

**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 III : Les Précipitations.**

**Chapitre III : Les Précipitations.****EXERCICE N°1 :**

Dans le but de construire un hyétogramme d'une pluie fictive dite pluie de projet à partir de la formule de MONTANA ; nous disposons des données suivantes :

- Durée de précipitation  $DP = 2$  heures ;
- Hyétogramme symétrique ;
- Intervalle de temps  $\Delta t = 20$  min ;
- Période de pluie intense centrée sur 1 heure, durée de pluie intense  $DM = 20$  min;
- Région II, période de retour  $T = 10$  ans       $a = 6,7$        $b = -0,55$

**SOLUTION N°1:**

Hauteur d'eau maximale précipitée pendant la durée de pluie intense :

$$H_M = i_M \cdot DM \quad \text{Avec : } i_M = a \cdot \Delta t^b \text{ Formule de Montana}$$

$$i_M = 6,7 \cdot 20^{-0,55} = 1,29 \text{ mm/mn} \quad \text{Donc : } H_M = 1,29 \cdot 20 = 25,8 \text{ mm}$$

Hauteur d'eau précipitée entre les instants 30 et 90min :

$$H(3\Delta t) = a \cdot (3\Delta t)^b \cdot (3\Delta t) = 6,7 \cdot (60)^{(1-0,55)} = 42,3 \text{ mm}$$

Hauteur d'eau précipitée entre les instants 30 et 50min, ou les instants 70 et 90min:

$$h_1 = [H(3\Delta t) - H_M] / 2 = (42,3 - 25,8) / 2 = 8,25 \text{ mm}$$

Hauteur d'eau précipitée entre les instants 10 et 110min :

$$H(5\Delta t) = a \cdot (5\Delta t)^b \cdot (5\Delta t) = 6,7 \cdot (100)^{(1-0,55)} = 53,2 \text{ mm}$$

Hauteur d'eau précipitée entre les instants 10 et 30min, ou les instants 90 et 110min :

$$h_2 = [H(5\Delta t) - H(3\Delta t)] / 2 = [53,2 - 42,3] / 2 = 5,45 \text{ mm}$$

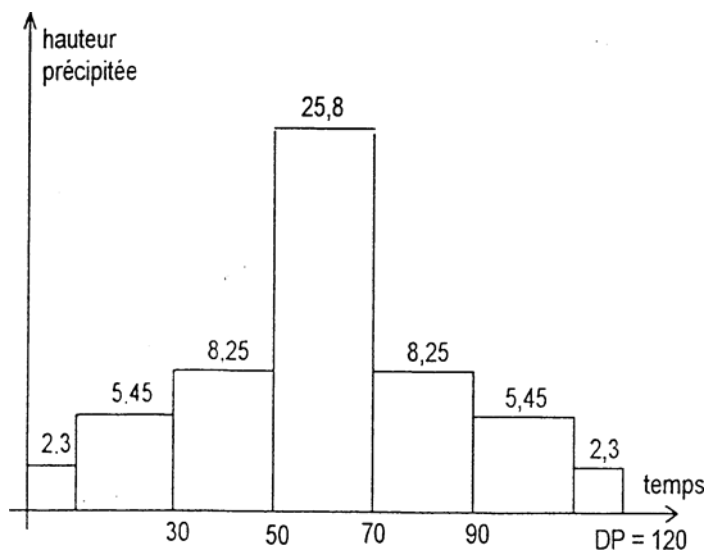
Hauteur d'eau totale précipitée entre les instants 0 et 120min :

$$H(6\Delta t) = a \cdot (6\Delta t)^b \cdot (6\Delta t) = 6,7 \cdot (120)^{(1-0,55)} = 57,8 \text{ mm}$$

Hauteur d'eau précipitée entre les instants 0 et 10 min et les instants 110 et 120 min :

$$h_3 = [(H(6\Delta t) - H(5\Delta t))] / 2 = (57,8 - 53,2) / 2 = 2,3 \text{ mm}$$

En appliquant la loi MONTANA, nous avons ainsi bâti une pluie fictive dite pluie de projet, discrétisée selon le pas de temps  $\Delta t = 20$  mn. Il est évident que nous aurions pu choisir un pas de temps  $\Delta t$  plus faible,  $\Delta t = 10$  mn par exemple qui correspond au temps de mesure d'un pluviographe, tout en gardant la même durée de pluie intense,  $DM = 20$  mn.



Hyétogramme d'une pluie

**EXERCICE N°2 :**

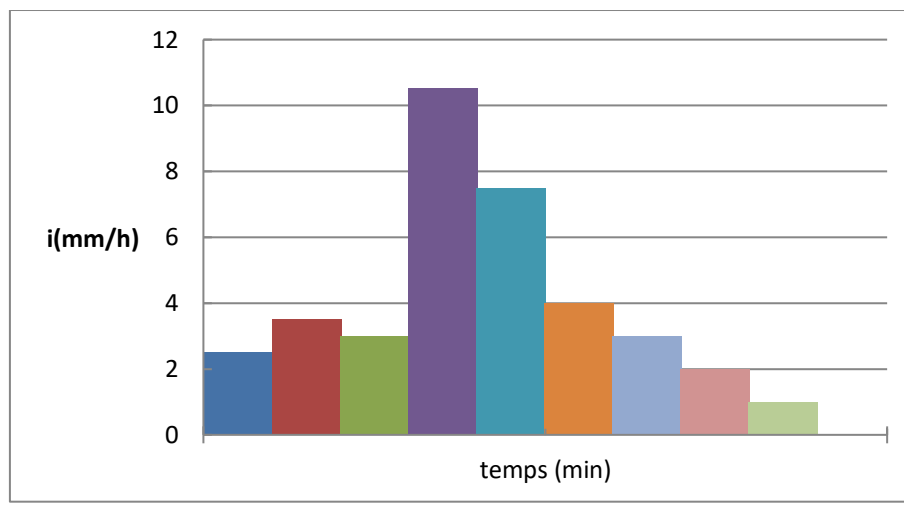
Dans une station équipée d'un pluviographe, nous avons relevé les mesures suivantes :

i(t) en mm/h	2.5	3.5	3	10.5	7.5	4	3	2	1	0
t (min)	6	12	18	24	30	36	42	48	54	60

- 1/ Dans le but d'analyser les mesures fournies par le pluviographe, tracer l'hyétogramme correspondant ?
- 2/ Trouver les valeurs maximales des hauteurs d'eau «H» mesurées sur la durée de la pluie ?
- 3/ A partir des couples de valeurs (t , H), calculer les intensités moyennes maximales ( $i_M$ ) pour chaque intervalle de temps ?
- 4/ Tracer la courbe intensité en fonction du temps :  $i_M = f(t)$  ?

**SOLUTION N°2 :**

Figure.1. Hyétogramme.



2/ Calcule des valeurs maximales des hauteurs d'eau précipitée **H** :

En inspectant les valeurs enregistrées par le pluviographe, on voit clairement que cet appareil affiche l'intensité chaque six minutes et la valeur maximale affichée égale à 10.5mm /h, atteinte après 24min de pluie. Donc nous avons :

$$10,5\text{mm} \longrightarrow 60\text{min} \quad \left. \begin{array}{l} \\ \\ \\ \end{array} \right\} H_1 = (10,5 \cdot 6)/60 = 1,05 \text{ mm}$$

$$H_1 \text{ mm} \longrightarrow 6 \text{ min}$$

$$7,5 \text{ mm} \longrightarrow 60 \text{ min} \quad \left. \begin{array}{l} \\ \\ \\ \end{array} \right\} X = (7,5 \cdot 6)/60 = 0,75\text{mm}$$

$$X \text{ mm} \longrightarrow 6\text{min}$$

$$\text{Donc } H_2 = 1.05 + 0.75 = 1.80\text{mm}$$

$$4\text{mm} \longrightarrow 60\text{min} \quad \left. \begin{array}{l} \\ \\ \\ \end{array} \right\} X = (4 \cdot 6)/60 = 0,4\text{mm}$$

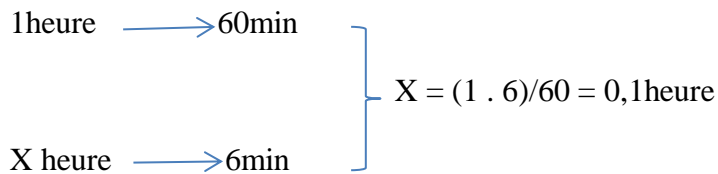
$$X \text{ mm} \longrightarrow 6\text{min}$$

$$\text{Donc } H_3 = 1.8 + 0.4 = 2.2\text{mm}$$

De la même manière on calcule les hauteurs de pluie restantes, et on aura les résultats suivants :

t (min)	6	12	18	24	30	36	42	48	54
H (mm)	1.05	1.8	2.2	2.55	2.85	3.15	3.4	3.6	3.7

3/ Ces couples de valeurs ( $t_i$ ,  $H_i$ ), permettent le calcul des intensités moyennes maximales pour chaque intervalle de temps qui est de 6 minutes :  $i_M = H/t$  (mm/h)



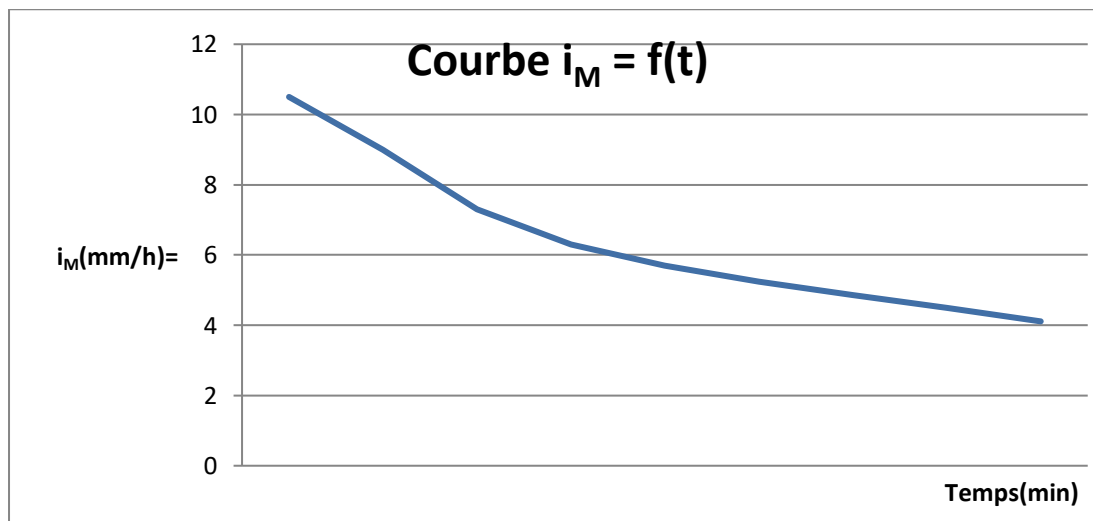
**Exemple de calcul :** 1/  $i_M = 1,05/0,1 = 10,5$ mm/h, 2/  $i_M = 1.8/0.2 = 9$ mm/h,

3/  $i_M = 2,2/0,3 = 7,3$ mm/h

On procède de la même manière pour le calcul des valeurs restantes, on aura les résultats suivants :

H (mm)	1.05	1.8	2.2	2.55	2.85	3.15	3.4	3.6	3.7
t (min)	6	12	18	24	30	36	42	48	54
$i_M$ (mm/h)	10.5	9	7.3	6.3	5.7	5.25	4.85	4.50	4.11

4/ Traçage de la courbe  $i_M = f(t)$



### **EXERCICE N°3 :**

Les intensités de pluies observées pour la période de retour de 5 ans dans une région sont comme suit :

t (min)	6	15	30	60	100
i (mm/min)	80	50	35	28	20

1) Déterminer les coefficients **a** et **b** intervenant dans la formule de Montana ?

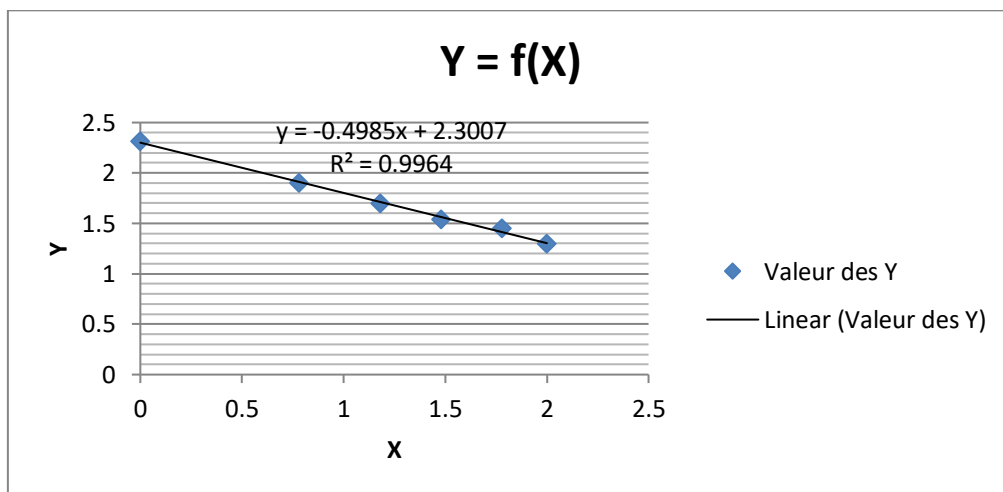
2) Calculer l'intensité  $i_M$  pour un temps  $t = 10$  min ?

### SOLUTION N°3 :

D'après Montana :  $i_M = a \cdot t^b \rightarrow \log i_M = \log (a \cdot t^b) = \log a + \log t^b = \log a + b \log t$

Posons :  $\log t = x$ ,  $\log i_M = y$  et  $\log a = A$  donc :  $y = A + b \cdot x$  ;

x	0.78	1.18	1.48	1.78	2
y	1.9	1.7	1.54	1.45	1.3



En traçant la courbe  $y = f(x)$ , on obtient les coefficients  $a$  et  $b$ . soit environ ;

$$A = 2.30 = \log a \quad \rightarrow \quad a = 199,53 \text{ et } b = -0,5$$

D'où  $i_M = 199,53 t^{-0,5}$  ;

Pour  $t = 10$  min on obtient  $i_M = 199,53 \times 10^{-0,5} = 63,10 \text{ mm/min}$ .

### EXERCICE N°4 :

Une pluie observée pour la période de retour de 10 ans (pluie décennale), dans la région Lyonnaise (région II), en France est caractérisée par les données suivantes :

Intervalle de temps  $\Delta t = 15$  min, les valeurs régionales de  $a$  et  $b$  sont :  $a = 6.7$  et  $b = -0.55$

1/ En utilisant la formule de Montana calculer l'intensité moyenne maximale  $i_M$  en l'exprimant en mm/min et en unité d'assainissement urbain l/s/ha ?

2/ Si les valeurs spécifiques à Lyon sont :  $a = 8,6$  et  $b = -0,65$  calculer  $i_M$  en mm/min et en l/s/ha

**SOLUTION N°4:**

1/ Calcule de l'intensité moyenne maximale :

$$i_M(T, \Delta t) = a \cdot \Delta t^b = 6.7 \times 15^{-0.55} = 1.51 \text{ mm/min ;}$$

En exprimant en l/s/ha, unité de l'assainissement urbain, il vient :

$$i_M(T, \Delta t) = 1.51 \cdot \frac{10^4}{60} = 251.8 \text{ l/s/ha}$$

2/ Calcule de l'intensité de pluie décennale spécifique à la ville de Lyon :

$$i_M(T, \Delta t) = 8.6 \times 15^{-0.65} = 1.48 \text{ mm/min ;}$$

$$i_M(T, \Delta t) = 1.48 \cdot \frac{10^4}{60} = 246.5 \text{ l/s/ha.}$$