

Exercice n° HA 0812

Estimation des débits de crue de différents temps de retour à l'aide de plusieurs méthodes – Application au bassin de Rottenbach (FR, Suisse)

Avant propos :

Une des préoccupations dans le domaine de l'hydrologie consiste à améliorer la connaissance du comportement hydrologique de crue d'une rivière pour pouvoir envisager la gestion des bassins versants concernés, la gestion des zones à risque d'inondation, la gestion des ouvrages et aménagements hydrauliques. Il est donc important de pouvoir estimer des débits de crue de différents temps de retour et pour ce faire, plusieurs méthodes ont été conçues, chacune avec des avantages et des contraintes.

Objectifs de l'exercice :

L'objectif de l'exercice est :

- D'appliquer différentes méthodes pour déterminer le débit de pointe pour une période de retour donnée.
- De comparer les résultats obtenus.

Questions :

D'après les différentes données disponibles dans les tableaux 1 à 3 et les figures 1 et 2, on vous demande de répondre aux questions suivantes pour le bassin versant suisse de Rottenbach (FR) :

*Question 1. Estimer les débits de pointe de temps de retour 2.33, 5, 20, 50, 100 ans par la **méthode statistique** (ajuster la série des débits maximums annuels selon une distribution de Gumbel. Compléter le tableau 3. Ajuster les données graphiquement et/ou utiliser la méthode des moments.*

*Question 2. Estimer les débits de pointe de temps de retour 2.33, 5, 20, 50, 100 ans par la **méthode rationnelle** (calculer le temps de concentration à l'aide de la formule de Ventura).*

*Question 3. Estimer les débits de pointe de temps de retour 2.33, 5, 20, 50, 100 ans par la **méthode de l'indice de crue** - méthode régionale (cf. rappel).*

Question 4. Comparer les débits de pointe déterminés par les différentes méthodes et les différents temps de retour.

Données de l'exercice

L'exercice porte sur le bassin versant expérimental suisse de Rottenbach situé dans la région des Préalpes (FR) et dont le régime d'écoulement est nivo-pluvial préalpin. Les caractéristiques physiographiques de ce bassin sont résumées dans le tableau 1.

Les autres données nécessaires à la réalisation de cet exercice se trouvent dans les tableaux 2 et 3 et les figures 1 à 2. Elles sont aussi regroupées dans le fichier Excel « HA0812_enonce.xls ». Une feuille de calcul Excel « HA0812_feuillecalcul.xls » à compléter est aussi disponible pour faire l'exercice.

Tableau 1 : Caractéristiques physiographiques du bassin versant

Bassin versant	Région		A	L _{RH}	L _R	L _B	Alt	El	I	For.	Pré	Urb.
Rotenbach	Préalpes	N	1.66	5.00	1.75	1.95	1454	0.29	32.9	27.9	71.5	0.61

A = surface [km²]

W, N = zones d'égalité des précipitations conformément aux normes SNV;

L_{RH} = longueur totale réseau hydrographique [km] calculée à 1 : 25000

L_R = longueur totale cours principal d'eau [km] calculée à 1 : 25000

L_B = longueur du bassin versant [km] calculée à 1 : 25000

Alt = altitude moyenne [m] extraite de la courbe hypsométrique du bassin versant

EL = coefficient d'élongation [-]

I = pente moyenne du bassin versant [%]

For., Pré, Urb. = classes d'utilisation des sols [%]: forêt, pré et terrains agricole, urbain.

Tableau 2 : Valeur des coefficients utilisés dans la formule de Montana pour différents temps de retour et pour le bassin versant étudié (tirées des abaques des stations locales)

BV	Rotenbach	
Station	Rotenbach	
T. de retour	a	b
2.33	310.1	0.63
5	390.4	0.63
20	581.1	0.65
50	672.1	0.65
100	793.8	0.66

Formule de Montana :

$$i(T, t_c) = a(T) \cdot t^{-b(T)}$$

i : intensité moyenne maximale de l'averse de durée t [mm/h],

t : durée de la pluie = t_c [min] ;

a, b : paramètres locaux dépendant du lieu et du temps de retour T .

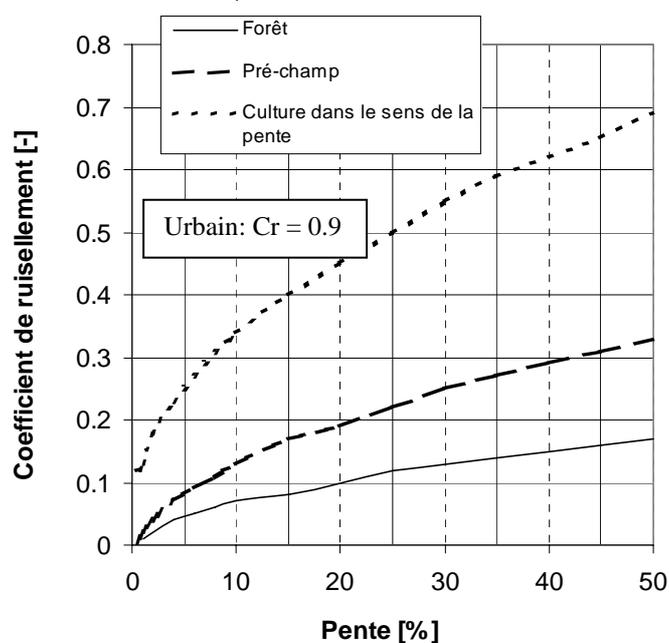


Figure 1: Valeurs du coefficient de ruissellement en fonction de la pente et de la couverture du sol en Suisse (Sautier, 1983).

Tableau 3 : Débits maximum annuels pour le bassin de Rottenbach classés par valeurs croissantes
 Q_p = débit de pointe maximum annuel en $[m^3/s]$.

Année	Q_p	Rang			
1976	2.25				
1971	3.25				
1979	3.5				
1974	3.7				
1982	3.7				
1983	3.7				
1973	3.75				
1977	3.9				
1984	3.9				
1975	4.6				
1981	4.6				
1986	4.6				
1972	4.8				
1980	5				
1978	5.5				
1987	7.9				
1988	9.9				
1985	12.8				
1976	2.25				
Moyenne	5.08				
Variance	6.8				

Rappel méthode régionale

Niggli et al, 2000 proposent de régionaliser le paramètre K d'une formule du type $Q_{2.33} = K \cdot A^\eta$ où A [km²] est la surface du bassin versant et η un paramètre pour la Suisse Occidentale. Le débit de pointe annuel pour un temps de retour T est ensuite obtenu en multipliant $Q_{2.33}$ par un facteur de croissance en fonction du temps de retour caractéristique de la région géographique dans laquelle se situe le bassin versant. Ce facteur se détermine pour différents temps de retour comme l'illustre la figure 2 (pour la région du Jura : $Q_{100} = 1.79 Q_{pa}$, pour la région du Plateau : $Q_{100} = 2.26 Q_{pa}$, pour la région des Préalpes : $Q_{100} = 2.77 Q_{pa}$).

Ils obtiennent finalement la moyenne des débits de pointe annuels Q_T pour une période de retour T par la relation suivante :

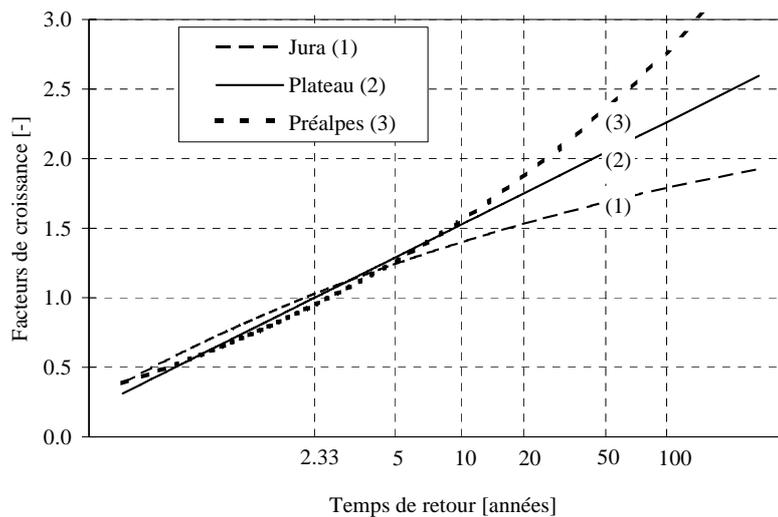
$$Q_T = F_{C_T} \cdot Q_{2.33} = F_{C_T} \cdot K_{2.33} \cdot A^{0.66} \text{ avec: } K = 0.0056 \cdot EL^{-0.56} \cdot ALT^{0.63}$$

A : surface [km²] ;

EL :Elongation du versant (rapport entre le diamètre du cercle ayant la même surface que le bassin versant et la longueur totale du réseau hydrographique) [-];

ALT : altitude moyenne du bassin versant [m].

F_{C_T} : facteur de croissance en fonction du temps de retour T .



Quantiles QT/Q2.33 (ou facteurs de croissance Fc(T))	Région	Temps de retour T (ans)				
		100	50	20	5	2.33
	Région "Jura"	1.79	1.69	1.53	1.24	1.03
	Région "Plateau"	2.26	2.04	1.75	1.29	1
	Région "Préalpes"	2.77	2.35	1.87	1.26	0.95

Figure 2: Comparaison des courbes de croissance des régions "Jura", "Plateau" et "Préalpes".