

Exercice no HA 0813 - Corrigé

Estimation des débits de crue de différents temps de retour à l'aide de la formule rationnelle et pour différentes formulations de t_c et $i_{(T, t_c)}$ - Application au bassin versant de la Mentue (VD, Suisse)

Données de l'exercice

L'exercice porte sur le bassin versant de la Mentue (station à Yvonand) qui est localisé dans la région de Plateau, en Suisse Romande. Les données nécessaires à la réalisation de cet exercice se trouvent dans les tableaux 1 à 3 et dans la figure 1 de l'énoncé. Ils sont aussi regroupés dans les fichiers Excel « HA0813_enonce.xls » et « HA0813_feuillecalcul.xls » (feuilles de calcul Excel à compléter). Les résultats sont disponibles sur le fichier Excel « HA0813_corrige.xls ».

Question 1 : Estimation du temps de concentration t_c

A défaut de mesures, le temps de concentration t_c peut être estimé par les formules empiriques de Ventura et de Passini. Pour le bassin considéré on obtient :

$$\begin{array}{l} \text{Formule de Ventura : } t_c = 76.3 \cdot \frac{\sqrt{A}}{\sqrt{I}} = \mathbf{223.8 \text{ [min]}} \\ \text{Formule de Passini : } t_c = 64.8 \cdot \frac{\sqrt[3]{L \cdot A}}{\sqrt{I}} = \mathbf{242.2 \text{ [min]}} \end{array}$$

t_c : Temps de concentration [min],
 A : surface du bassin versant [km²],
 I : pente moyenne du bassin [%] ;
 L : longueur du bassin [km].

Soit une différence de 18.4 min entre les deux estimations.

Question 2 : Estimation de l'intensité moyenne maximale des précipitations

Le tableau suivant donne les intensités moyennes maximales des précipitations de 2.33, 5, 20, 50, 100 ans de temps de retour calculées à l'aide de la formule de Montana (tableau 2-énoncé) ainsi que par les données SNV (tableau 3-énoncé). Rappelons qu'une hypothèse de la méthode rationnelle est que la durée de la pluie est égale au temps de concentration (t_c).

	1 / courbe IDF utilisée : celle de Montana avec $I=a \cdot d^{b-1}$				
période de retour T =	100	50	20	5	2.33 [an]
$i[V, \text{Montana}] =$	18.6	16.8	14.6	11.1	9.1 [mm/h]
$i[P, \text{Montana}] =$	17.6	15.9	13.8	10.5	8.6 [mm/h]
	2/ courbe IDF utilisée : celle des normes SNV $i = K / (B+t)$ avec i en l/s/ha				
période de retour T =	100	50	20	5	2.33 [an]
$i[P, \text{SNV}] =$			26.3	18.2	15.2 [l/s/ha]
$i[P, \text{SNV}] =$			24.4	16.9	14.1 [l/s/ha]

V: Ventura ; P : Passini

Question 3 : Estimation des Q_p pour $T= 2.33, 5, 20, 50, 100$ ans avec la méthode rationnelle

L'application de cette méthode nécessite l'identification des différents coefficients qui la caractérisent, à savoir, le coefficient de ruissellement C_r , le temps de concentration t_c , l'intensité moyenne maximale de la pluie i .

Etape 1 : Estimation du coefficient de ruissellement moyen, pondéré par les surfaces. Pour le bassin de la Mentue, ce calcul est facilement réalisé à partir :

- Des caractéristiques du bassin versant (surface et % occupation du sol – Tableau 1-énoncé).

$$A=105 \text{ km}^2 \text{ dont } P(\text{forêt}) = 28,2 \%, P(\text{près})= 66,8 \% \text{ et } P(\text{Urbain})=4,92 \%$$

- Des valeurs caractéristiques des coefficients de ruissellement pour différents types d'occupation du sol, et différentes pentes (d'après figure 1 –énoncé) :

$$I= 12.2 \% \quad \text{d'où : } C_r(\text{forêts})=0,07; C_r(\text{près})=0,13 \text{ et } C_r(\text{Urbain})=0,9$$

- Et ainsi : $\bar{C}_r = \frac{28,2 \cdot 0,07 + 66,8 \cdot 0,13 + 4,92 \cdot 0,9}{28,2 + 66,8 + 4,92} = 0,15$.

Etape 2 : Estimation du temps de concentration (question 1).

Etape 3 : Estimation de l'intensité critique de pluie pour T et de durée $t=tc$ (question 2)

Etape 4 : Estimation des débits de pointe pour les différents temps de retour T d'après la formule rationnelle.

$$Q_p(t) = u \cdot C_r \cdot i(T, t_c) \cdot A \text{ Avec :}$$

C_r : Coefficient de ruissellement [-] ;
 $i(T, t_c)$: Intensité moyenne maximale de la pluie fonction du temps de concentration t_c et de la période de retour T [mm/h] ;
 A : Superficie du bassin versant [ha] ;
 u : Coefficient qui est fonction des unités choisies. Avec A en ha, i en mm/h et $u = 0.0028$, on obtient Q en m^3/s .

Pour les différentes méthodes et formulations de t_c et de l'intensité critique, les débits de pointe obtenus (en m^3/s) pour différents temps de retour sont présentés dans le tableau suivant :

période de retour T =	100	50	20	5	2.33
Qp [V, Montana] =	82.7	74.5	64.5	49.4	40.4
Qp [P, Montana] =	78.2	70.4	61.1	46.7	38.2
Qp [V, SNV] =			41.6	28.9	24.1
Qp [P, SNV]=			38.6	26.8	22.4

Il y a une grande variabilité des débits de pointes estimés selon les différentes formules. Une des limites de la méthode rationnelle est justement le problème posé par les multiples formules et abaques (lesquelles choisir ?) nécessaires pour estimer le temps de concentration, le coefficient de ruissellement et l'intensité des précipitations.