

UV UB 08_2011
Corrigé TD N°5 : Calcul des débits de pointes

Exercice 1 : Méthode Rationnelle

On veut équiper un bassin versant nouvellement construit d'un réseau d'assainissement séparatif. On vous demande de calculer le débit de pointe nécessaire pour dimensionner le réseau d'assainissement des eaux pluviales.

Données :

- Temps d'entrée dans le réseau 4 min
- Vitesse moyenne de l'eau dans la conduite est de 1.5 m/s
- Longueur de la plus longue conduite est de 1350 m
- Taille du bassin versant est de 1200*900 m
- La surface imperméable est estimée à 30%
- Les paramètres a et b de la loi de Montana et pour une période de retour de 10 ans sont : a=157.2 et b=-0.48

Le débit de pointe pour dimensionner une canalisation est donné par cette formule : $Q_p = K \cdot C \cdot i \cdot A$
avec C : coefficient de ruissellement

i : la pluie maximale calculée sur la durée du temps de concentration (mm/h)

A : la surface du bassin versant en ha

1- On calcule le temps de concentration :

$$t_c = t_s + t_r$$

t_s : temps d'écoulement superficiel = 4min

t_r : temps d'écoulement en réseau

t_r = longueur de la plus longue conduite / la vitesse = $1350 / (1.5 \cdot 60) = 15$ min,

donc $t_c = 4 + 15 = 19$ min

On calcule l'intensité maximale de période de retour 10 ans

$$I_{\max} = 157.2 \cdot 19^{-0.48} = 38.25 \text{ mm/h}$$

2- On calcule de coefficient de ruissellement

On peut aborder le coefficient de ruissellement de deux manière :

Soit on l'assimile au coefficient d'imperméabilisation puisque nous n'avons pas de données sur la pente moyenne du bassin et donc $C=0.3$

Soit, on considère la pente minimale à respecter dans le cas d'un réseau pluvial et on calcule

de coefficient de ruissellement en utilisant la formule : $C = 0.14 + 0.64 \cdot C_{imp} + 0.05 \cdot I$

Ce qui donne : $C = 0.14 \cdot (0.64 \cdot 0.3) + (0.05 \cdot 0.4) = 0.35$ ($I = 0.4\%$ ou 0.4 cm/m)

On a donc $Q_p = 0.3 \cdot 38.25 \cdot 1200 \cdot 900 / 36 \cdot 10^5 = 3.44 \text{ m}^3/\text{s}$ ou

$$Q_p = 0.35 \cdot 38.25 \cdot 1200 \cdot 900 / 36 \cdot 10^5 = 4.03 \text{ m}^3/\text{s}$$

Exercice 2 : Méthode de Caquot

Une zone industrielle est en cours de conception et l'on se propose de déterminer les débits d'eau pluviale sur les sous bassins versants (1 à 4) et à l'exutoire. On appliquera la méthode de Caquot pour une période de retour décennale. On considèrera que le site est situé en région II.

Les caractéristiques des sous-bassins sont rappelées dans le tableau

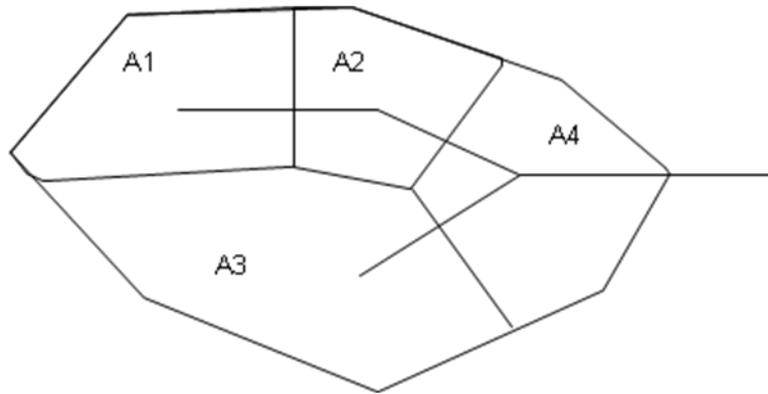


Table 1: caractéristiques des sous bassins versants

bassin	Aire (ha)	coefficient d'imperméabilisation	pente (m/m)	plus long parcours de l'eau (m)
A1	9	0.6	5.10-3	360
A2	7	0.6	5.10-3	360
A3	15	0.6	5.10-3	340
A4	20	0.6	4.10-3	350

La démarche générale est celle-ci :

Région II, T=10 ans, donc

$$Q_p = m * Q_{p,E=2}$$

$$Q_{p,E=2} = 1.601 * I^{0.27} * C^{1.19} * A^{0.80}$$

I pente en %, (faites attention, les pentes données dans l'exo sont en m/m. il faut donc multiplier par 100)

Pour la méthode de Caquot C = Cimp, on ne calcul donc pas un coefficient de ruissellement en utilisant la pente.

A superficie en ha.

$$M = (E/2)^{(0.7*b)} \text{ avec } E = \frac{L}{\sqrt{A}} \text{ (ici A est en m}^2\text{)}$$

L la longueur du plus long parcours de l'eau (le plus long parcours de l'eau pour Caquot c'est au niveau des conduites), E est sans unité.

Notations :

Les bv 1, 2 sont en série et donne un bv 12

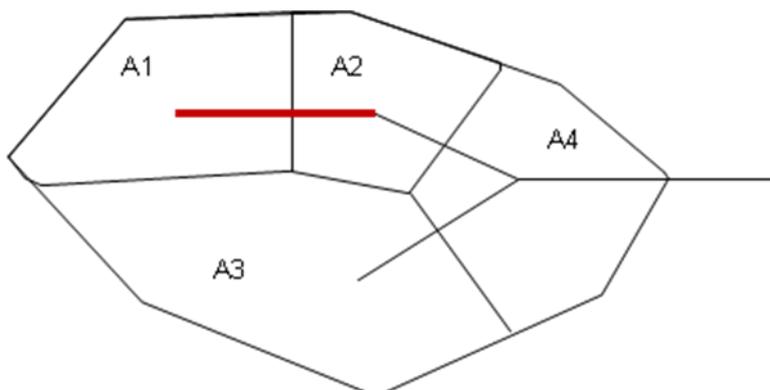
Les bv 12 et 3 sont en parallèle et donnent le bv 123

Les bv 123 et 4 sont en série et donnent 1234

Pour tous ces bv il faut calculer C_{eq} , A_{eq} , I_{eq} et E_{eq} en se basant sur le tableau suivant :

	A_{eq}	C_{eq}	I_{eq}	E_{eq}
série	$\sum A_j$	$\frac{\sum C_j A_j}{\sum A_j}$	$\left[\frac{\sum L_j}{\sum \frac{L_j}{\sqrt{I_j}}} \right]^{-1}$	$\frac{\sum L_j}{\sqrt{\sum A_j}}$
Parallèle	$\sum A_j$	$\frac{\sum C_j A_j}{\sum A_j}$	$\frac{\sum I_j Q_{pj}}{\sum Q_{pj}}$	$\frac{L(Q_{pjmax})}{\sqrt{\sum A_j}}$

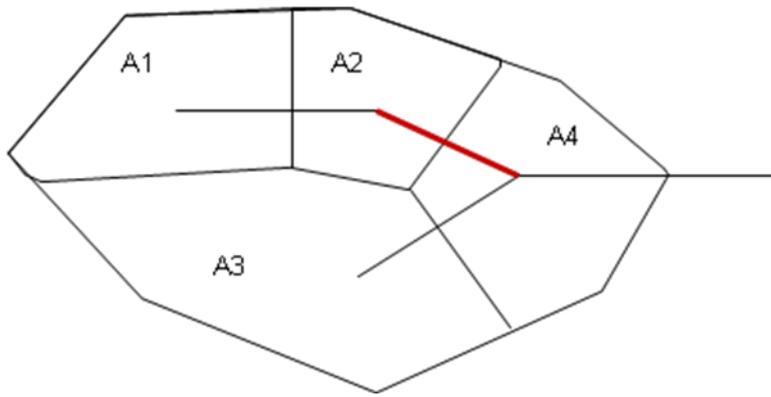
1- Dimensionnement de la conduit 1



$$Q_{p,E=2} = 1.601 * I^{0.27} * C^{1.19} * A^{0.80} = 1.601 * 0.5^{0.27} * 0.6^{1.19} * 9^{0.8} = 4.193$$

$$E_{eq} = 1.2 \text{ et donc } Q_p = 4.907 \text{ m}^3/\text{s}$$

2- Dimensionnement de la conduit 2



Dans ce cas, on met en série les bassins A1 et A2 et on applique :

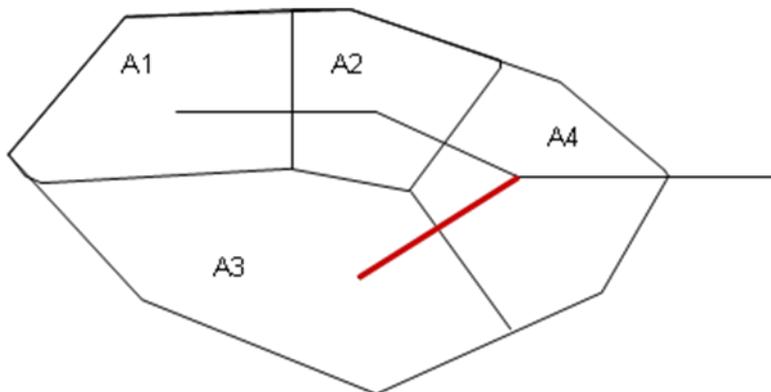
$$A_{eq} = A_1 + A_2$$

$$C_{eq} = \frac{(C_1 \cdot A_1 + C_2 \cdot A_2)}{A_1 + A_2}$$

$$I_{eq} = \left[\frac{L_1 + L_2}{\frac{L_1}{\sqrt{I_1}} + \frac{L_2}{\sqrt{I_2}}} \right]^2$$

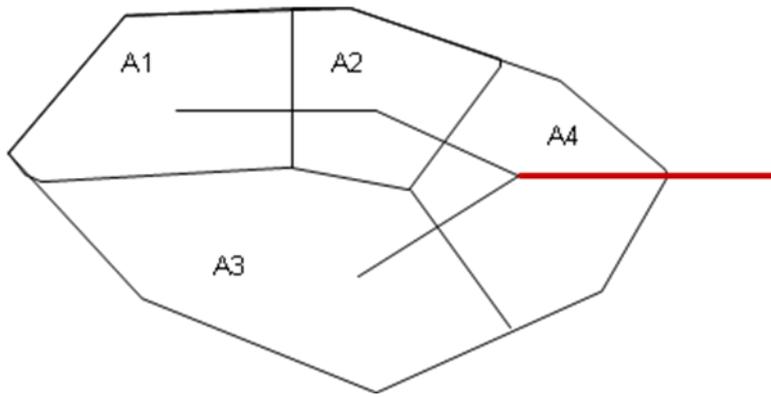
$$E_{eq} = \frac{L_1 + L_2}{\sqrt{A_1 + A_2}}$$

3- Dimensionnement de la conduit 3



Comme pour la conduite 1

4- Dimensionnement de la conduit 4



Pour cette conduite, on a besoin de mettre en série le bassin A123 et le bassin A4. Or le bassin A123 est composé du bassin A12 et A3 disposés en parallèle.

Bassin A123

$$A_{eq} = A_{12} + A_3$$

$$C_{eq} = \frac{(C_{12} \cdot A_{12} + C_3 \cdot A_3)}{A_{12} + A_3}$$

$$I_{eq} = \frac{I_{12} \cdot Q_{12} + I_3 \cdot Q_3}{Q_{12} + Q_3}$$

$$E_{eq} = \frac{L_3}{A_{12} + A_3}$$

Attention : De ce fait, la longueur équivalente de ce bassin n'est pas le plus long chemin hydraulique, mais la longueur de la conduite ayant donné le plus fort débit. Il convient d'en tenir compte quand on calcule I_{eq} et E_{eq} des bassins A123 et A4 mis en série.

La conduite 4 est alimentée par le bassin A4 mais aussi par les débits de pointes des deux branches (A123 et A3). Si on considère que les débits de pointes arrivent en même temps on sur dimensionne la conduite 4. Comme les deux débits de pointes ont une faible probabilité d'arriver en même temps, on considère le cas le plus défavorable (le bassin qui donne le plus fort débit).

Bassin A1234

$$A_{eq} = A_{123} + A_4$$

$$C_{eq} = \frac{(C_{123} \cdot A_{123} + C_4 \cdot A_4)}{A_{123} + A_4}$$

$$I_{eq} = \left[\frac{L_3 + L_4}{\frac{L_3}{\sqrt{I_3}} + \frac{L_4}{\sqrt{I_4}}} \right]^2$$

$$E_{eq} = \frac{L_3 + L_4}{\sqrt{A_3 + A_4}}$$

Le résultat final est résumé dans le tableau suivant.

Bassins	Aeq	Ceq	leq	Eeq	Qp,E=2 m3/s	m	Qp m3/s
1	9	0,6	0,5	4,2	1,2	1,2	4,9
12	16	0,6	0,5	1,8	6,6	1,0	6,9
3	15	0,6	0,5	6,3	0,9	1,3	8,1
123	31	0,6	0,5	0,6	11,3	1,4	16,3
1234	51	0,6	0,4	1,0	16,3	1,3	20,4