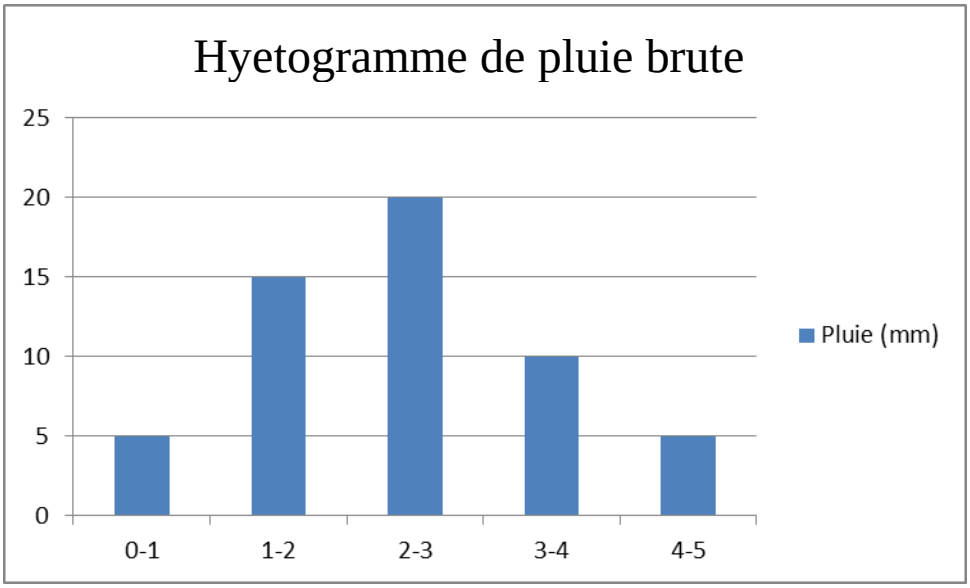


Figure 3.1 Hyetogramme de pluie brute

Question 4 (20 pts)

Vous observez un tronçon de rivière entre les points A et B. Vous avez déterminé que le temps de propagation du cour d'eau entre ces deux points est de 720 minutes et que le facteur lié à l'effet de stockage (X) est de 0.13.

Vous avez obtenu un hydrogramme de prévision au point A (voir tableau 4.1).

Heure	Q_A (m^3/s)
6	100
12	300
18	680
24	500
30	400
36	310
42	230
48	100

Tableau 4.1 Débits au point A

En utilisant la méthode de Muskingum et sachant qu'il y aura inondation au point B si le débit excède 450 m^3/s, devez-vous entreprendre des démarches pour aviser les citoyens vivant près du point B ? Vous pouvez considérer qu'initialement la rivière coule à 100 m^3/s en tout point.

Question 5 (20 pts)

Un magasin grande-surface vous approche pour valider certains éléments. Ils veulent entreprendre des travaux d'expansion du stationnement et la ville leur exige un calcul selon la méthode rationnelle quant aux débits de pointes pour l'aménagement existant (figure 5.1) et projeté (figure 5.2). Prenez que $C_{pavage}=C_{toit}=1$ et que $C_{gazon}=0.3$.

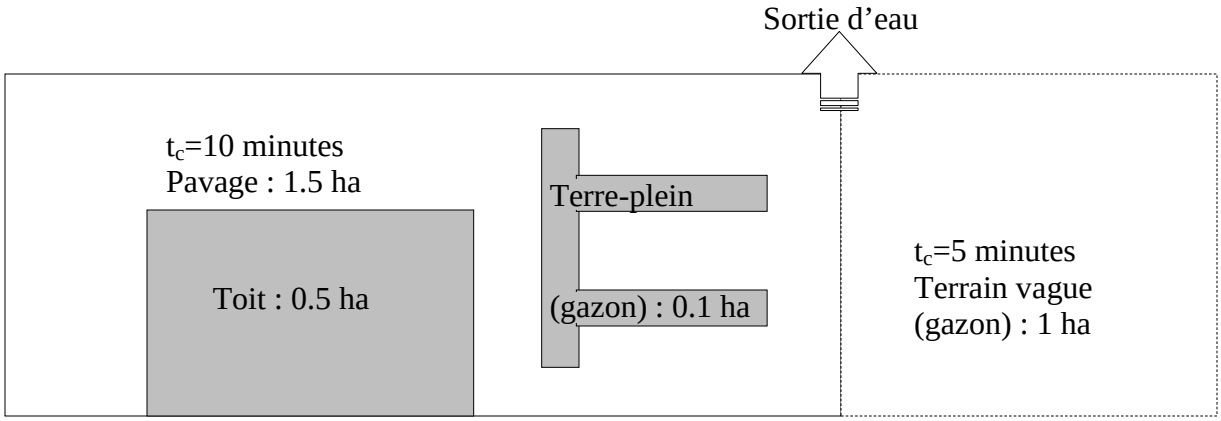


Figure 5.1 Terrain existant

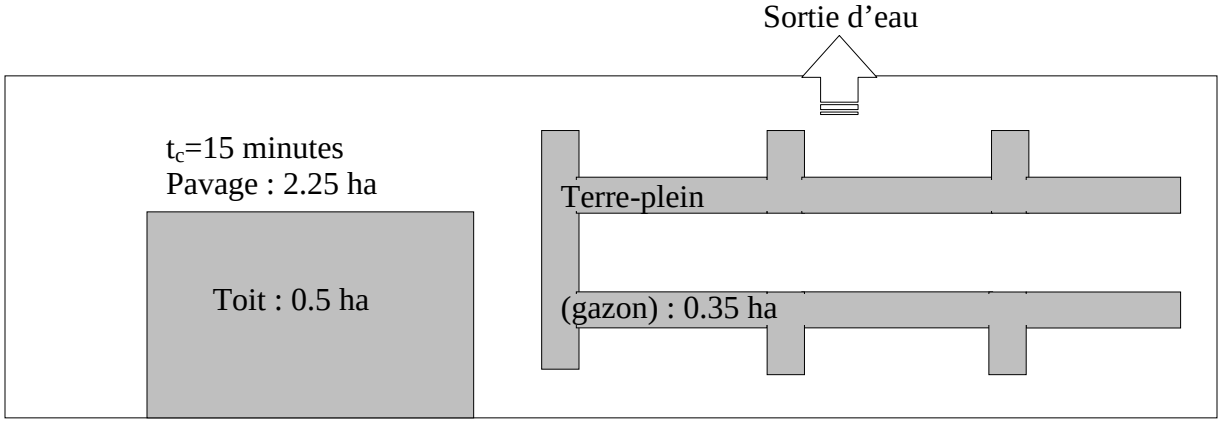


Figure 5.2 Terrain projeté

Vous pouvez considérer que le terrain vague et le stationnement ont le même point de sortie et prendre $I\left(\frac{mm}{h}\right) = \frac{2743.2}{t+14}$ où t est en minute comme courbe IDF pour vos calculs.

Vous devez :

a) Produire un calcul pour les débits de pointe pour l'aménagement existant pour le terrain développé ET le terrain vague indépendamment ; (8 points)

b) Produire un calcul pour le débit de pointe pour l'aménagement proposé ; (4 points)

c) Produire un hydrogramme basé sur le calcul en b) en y identifiant les temps de pluie (t_r), temps de concentration (t_c) et temps de base (t_b). (4 points)

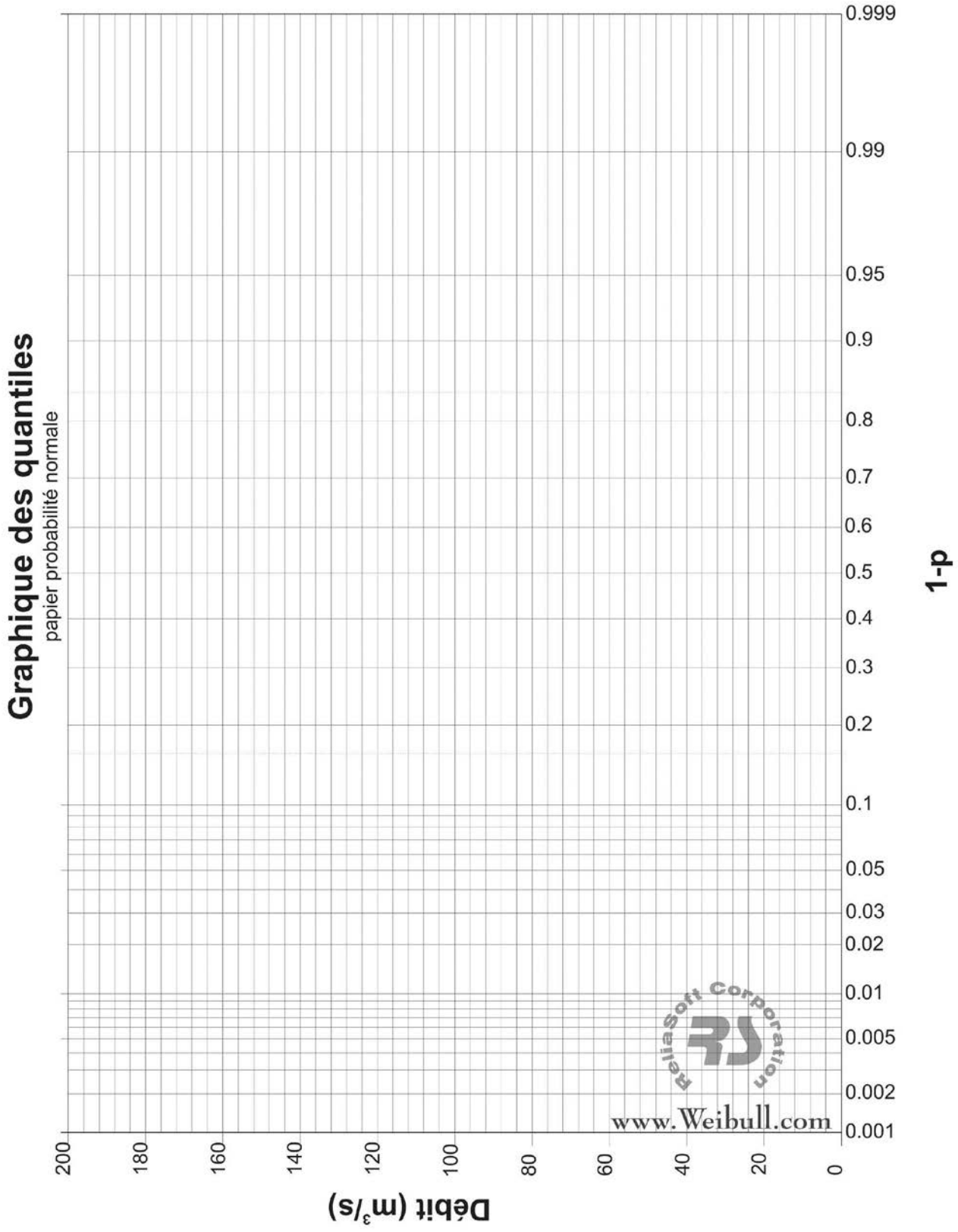
d) La ville demande à votre client de réduire le débit de pointe pour votre calcul en c). Comment conseillez-vous à votre client de procéder pour accomplir ceci si l'aménagement proposé ne peut pas changer (réponse en texte, calcul non nécessaire). (4 points)

Question 6 (10 pts)

Vous faites partie de l'équipe responsable de la gestion des eaux pluviales pour un petit quartier de Saint-Gédéon. Un de vos collègues vous fournit le résultat de ses calculs quant au débit généré par l'orage synthétique demandé (voir figure 6.1). Ce débit coïncide avec l'entrée d'un bassin de rétention.
L'équipe considère présentement un bassin souterrain de 1000 m^2 (2m de profondeur) dont le débit sortant sera géré par une régulateur de type vortex. Le débit de sortie suit la règle suivante : $Q_{sortie}=5h^{2/3}$ où h est la profondeur d'eau dans le bassin.

T (h)	0	1	2	3	4	5	6
$Q_{entrée}$ (l/s)	0	500	1500	1250	1000	500	0
Q_{sortie} (l/s)	0	483.3	*	1314.7	963.3	562.7	405.1

Figure 6.1 Débit d'entrée du bassin de rétention

On vous demande de compléter la donnée manquante.

Annexe 1 – Papier à probabilité normale