

Université Chahid Mustapha Ben Boulaid Batna 2

Faculté de Technologie

Département d'Hydraulique

Module : Distribution et Collecte des Eaux Urbaines

Chargé du Module : Mr KHELIF Abdelkrim

TD Destiné

Aux Étudiants Master 2 Option Hydraulique Urbaine

Semestre 3



Chapitre V : Calcul des Débits D'eaux Pluviales en Milieu Urbain.

TDN°3 : CALCUL DES DÉBITS D'EAUX PLUVIALES EN MILEU URBAIN

EXERCICE N°1 :

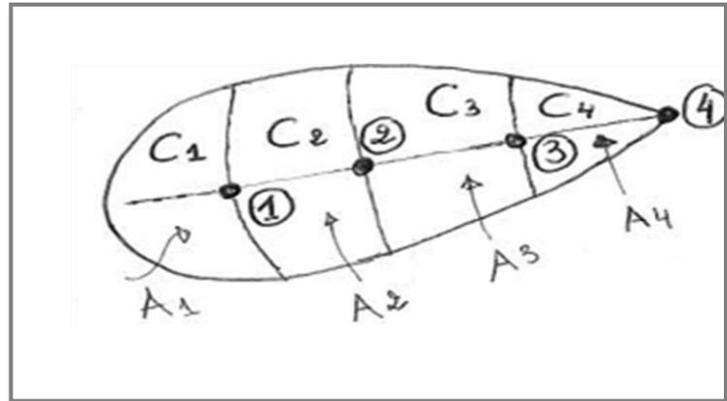
Déterminer le coefficient de ruissellement « C_{eq} », équivalent du bassin versant dont les caractéristiques sont :

$$C_1 = 0.20 ; A_1 = 2\text{ha} ;$$

$$C_2 = 0.3 ; A_2 = 1.5\text{ha} ;$$

$$C_3 = 0.05 ; A_3 = 1.8\text{ha} ;$$

$$C_4 = 0.10 ; A_4 = 2.5\text{ha}.$$

**SOLUTION N°1 :**

Au point 1 : $C = C_1 = 0.20 ;$

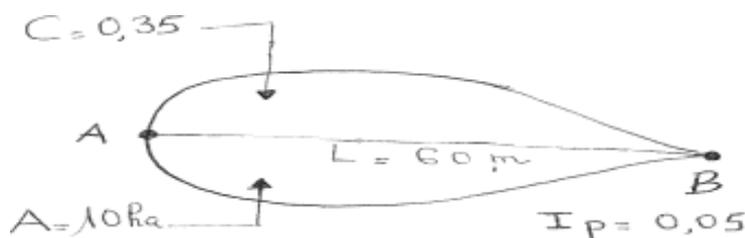
Au point 2 : $C = \frac{C_1 \cdot A_1 + C_2 \cdot A_2}{A_1 + A_2} = \frac{0.20 \cdot 2 + 0.3 \cdot 1.5}{2 + 1.5} = 0.24 ;$

Au point 3 : $C = \frac{C_1 A_1 + C_2 A_2 + C_3 A_3}{A_1 + A_2 + A_3} = \frac{0.2 \cdot 2 + 0.3 \cdot 1.5 + 0.05 \cdot 1.8}{2 + 1.5 + 1.8} = 0.18 ;$

Au point 4 : $C = \frac{C_1 \cdot A_1 + C_2 \cdot A_2 + C_3 \cdot A_3 + C_4 \cdot A_4}{A_1 + A_2 + A_3 + A_4} = \frac{0.2 \cdot 2 + 0.3 \cdot 1.5 + 0.05 \cdot 1.8 + 0.1 \cdot 2.5}{2 + 1.5 + 1.8 + 2.5} = 0.15$

EXERCICE N°2 :

Soit un bassin versant de superficie **10 ha**, de coefficient de ruissellement égal à **0.35** et de longueur **60 m**.



Quel est le débit de ruissellement sachant que l'intensité de la pluie est donnée par :

$i_M(\text{mm/h}) = \frac{5230}{t_c(\text{min}) + 30}$; La pente du chemin hydraulique principal $I_p = 0.05$ et le coefficient d'abattement spatial de la pluie $K = 1$.

SOLUTION N°2 :

Calcul du temps de concentration du bassin versant :

$$t_c = t_3 = \frac{L}{11 \cdot \sqrt{I_p}} = \frac{60}{11 \cdot \sqrt{0.05}} = 24.39 \text{ mn} \approx 24 \text{ mn} ;$$

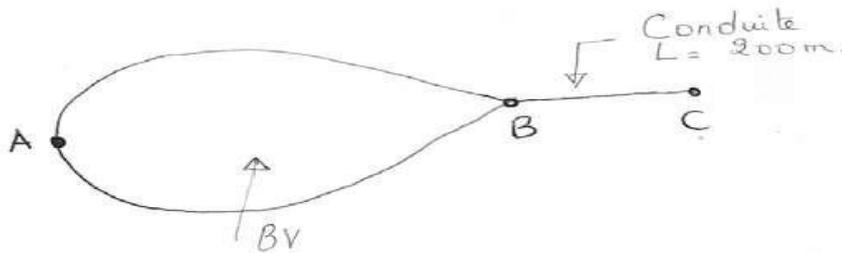
$$i_M (\text{mm/h}) = \frac{5230}{t_c + 30} = \frac{5230}{24 + 30} = 96.85 ;$$

Enfin on peut calculer $Q_P (\text{m}^3/\text{s})$, en utilisant la formule rationnelle :

$$Q_P(B) = C \cdot i(t_c) \cdot A = 0.35 \cdot 96.85 \cdot \frac{10^{-3}}{3600} \cdot 10^5 = 0.94 \text{ m}^3 / \text{s}$$

EXERCICE N°3 :

Le débit de l'exercice 2 est transité par une conduite de longueur, $L = 200\text{m}$. Quel est le débit à la fin de la conduite ?

**SOLUTION N°3 :**

Pour ce cas de collecte et d'évacuation des eaux pluviales d'un bassin versant dans une conduite placée à son exutoire (point B), et s'étend sur une longueur de 200m, le temps de concentration est donné par la formule suivante :

$$t_c = t_2 + t_3 = \frac{L}{60 \cdot V} + \frac{L}{11 \cdot \sqrt{I_p}} ; \text{ Avec } V : \text{ Vitesse prise égale à } 1\text{m/s}$$

$$t_c = \frac{200}{60 \cdot 1} + \frac{200}{11 \cdot \sqrt{0.05}} = 3.33 + 24.39 = 27.72 \approx 28 \text{ min} ;$$

Calcul de l'intensité moyenne maximale qui correspond au temps de concentration t_c :

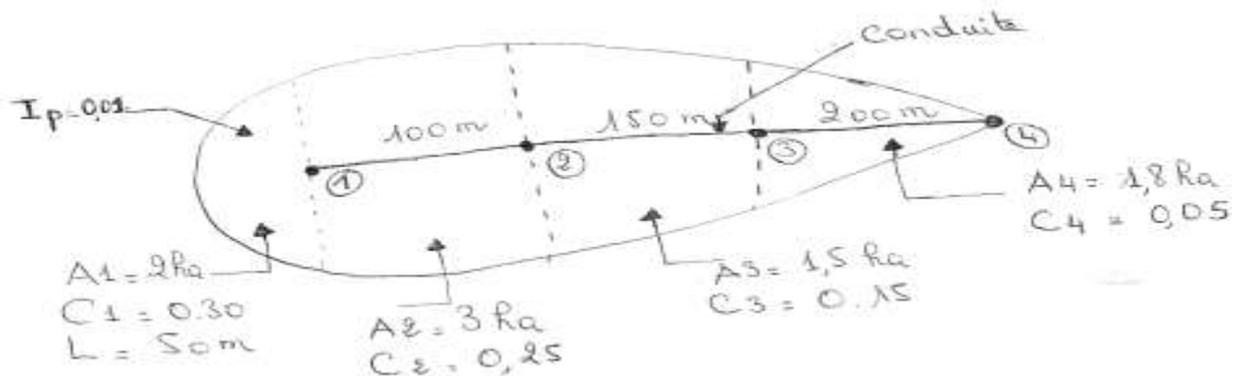
$$i_M = \frac{5230}{t_c + 30} = \frac{5230}{28 + 30} = 90.17 \text{ mm / h} ;$$

Enfin le débit de pointe donné par la formule rationnelle est d'une valeur :

$$Q_P(C) = C \cdot i(t_c) \cdot A = 0.35 \cdot \frac{90.17 \cdot 10^{-3}}{3600} \cdot 10^5 = 0.88 \text{ m}^3 / \text{s}.$$

EXERCICE N°4 :

La figure ci-dessous, présente un bassin versant urbanisé doté d'un coefficient d'abattement spatial de la pluie $K=1$.



On donne : Au point 1 : $t_c = t_1 = I_p^{-4/11}$ Avec $I_p = 0.01 \text{ m/m}$ et t_1 : Temps mis par l'eau pour atteindre le premier ouvrage d'engouffrement

Aux points 2,3 et 4 : $t_c = t_1 + t_2 = I_p^{-4/11} + \frac{L}{60 \cdot V}$

SOLUTION N°4 :

• Au point 1 :

$$t_c = t_1 = I_p^{-4/11} = 0.01^{-4/11} = 5.34 \text{ min ;}$$

$$C = C_1 = 0.30 ;$$

$$A = A_1 = 2 \text{ ha} = 2 \cdot 10^4 \text{ m}^2 ;$$

$$i_M(\text{mm/h}) = \frac{5230}{t_c + 30} = \frac{5230}{5.34 + 30} = \frac{5230}{35.34} = 147.99 ;$$

$$Q_P(1) = C \cdot i \cdot A = 0.30 \cdot 147.99 \cdot \frac{10^{-3}}{3600} \cdot 2 \cdot 10^4 = 0.247 \text{ m}^3 / \text{s}$$

• Au point 2 :

$$t_c = t_1 + t_2 = I_p^{-4/11} + \frac{L_{1-2}}{60 \cdot V} = 5.34 + \frac{100}{60 \cdot 1} = 5.34 + 1.67 = 7.01 \text{ mn ;}$$

$$i_M(\text{mm/h}) = \frac{5230}{7.01 + 30} = 141.31 ;$$

$$A = A_1 + A_2 = 2 + 3 = 5 \text{ ha ;}$$

$$C = \frac{C_1 \cdot A_1 + C_2 \cdot A_2}{A_1 + A_2} = \frac{0.3 \cdot 2 + 0.25 \cdot 3}{2 + 3} = 0.27 ;$$

$$Q_P(2) = C \cdot i \cdot A = 0.27 \cdot 141.31 \cdot \frac{10^{-3}}{3600} \cdot 5 \cdot 10^4 = 0.53 \text{ m}^3 / \text{s}$$

• Au point 3 :

$$t_c = t_1 + t_2 = I_P^{-4/11} + \frac{L_{1-3}}{60 \cdot V} = 5.34 + \frac{250}{60 \cdot 1} = 5.34 + 4.17 = 9.51 \text{ mn} ;$$

$$i_M(\text{mm/h}) = \frac{5230}{9.51+30} = 132.37 ;$$

$$A = A_1 + A_2 + A_3 = 2 + 3 + 1.5 = 6.5 \text{ ha} ;$$

$$C = \frac{C_1 \cdot A_1 + C_2 \cdot A_2 + C_3 \cdot A_3}{A_1 + A_2 + A_3} = \frac{0.3 \cdot 2 + 0.25 \cdot 3 + 0.15 \cdot 1.5}{2 + 3 + 1.5} = 0.24 ;$$

$$Q_P(3) = C \cdot i \cdot A = 0.24 \cdot 132.37 \cdot \frac{10^{-3}}{3600} \cdot 6.5 \cdot 10^4 = 0.57 \text{ m}^3 / \text{s} .$$

• Au point 4 :

$$t_c = t_1 + t_2 = I_P^{-4/11} + \frac{L_{1-4}}{60 \cdot V} = 5.34 + \frac{450}{60 \cdot 1} = 5.34 + 7.5 = 12.84 \text{ mn} ;$$

$$i_M(\text{mm/h}) = \frac{5230}{12.84+30} = 122.08 ;$$

$$A = A_1 + A_2 + A_3 + A_4 = 2 + 3 + 1.5 + 1.8 = 8.3 \text{ ha} ;$$

$$C = \frac{C_1 \cdot A_1 + C_2 \cdot A_2 + C_3 \cdot A_3 + C_4 \cdot A_4}{A_1 + A_2 + A_3 + A_4} = \frac{0.3 \cdot 2 + 0.25 \cdot 3 + 0.15 \cdot 1.5 + 0.05 \cdot 1.8}{2 + 3 + 1.5 + 1.8} = 0.2 ;$$

$$Q_P(4) = C \cdot i \cdot A = 0.20 \cdot 122.08 \cdot \frac{10^{-3}}{3600} \cdot 8.3 \cdot 10^4 = 0.56 \text{ m}^3 / \text{s} .$$

Tableau récapitulatif des résultats

Point N°	A (ha)	C	t _c (mn)	i _M (mm/h)	Q _P (m ³ /s)
1	2	0,30	5,34	147,99	0,247
2	5	0,27	7,01	141,35	0,53
3	6,5	0,24	9,51	132,38	0,57
4	8,3	0,20	12,84	122,08	0,56

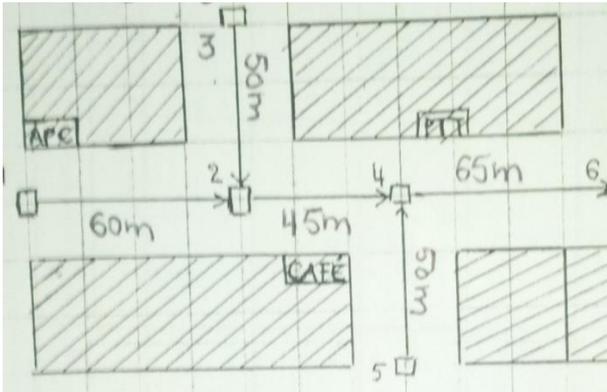
EXERCICEN°5 :

Soit le quartier doté des caractéristiques suivantes :

Un coefficient de ruissellement $C = 0.5$, le coefficient de variation $C_v = 0.37$, le coefficient d'abattement spatial de la pluie $K = 1$, la variable de Gauss $\mu = 1.282$, l'exposant climatique, $b = 0.3$, et $P_{j\max} = 60 \text{ mm}$.

1/ Déterminer l'équation de l'intensité de la pluie en fonction du temps de concentration t_c ?

2/ Calculer les débits pluviaux de pointe pour chaque tronçon ?

SOLUTION N°5 :

1/Détermination de l'équation de l'intensité de la pluie en fonction du temps de concentration t_c :

- Calcule de la pluie journalière maximale fréquentielle $P_{jmax} \%$:

$$P_{jmax} \% = P_{jmax} \cdot e^{\mu \left(\sqrt{\ln(C_V^2 + 1)} \right)} / \sqrt{C_V^2 + 1}$$

$$P_{jmax} \% = 60 \cdot e^{1.282 \left(\sqrt{\ln(0.37^2 + 1)} \right)} / \sqrt{0.37^2 + 1} = 89.07 mm$$

- Calcule de la pluie de courte durée $P_{t_c} \%$:

$$P_{t_c} \% = P_{jmax} \% \cdot \left(\frac{t_c}{24 \cdot 60} \right)^b$$

$$P_{t_c} \% = 89.07 \cdot \left(\frac{t_c}{1440} \right)^{0.3} = 10.05 \cdot t_c^{0.3}$$

- Calcule de l'intensité en fonction de t_c :

$$i = \left(\frac{P_{t_c} \%}{t_c} \right) \cdot 166.667 \text{ (l/s/ha)}$$

$$i = \left(\frac{10.05 \cdot t_c^{0.3}}{t_c} \right) \cdot 166.667 = 1675 \cdot t_c^{-0.7}$$

2/ Calcul des débits de pointes des eaux pluviales pour chaque tronçon :

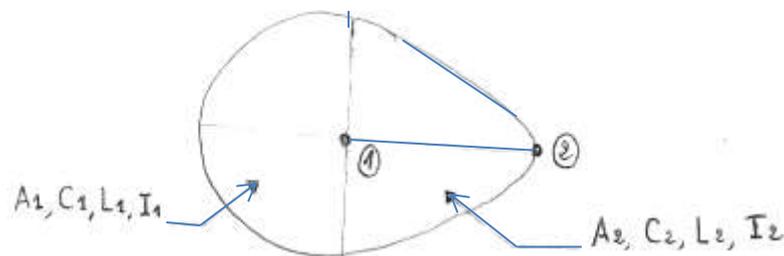
Pour effectuer ces calculs on dispose des relations suivantes :

- $t_c = t_1 + t_2$ avec $t_2 = L / 60 \cdot V$; $Q_{propre} = K \cdot C \cdot i \cdot A_p$; $Q_{Pcum} = Q_{propre} + Q_{transité}$

N°	Tr	L m	V m/s	t ₁ min	t ₂ min	t _c min	i (l/s/ha)	K	C	A _p (ha)	Q _{propre} (l/s)	Q _{transité} (l/s)	Q _{Pcum} (l/s)
1	1-2	60	1	5	1	6	477.8691	1	0.5	0.5	119.4673	0	119.4673
2	3-2	50	1	5	0.83	5.83	487.5811			0.5	121.8953	0	121.8953
3	2-4	45	1	6	0.75	6.75	440.0502			1.5	330.0377	121.8953	451.933
4	5-4	50	1	5	0.83	5.83	487.5811			1	243.7906	0	243.7906
5	4-6	65	1	6.75	1.08	7.83	396.6264			2.5	495.783	451.933	947.716

EXERCICEN°6 :

Soit la figure ci-dessous, présente un assemblage (groupement), de deux bassins élémentaires en série. Trouvez les valeurs équivalentes des paramètres suivants : A, C, I et M.

**SOLUTION N°6 :**

Calcul des paramètres équivalents :

• Au point 1 :

- Surface équivalente : $A_{eq} = A_1$;
- Coefficient de ruissellement équivalent : $C_{eq} = C_1$;
- Pente moyenne équivalente : $I_{eq} = I_1$;

- Allongement du bassin : $M_{eq} = \frac{L_1}{\sqrt{A_1}}$

• Au point 2 :

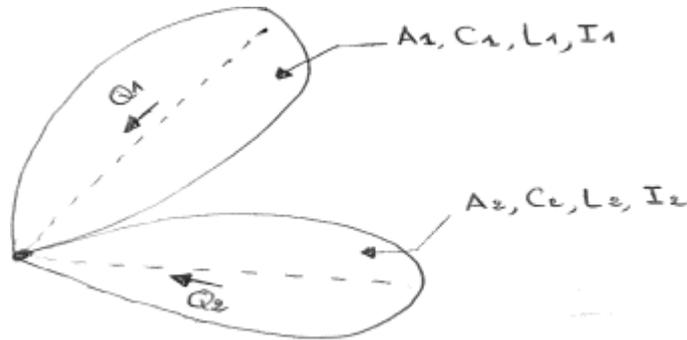
- Surface équivalente : $A_{eq} = A_1 + A_2$;
- Coefficient de ruissellement équivalent : $C_{eq} = \frac{C_1 \cdot A_1 + C_2 \cdot A_2}{A_1 + A_2}$;

- Pente moyenne équivalente : $I_{eq} = \left[\frac{L_1 + L_2}{\frac{L_1}{\sqrt{I_1}} + \frac{L_2}{\sqrt{I_2}}} \right]^2$;

- Allongement équivalent : $M_{eq} = \frac{L_1 + L_2}{\sqrt{A_1 + A_2}}$

EXERCICE N°7 :

Soit la figure ci-dessous, présente un assemblage (groupement), de deux bassins élémentaires en parallèle. Trouvez les valeurs équivalentes des paramètres suivants : A, C, I et M.



SOLUTION N°7 :

- Surface équivalente : $A_{eq} = A_1 + A_2$;
- Coefficient de ruissellement équivalent : $C_{eq} = \frac{C_1 \cdot A_1 + C_2 \cdot A_2}{A_1 + A_2}$;
- Pente moyenne équivalente : $I_{eq} = \frac{I_1 \cdot Q_{P1} + I_2 \cdot Q_{P2}}{Q_{P1} + Q_{P2}}$;
- Allongement équivalent : $M_{eq} = \frac{L(Q_{Pj}^{max})}{\sqrt{A_1 + A_2}}$

EXERCICE N°8 :

Soit un collecteur composé de trois tronçons :

$L_1 = 100\text{m}$ et $I_1 = 0.01\text{m/m}$; $L_2 = 150\text{m}$ et $I_2 = 0.025\text{m/m}$; $L_3 = 200\text{m}$ et

$I_3 = 0.005\text{m/m}$.

Calculer la valeur de la pente moyenne le long du développement hydraulique ?

SOLUTION N°8 :

La valeur de la pente moyenne sur le développement : $L = L_1 + L_2 + L_3 = 100 + 150 + 200 = 450\text{m}$

$$I_{eq} = \left[\frac{\sum L_i}{\sum \frac{L_i}{\sqrt{I_i}}} \right]^2 = \left[\frac{L_1 + L_2 + L_3}{\frac{L_1}{\sqrt{I_1}} + \frac{L_2}{\sqrt{I_2}} + \frac{L_3}{\sqrt{I_3}}} \right]^2 = \left[\frac{100 + 150 + 200}{\frac{100}{\sqrt{0.01}} + \frac{150}{\sqrt{0.025}} + \frac{200}{\sqrt{0.005}}} \right]^2 = 0.00887\text{m / m}$$

Si l'on compare avec le résultat qu'on aurait obtenu en utilisant la pratique antérieure :

$$I_{\text{moy}}^* = \frac{(100 \cdot 0.01) + (150 \cdot 0.025) + (200 \cdot 0.005)}{100 + 150 + 200} = 0.01278 \text{ m / m}$$

On constate que la valeur I_{eq} , obtenue par application de la nouvelle formulation, plus hydraulique, est sensiblement inférieure à I_{moy}^*

EXERCICE N°9 :

Soit un nœud N, où convergent les tronçons suivants chacun de caractéristiques homogènes :

- Tronçon NM_1 : $I_1 = 0.0152$ et $Q_{P1} = 0.750 \text{ m}^3 / \text{s}$;
- Tronçon NM_2 : $I_2 = 0.04$ et $Q_{P2} = 1.425 \text{ m}^3 / \text{s}$

Calculer la valeur de la pente moyenne équivalente à appliquer sur le cheminement NM_2 , par lequel transite le plus fort débit ?

SOLUTION N°9 :

La valeur de la pente moyenne équivalente est :

$$I_{\text{eq moy}} = \frac{\sum I_i \cdot Q_{Pi}}{\sum Q_{Pi}} = \frac{(0.0152 \cdot 0.750) + (0.04 \cdot 1.425)}{0.750 + 1.425} = 0.03145 \text{ m / m}$$

EXERCICE N°10 :

Déterminer la formule de Caquot pour le débit décennal pour les régions suivantes :

Coefficients de Montana pour T=10 ans	Région Parisienne	Alger
a	5,9	4
b	-0,59	-0,5

On donne : $\mu = 0.50$, $c = -0.41$, $d = 0.507$, $f = -0.287$, $\beta + \delta = 1.1$ et $\varepsilon = 0.05$

SOLUTION N°10 :

La formule de Caquot est :

$$Q_{P(F)} = \left[\frac{a(F) \cdot \mu^{b(F)}}{6(\beta + \delta)} \right]^{1-b(F) \cdot f} \cdot C^{\frac{1}{1-b(F) \cdot f}} \cdot I^{\frac{b(F) \cdot c}{1-b(F) \cdot f}} \cdot A^{\frac{[b(F) \cdot d] + (1-\varepsilon)}{1-b(F) \cdot f}}$$

- Détermination du débit de pointe donné par Caquot pour la région parisienne :

$$Q_{P(F)} = \left[\frac{5.9 \cdot 0.5^{-0.59}}{6(1.1)} \right]^{1+0.59 \cdot (-0.287)} \cdot C^{\frac{1}{1+0.59 \cdot (-0.287)}} \cdot I^{\frac{0.59 \cdot 0.41}{1+0.59 \cdot (-0.287)}} \cdot A^{\frac{[-0.59 \cdot 0.507] + (1-0.05)}{1+0.59 \cdot (-0.287)}}$$

$$Q_P = 1.430 \cdot C^{1.20} \cdot I^{0.29} \cdot A^{0.78}$$

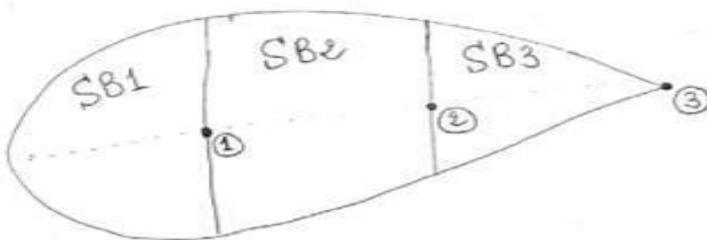
- Détermination du débit de pointe donné par Caquot pour la région d'Alger :

$$Q_{P(F)} = \left[\frac{4 \cdot 0.5^{-0.5}}{6(1.1)} \right]^{\frac{1}{1+0.5 \cdot (-0.287)}} \cdot C^{\frac{1}{1+0.5 \cdot (-0.287)}} \cdot I^{\frac{0.5 \cdot 0.41}{1+0.5 \cdot (-0.287)}} \cdot A^{\frac{[-0.5 \cdot 0.507] + (1-0.05)}{1+0.5 \cdot (-0.287)}}$$

$$Q_{P(F)} = 0.372 \cdot C^{1.17} \cdot I^{0.24} \cdot A^{0.81}$$

EXERCICE N°11 :

Soit les sous-bassins dont les caractéristiques sont illustrés dans le tableau suivant :



	Bassin B ₁	Bassin B ₂	Bassin B ₃
Superficie	A ₁ = 15ha	A ₂ =28ha	A ₃ =20ha
Longueur	L ₁ =500m	L ₂ =830m	L ₃ =740m
Coefficient de ruissellement	C ₁ =0.40	C ₂ =0.60	C ₃ =0.80
Pente	I ₁ = 0.03	I ₂ =0.05	I ₃ =0.06

Déterminer les débits d'eau pluviale Q_{Pi} , aux points 1, 2, 3 en utilisant la formule de Caquot pour la région Parisienne déterminée dans l'exercice 10

SOLUTION N°11 :

Détermination des débits pluviaux en utilisant la formule pour la région parisienne :

$$Q_P = 1.430 \cdot C^{1.20} \cdot I^{0.29} \cdot A^{0.78}$$

Au point 1 : $C = C_1 = 0.40$; $A = A_1 = 15\text{ha} = 15 \cdot 10^4\text{m}^2$; $I = I_1 = 0.03\text{m} / \text{m}$

$$Q_{P(1)} = 1.430 \cdot 0.4^{1.20} \cdot 0.03^{0.29} \cdot 15^{0.78} = 1.424\text{m}^3 / \text{s}$$

Au point 2 : $C = \frac{C_1 \cdot A_1 + C_2 \cdot A_2}{A_1 + A_2} = \frac{0.4 \cdot 15 + 0.6 \cdot 28}{15 + 28} = 0.53$; $A = 15 + 28 = 43\text{ha}$;

$$I_{eq} = \left[\frac{\sum L_i}{\sum \frac{L_i}{\sqrt{I_i}}} \right]^2 = \left[\frac{500 + 830}{\frac{500}{\sqrt{0.03}} + \frac{830}{\sqrt{0.05}}} \right]^2 = 0.041 \text{ m / m}$$

$$Q_p(2) = 1.430 \cdot 0.53^{1.2} \cdot 0.041^{0.29} \cdot 43^{0.78} = 4.97 \text{ m}^3 / \text{s}$$

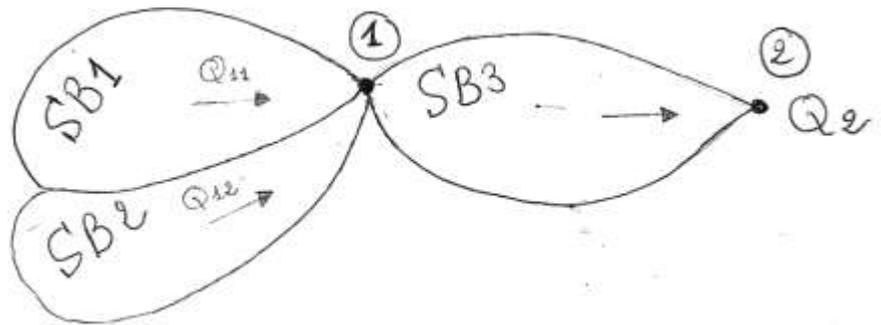
Au point 3 : $C = \frac{0.4 \cdot 15 + 0.6 \cdot 28 + 0.8 \cdot 20}{15 + 28 + 20} = 0.62$; $A = 15 + 28 + 20 = 63 \text{ ha}$;

$$I_{eq} = \left[\frac{500 + 830 + 740}{\frac{500}{\sqrt{0.03}} + \frac{830}{\sqrt{0.05}} + \frac{740}{\sqrt{0.06}}} \right]^2 = 0.046 \text{ m / m}$$

$$Q_p(3) = 1.430 \cdot 0.62^{1.2} \cdot 0.046^{0.29} \cdot 63^{0.78} = 8.35 \text{ m}^3 / \text{s}$$

EXERCICE N°12 :

Soit les bassins versants suivants :



Les caractéristiques des bassins sont données dans le tableau suivant :

	Bassin B ₁	Bassin B ₂	Bassin B ₃
Superficie	A ₁ = 10ha	A ₂ =6ha	A ₃ =15ha
Longueur	L ₁ =500m	L ₂ =330m	L ₃ =400m
Coefficient de ruissellement	C ₁ =0.50	C ₂ =0.70	C ₃ =0.40
Pente	I ₁ = 0.04	I ₂ =0.03	I ₃ =0.02

Déterminer les débits au point 1 et 2 en utilisant la formule de la région Parisienne déterminée dans l'exercice 10 ?

SOLUTION N°12 :

La formule qui sert au calcul du débit de pointe pour la région parisienne est :

$$Q_p = 1.430 \cdot C^{1.20} \cdot I^{0.29} \cdot A^{0.78}$$

En première étape on doit calculer les apports de débits de pointes engendrés par les bassins versants élémentaires 1 et 2, qui sont groupés (assemblés), en parallèles :

$$\text{Donc : } Q_{11} = 1.430 \cdot C_1^{1.2} \cdot I_1^{0.29} \cdot A_1^{0.78} = 1.43 \cdot 0.5^{1.2} \cdot 0.04^{0.29} \cdot 10^{0.78} = 1.48 \text{ m}^3 / \text{s}$$

$$Q_{12} = 1.43 \cdot C_2^{1.2} \cdot I_2^{0.29} \cdot A_2^{0.78} = 1.43 \cdot 0.7^{1.2} \cdot 0.03^{0.29} \cdot 6^{0.78} = 1.36 \text{ m}^3 / \text{s}$$

En 2^{ème} étape c'est de calculer le débit au point 1 :

$$C = \frac{C_1 \cdot A_1 + C_2 \cdot A_2}{A_1 + A_2} = \frac{0.5 \cdot 10 + 0.7 \cdot 6}{10 + 6} = 0.58$$

Calcul de la pente moyenne équivalente selon le chemin hydraulique le plus long :

$$I_{eq} = \frac{I_1 \cdot Q_{11} + I_2 \cdot Q_{12}}{Q_{11} + Q_{12}} = \frac{0.04 \cdot 1.48 + 0.03 \cdot 1.36}{1.48 + 1.36} = 0.035 \text{ m} / \text{m}$$

$$A = A_1 + A_2 = 10 + 6 = 16 \text{ ha}$$

$$\text{D'où : } Q_p(1) = 1.43 \cdot C^{1.2} \cdot I^{0.29} \cdot A^{0.78} = 1.43 \cdot 0.58^{1.2} \cdot 0.035^{0.29} \cdot 16^{0.78} = 2.45 \text{ m}^3 / \text{s}$$

En dernière étape on calcule le débit de pointe au point 2, en prenant en compte que le bassin équivalent (BV₁₂), est groupé en série avec le bassin BV₃ :

$$C = \frac{C_1 \cdot A_1 + C_2 \cdot A_2 + C_3 \cdot A_3}{A_1 + A_2 + A_3} = \frac{0.5 \cdot 10 + 0.7 \cdot 6 + 0.4 \cdot 15}{10 + 6 + 15} = 0.49$$

$$A = 10 + 6 + 15 = 31 \text{ ha}, L_{123} = L_1 + L_3 = 500 + 400 = 900 \text{ m}$$

$$I = \left[\frac{L_{123}}{\frac{L_1}{\sqrt{I_{eq}}} + \frac{L_3}{\sqrt{I_3}}} \right]^2 = \left[\frac{900}{\frac{500}{\sqrt{0.035}} + \frac{400}{\sqrt{0.02}}} \right]^2 = 0.027 \text{ m} / \text{m}$$

Enfin le débit de pointe au point 2 :

$$Q_p(2) = 1.43 \cdot 0.49^{1.2} \cdot 0.027^{0.29} \cdot 31^{0.78} = 3.10 \text{ m}^3 / \text{s}$$

EXERCICE N°13 :

Soit un bassin versant urbanisé d'une surface totale de 5ha, dont les caractéristiques principales sont :

- Les surfaces imperméabilisées qui diffusent sur le bassin : **A₁ = 2ha, A₂ = 0.1ha, A₃ = 0.3ha et A₄ = 0.1ha.**
- La longueur totale du tronçon tête du réseau égale à 181.5m,
- La pente moyenne est : **I = 0.008m/m.**

1/ Calculer le coefficient de ruissellement **C** ?

2/ Calculer le débit de pointe brute correspondant pour la région parisienne, et $T=10$ ans, $a(F)=5.9$ et $b(F)=-0.59$:

$$Q_{Pbrute} = 1.430 \cdot C^{1.20} \cdot I^{0.29} \cdot A^{0.78}$$

3/ Vérifier si le débit de pointe brute trouvé nécessite d'être corrigé comme suit :

$$Q_P = Q_{Pbrute} \cdot m$$

Avec m : Coefficient correcteur du débit ;

4/ Faites la correction du débit avec $m = (M/2)^{0.7b(F)}$.

5/ Calculer le temps de concentration correspondant au débit corrigé ?

$$(t_c = 0.5 \cdot I^{-0.41} \cdot A^{0.507} \cdot Q_{P(10)}^{-0.287}).$$

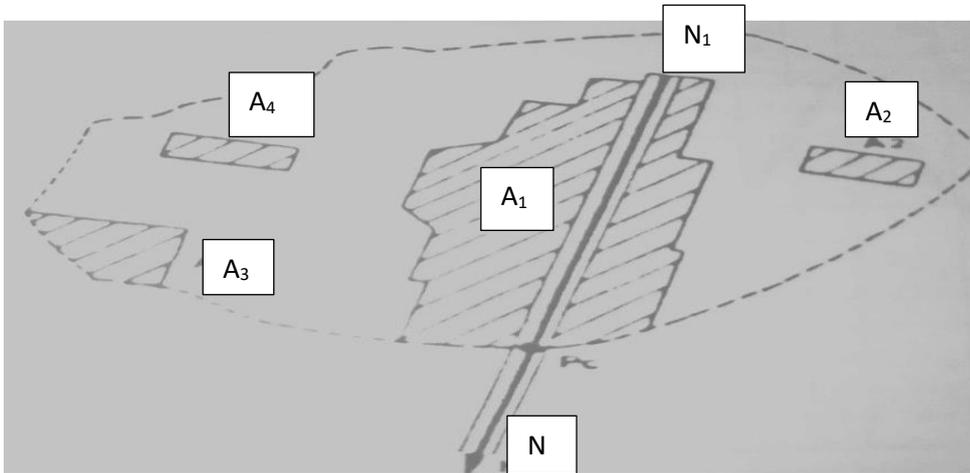


Fig. 1 : Schéma d'un bassin versant de tête de réseau

SOLUTION N°13 :

1/ Calcul du coefficient de ruissellement :

$$C = \frac{\sum A_{IMP}}{\sum A_i} = \frac{2.5}{5} = 0.5$$

2/ Calcul du débit de pointe brute correspondant à la région Parisienne, avec $T = 10$ ans :

$$Q_{Pbrute} = 1.43 \cdot C^{1.2} \cdot I^{0.29} \cdot A^{0.78} = 1.43 \cdot 0.5^{1.2} \cdot 0.008^{0.29} \cdot 5^{0.78} = 0.5385 \text{ m}^3 / \text{s}$$

3/ Vérification du débit de pointe brute s'il doit être corrigé. Pour cela il faut calculer le coefficient d'allongement M :

$$M = \frac{L}{\sqrt{\sum A_i}} = \frac{181.5}{\sqrt{50000}} = 0.81$$

$M \neq 2$ et supérieur à 0.8, donc le débit de pointe brute nécessite d'être corrigé comme suit :

$$Q_P = Q_{P\text{brute}} \cdot m$$

m : Coefficient correcteur du débit

4/ Faisant la correction du débit de pointe brute avec m :

$$m = \left(\frac{M}{2}\right)^{0.7 \cdot b} = \left(\frac{0.81}{2}\right)^{0.7 \cdot (-0.59)} = 1.45$$

$$Q_P = 0.5385 \cdot 1.45 = 0.781 \text{ m}^3 / \text{s}$$

5/ Calcul du temps de concentration (t_c), correspondant au débit corrigé :

$$t_c = 0.5 \cdot 0.008^{-0.41} \cdot 5^{0.507} \cdot 0.781^{-0.287} = 8.79 \text{ mn} \approx 9 \text{ mn}$$