

# NOTE HYDRAULIQUE

## METHODE RATIONNELLE

---

### Principe :

La méthode rationnelle permet d'estimer le débit de pointe d'une crue pour des unités hydrauliques rurales ou naturelles. Elle repose sur le principe de transformation d'une pluie de projet (décrite par son intensité), supposée uniforme et constante dans le temps, en un débit instantané maximal lorsque l'ensemble du bassin contribue à ce débit (au temps de concentration).

Cette transformation pluie débit repose sur un coefficient de ruissellement (proportion de pluie contribuant au ruissellement) tenant compte de l'occupation du sol (très variable selon la nature de l'occupation du sol de quasi imperméable à très filtrant), de la pente locale (les fortes pentes favorisant les ruissellements), le type de sol (suivant sa texture, un sol étant plus ou moins perméable) et la pluie de projet (plus l'intensité de la pluie est forte, plus la part contribuant au ruissellement est élevée).

La formule de la méthode rationnelle s'exprime ainsi :

$$Q_p = Cr \times i \times A$$

Avec :

$Q_p$  = Débit de pointe (en l/s)

$Cr$  = Coefficient de ruissellement moyen du sous-bassin versant

$i$  = Intensité moyenne de la pluie durant le temps de concentration (en l/s/ha)

$A$  = Surface du sous bassin-versant (en ha)

Les tableaux de synthèse des résultats de simulation ci-après présentent les résultats par pluie projet (10, 50 et 100 ans d'après le poste de Météo France de Strasbourg-Entzheim) et par scénario d'occupation des sols des parcelles agricoles :

- scénario 1 : 50% culture d'hiver et 50% culture de printemps
- scénario 4 : 100 % culture d'hiver
- scénario 7 : 100% culture de printemps

Les autres scénarios modifient la part des prairies, soit par une réduction de 30% des prairies (scénarii 2, 5 et 8), soit 100% (scénarii 3, 6 et 9). L'effet d'une réduction des surfaces enherbées n'a pas été retenu pour le dimensionnement des ouvrages.

## Pluies de projet :

Les pluies de projets sont estimées d'après les coefficients de Montana de Météo France au poste de Strasbourg-Entzheim (Cf. figure ci-dessous). La formule de Montana permet, de manière théorique, de relier une quantité de pluie  $h(t)$  recueillie au cours d'un épisode pluvieux avec sa durée  $t$  :

$$h(t) = a \times t^{(1-b)}$$

Les quantités de pluie  $h(t)$  s'expriment en millimètres et les durées  $t$  en minutes. Les coefficients de Montana ( $a$ ,  $b$ ) sont calculés par un ajustement statistique entre les durées et les quantités de pluie ayant une durée de retour donnée. Cet ajustement est réalisé à partir des pas de temps (durées) disponibles entre 6 minutes et 3 heures. Pour ces pas de temps, la taille de l'échantillon est au minimum de 88 années (ouverture de la station en 1921).

| Strasbourg-Entzheim |       |       |            |
|---------------------|-------|-------|------------|
| Pluie de 6 mn à 3 h |       |       |            |
|                     | a     | b     | Pluie (mm) |
| 5 ans               | 6.17  | 0.674 | 23.44      |
| 10 ans              | 6.993 | 0.668 | 27.23      |
| 20 ans              | 7.595 | 0.659 | 30.68      |
| 30 ans              | 7.828 | 0.652 | 32.54      |
| 50 ans              | 8.096 | 0.643 | 34.92      |
| 100 ans             | 8.267 | 0.628 | 37.92      |

Figure 1 : Hauteurs de pluie au poste de Strasbourg-Entzheim pour une pluie d'orage d'une heure (source : Météo France)

## Coefficient de ruissellement :

Les coefficients de ruissellement sont calculés à partir des tables de coefficients de l'AREAS. Ils sont fonction de l'occupation du sol, de la pente, de la texture du sol et de la pluie de projet (pluie d'orage). Une suite d'opérations géospatiales (automatisation sous logiciel SIG) permet d'obtenir chaque combinaison de couverture du sol et la surface qu'elles représentent dans le sous-bassin versant.

Chaque type de combinaisons de couverture du sol est caractérisé par un coefficient de ruissellement issu des tables de référence de l'AREAS, ce qui permet de calculer les surfaces réduites pour chacune d'elles. Un coefficient de ruissellement moyen est alors calculé et appliqué pour le sous-bassin versant.

20 combinaisons de couverture du sol sont appliquées. Le détail de ces combinaisons est le suivant :

### Prairies selon :

- **Limons Argileux**
  - Pente < 2%
  - 2% < pente < 5%
  - Pente > 5%
- **Limons Battants**
  - Pente < 2%
  - 2% < pente < 5%
  - Pente > 5%
- **Rendzines**
  - Pentes indifférentes

- **Cultures selon :**
  - **Limons Argileux**
    - Pente < 2%
    - 2% < pente < 5%
    - Pente > 5%
  - **Limons Battants**
    - Pente < 2%
    - 2% < pente < 5%
    - Pente > 5%
  - **Rendzines**
    - Pentes indifférentes
  
- **Bois, Routes, ZU dense, ZU Lotissement, ZU lâche, ZA/ZI selon :**
  - Sol indifférent
  - Pente indifférente

|                                     |      |        |          |           |          |       |
|-------------------------------------|------|--------|----------|-----------|----------|-------|
| OCCUPATION DU SOL                   | Bois | Routes | ZU dense | ZU lotis. | ZU lâche | Za/ZI |
| <b>COEFFICIENT DE RUISSELLEMENT</b> | 1%   | 70%    | 70%      | 40%       | 20%      | 50%   |

Le tableau ci-dessous illustre un exemple des différents coefficients de ruissellement pour les 20 combinaisons de couverture du sol en fonction d'une pluie donnée (30 mm en 1 heure).

|                                     |                        |                          |                  |                  |                          |                  |
|-------------------------------------|------------------------|--------------------------|------------------|------------------|--------------------------|------------------|
| SOL                                 | <b>Limons Argileux</b> |                          |                  |                  |                          |                  |
| OCCUPATION DU SOL                   | Prairies               |                          |                  | Cultures         |                          |                  |
| PENTE                               | <i>p &lt; 2%</i>       | <i>2% &lt; p &lt; 5%</i> | <i>5% &lt; p</i> | <i>p &lt; 2%</i> | <i>2% &lt; p &lt; 5%</i> | <i>5% &lt; p</i> |
| <b>COEFFICIENT DE RUISSELLEMENT</b> | <b>1.9%</b>            | <b>3.2%</b>              | <b>4.9%</b>      | <b>12.3%</b>     | <b>15.9%</b>             | <b>25.0%</b>     |

|                                     |                        |                          |                  |                  |                          |                  |
|-------------------------------------|------------------------|--------------------------|------------------|------------------|--------------------------|------------------|
| SOL                                 | <b>Limons Battants</b> |                          |                  |                  |                          |                  |
| OCCUPATION DU SOL                   | Prairies               |                          |                  | Cultures         |                          |                  |
| PENTE                               | <i>p &lt; 2%</i>       | <i>2% &lt; p &lt; 5%</i> | <i>5% &lt; p</i> | <i>p &lt; 2%</i> | <i>2% &lt; p &lt; 5%</i> | <i>5% &lt; p</i> |
| <b>COEFFICIENT DE RUISSELLEMENT</b> | <b>3.2%</b>            | <b>5.8%</b>              | <b>8.1%</b>      | <b>20.0%</b>     | <b>25.0%</b>             | <b>30.7%</b>     |

|                                     |                 |          |
|-------------------------------------|-----------------|----------|
| SOL                                 | <b>Rendzine</b> |          |
| OCCUPATION DU SOL                   | Prairies        | Cultures |
| <b>COEFFICIENT DE RUISSELLEMENT</b> | 0.0%            | 7.1%     |

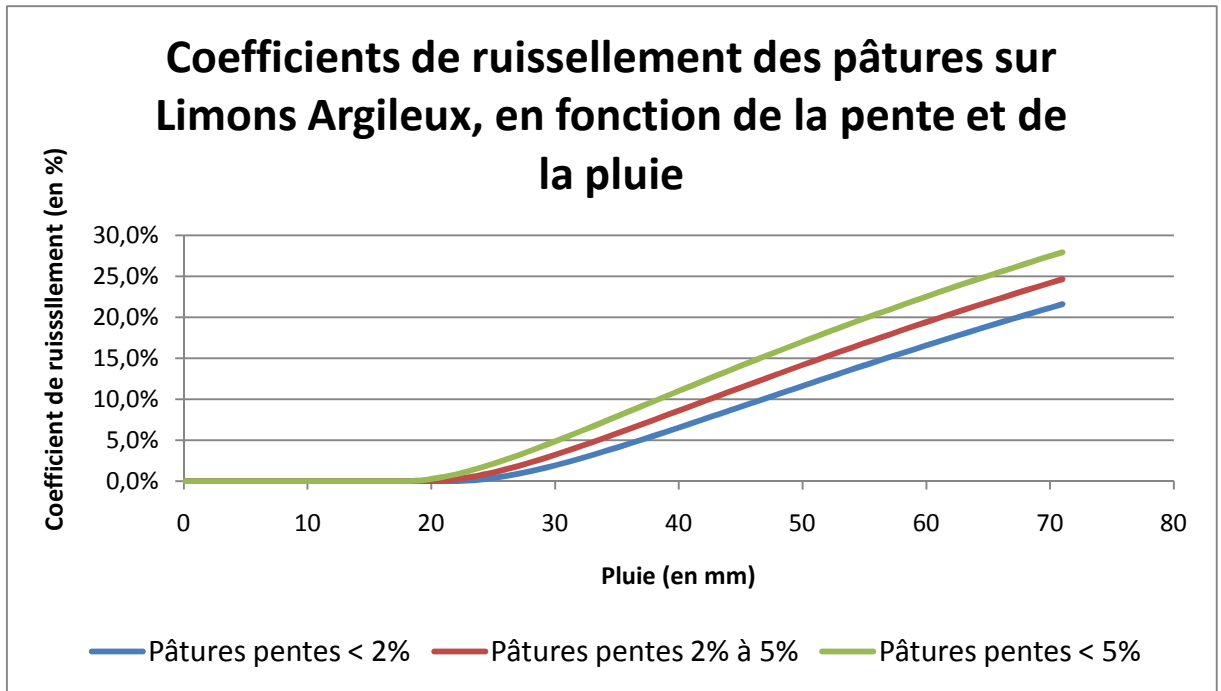


Figure 2 : Exemple de l'évolution des coefficients de ruissellements pour les pâtures sur Limons Argileux, en fonction de la pente et de la pluie

Calcul de la surface réduite pour chaque combinaison (c) de couverture du sol :

$$SR_c = S_c \times CR_c$$

Avec :

$SR_c$  = Surface réduite de la combinaison

$S_c$  = Surface de la combinaison

$CR_c$  = Coefficient de ruissellement de la combinaison

Calcul du coefficient de ruissellement moyen du sous-bassin versant :

$$CR_{\text{moyen}} = \frac{\sum S_{\text{réduites}}}{S_{\text{BV}}}$$

Avec :

$\sum S_{\text{réduites}}$  = Somme de toutes les surfaces réduites

$S_{\text{BV}}$  = Surface du sous-bassin versant

## Détermination des volumes :

Afin d'estimer les volumes à partir de la méthode rationnelle, on assimile l'hydrogramme à un triangle. L'hydrogramme unitaire présentant un temps de descente égal à deux fois le temps de montée est retenu et permet de ne pas sous-estimer les volumes produits. L'hydrogramme retenu prend ainsi les caractéristiques suivantes (Cf. figure ci-dessous) :

Temps de montée =  $1 \times T_c$

Temps de décrue =  $2 \times T_c$

Avec :

$T_c$  = Temps de concentration déterminé selon la méthode du CEMAGREF elle-même dépendante des formules de Terraza, Kirpich, Passini, Ventura et Socose.

Le volume correspond à l'aire du triangle de l'hydrogramme unitaire soit ici :

$$V_{\text{tot}} = 1.335 \times Q_p \times T_c$$

Avec :

$V_{\text{tot}}$  = Volume en  $m^3$

$Q_p$  = Débit de pointe (en  $m^3/s$ )

$T_c$  = Temps de concentration (en s)

