

En synthèse :

Méthodes des pluies

Cette méthode est décrite dans le guide technique des bassins de retenue du Service Technique de l'Urbanisme (Lavoisier 1994)

Elle consiste à calculer, en fonction du temps, la différence entre la lame d'eau précipitée sur le terrain et la lame d'eau évacuée par le ou les ouvrages de rejet.

1) ► On calcule l'intensité i (en mm/h) de pluie en fonction du temps t (en mn) pour des durées de 0 à 24 h.

Il est nécessaire de disposer des données statistiques de la station météo représentative du secteur concerné.

2) ► On calcule la hauteur d'eau h_{pluie} (mm) précipitée en fonction du temps t (en mn)

$$h_{\text{pluie}} \text{ (en mm)} = i \text{ (mm/h)} \times t \text{ (mn)} \times \frac{1}{60}$$

3) ► On calcule la hauteur d'eau évacuée (h_{fuite} en mm) par l'ouvrage de fuite en fonction du temps t (en mn)

(Calcul effectué à partir du volume évacué ramené à la surface active S_a du projet)

! A NOTER : La surface active S_a est égale au pourcentage de surface imperméable, c'est-à-dire à $C \times S$ (si C est le coefficient de ruissellement et S la superficie du projet)

$$h_{\text{fuite}} \text{ (en mm)} = \frac{(Q_{\text{fuite}} \times t)}{S_a} \times \frac{6}{1000}$$

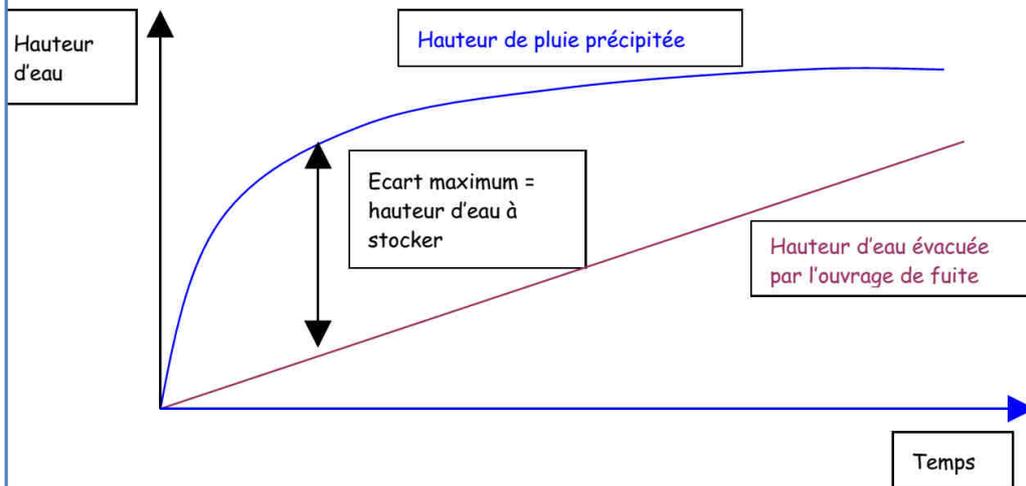
(6/1000 est un coefficient d'unités, ici Q_{fuite} est exprimé en l/s, t en minutes et S_a en ha)

4) ► La hauteur d'eau à stocker est la valeur maximale de la différence ($h_{\text{pluie}} - h_{\text{fuite}}$) (en mm).

Le volume V (m3) à stocker est obtenu en multipliant cette différence par la surface active du projet S_a en hectares.

$$V \text{ (en m3)} = (h_{\text{pluie}} - h_{\text{fuite}}) \times S_a \times 10$$

(10 est un coef d'unité, h est en mm et S_a est en ha)



Dans le détail :

Basée sur un débit de fuite du bassin de retenue, Q_f , supposé constant, la méthode des pluies utilise les courbes hauteur-durée-fréquence issues de l'analyse fréquentielle des hauteurs de pluie sur diverses durées, observées en un poste pluviométrique particulier.

À partir de l'expression des courbes intensité-durée-fréquence (IDF) sous la forme dite « loi de Montana », rappelée ci-après :

$$i_M(t, T) = a(T) \cdot t^{(b(t))} \quad (\text{Eq 1})$$

dans laquelle $i_M(t)$ est l'intensité maximale moyenne sur la durée t et de période de retour T et a et b deux paramètres d'ajustement numérique dépendant également de T .

Il est possible de définir des « courbes enveloppes » ou courbes hauteur-durée-fréquence, utilisées pour calculer le volume de la retenue, sous la forme :

$$h(t, T) = i_M(t, T) \cdot t = a(T) \cdot t^{(b(t)+1)} \quad (\text{Eq 2})$$

Sous cette forme, on peut démontrer (Desbordes, 1974) que le volume V_T du bassin de retenue peut être déterminé analytiquement et répond à la formule :

$$H_M(q_f, T) = \left[\frac{-b \cdot q_f}{1+b} \right] \cdot \left[\frac{q_f}{(a \cdot (1+b))} \right]^{(1/b)} \quad (\text{Eq 3})$$

à condition que la courbe IDF correspondante puisse être décrite par un seul jeu de coefficients a et b dans laquelle :

H_M est la hauteur maximale de stockage par unité de « surface active », q_f le débit de fuite spécifique par unité de surface active, exprimé en flux dans une unité cohérente avec celle correspondant aux paramètres a et b des équations précédentes (mm/h ou mm/min par exemple).

La surface active A_{ac} d'un bassin versant est définie par :

$$A_{ac} = A \cdot C_a \quad (\text{Eq 4})$$

Expression dans laquelle :

- A , est la surface du bassin versant drainé par le bassin de retenue
- C_a , le coefficient d'apport à la retenue.

Analogue à un coefficient de ruissellement, C_a peut être de détermination délicate en particulier dans les cas de bassins versants faiblement urbanisés. Nous revenons plus loin sur ce point important du calcul des bassins de retenue.

Le débit spécifique de fuite répond à :

$$\frac{(Q_f (l/s))}{(A \cdot C_a)} = q_f (l/(s \cdot ha_{ac})) = 2,78 q_f (mm/h) = 167 q_f (mm/min) \quad (\text{Eq 5})$$

Avec :

- Q_f , le débit de fuite du bassin en litre par seconde,
- q_f , le débit spécifique de fuite exprimé en litre par seconde par hectare actif ou en mm par heure ou par minute, unités usuelles pour le calcul des volumes à réserver en fonction des unités usuelles des courbes intensité-durée-fréquence.

Le volume $H_M(T)$ est obtenu en résolvant le système :

$$H(t, T) = h(t, T) - (q_f \cdot t) \\ dH(t, T) = 0 \text{ ou } dh(t, T) = q_f \quad (\text{Eq 6})$$

L'équation 3 suppose que les courbes IDF, ou HDF, peuvent être décrites par un jeu unique de paramètres a et b. En réalité, l'expérience montre que la relation de Montana n'est valide que sur des plages de durées et que, pour couvrir la plage des temps de quelques minutes à 24 heures et plus, il est nécessaire d'avoir recours à 2, voire 3, couples de valeurs (a,b).

Le système précédent doit alors être résolu par approximations numériques successives. On peut également avoir recours à d'autres expressions de l'équation 1 pour couvrir une plage plus étendue de temps avec le même jeu de paramètres.

Le temps t_M où se produit le volume maximal H_M répond à :

$$a(t_M + b)^{-(n+1)} \cdot (t_M \cdot (1 - (a \cdot n)) + b) = q_f \quad (\text{Eq 7})$$

Équation implicite en t_M dont la résolution conduit au volume à stocker par utilisation de la relation 3 pour t égal à t_M .

NB : Une des limites de la méthode des pluies est que le débit Q_f est supposé constant. Or ce débit qui dépend de la hauteur d'eau dans le bassin varie de 0 à sa valeur nominale Q_f . L'absence de la prise en compte de cette variabilité amène à une sous-estimation du volume. Le volume à stocker peut être alors coefficienté par une loi de vidange orifice ou déversoir.

En l'absence de loi de vidange le volume de fuite sera multiplié par un coefficient de 1.2.