

## Chapitre II

### Généralités sur les réseaux d'assainissement

#### 1. Introduction :

L'assainissement liquide d'une agglomération désigne l'ensemble des dispositions relatives à l'évacuation des effluents urbains (eaux usées, eaux pluviales) et à leur rejet dans les milieux naturels dans des conditions telles qu'il ne puisse en résulter aucun inconvénient pour l'hygiène et aucune nuisance pour le milieu récepteur.

Ce chapitre traite des généralités sur les réseaux d'assainissement en générale et ceux des eaux pluviales en particuliers.

Le réseau d'assainissement est appelé pour assurer l'évacuation des eaux de ruissellement et des eaux usées. Avant de passer au dimensionnement des collecteurs, il faut que l'évaluation des débits d'eaux usées et pluviales porte essentiellement sur l'estimation la quantité et de la qualité des rejets qui se caractérisent en fonction du type d'agglomération et des diverses catégories du sol.

#### 2. Les différents types de réseaux:

Les eaux à évacuer du milieu urbain jusqu'à un milieu susceptible de les recevoir, sont principalement constituées par : les eaux usées domestiques (eaux ménagères et eaux vannes), les eaux industrielles et les eaux pluviales.

##### 2.1 Les systèmes fondamentaux:

###### 2.1.1 Le système unitaire:

C'est le véritable « tout à l'égout ». L'évacuation de l'ensemble des eaux usées et pluviales est assurée par un unique réseau, généralement équipé de déversoirs permettant en cas d'orage le rejet d'une partie des eaux, par surverse, directement dans le milieu naturel. Il nécessite donc une canalisation importante pour l'évacuation des eaux usées et pluviales.

###### 2.1.2 Le système séparatif :

Il consiste à réserver un réseau à l'évacuation des eaux usées domestiques et industrielles, alors que l'évacuation des eaux pluviales est assurée par un autre réseau. Les canalisations des eaux usées étant généralement de section réduite par rapport à celles des eaux pluviales.

Chacun des deux derniers systèmes présente des avantages et des inconvénients.

##### 2.2 Les systèmes intermédiaires:

###### 2.2.1 Le système mixte:

Dans ce système, une zone peut être assainie en partie en système séparatif, en partie en système unitaire. Il est couramment appliqué dans les villes disposant d'un réseau

# Généralités sur les réseaux d'assainissement

---

ancien en système unitaire et dont l'extension ne pourrait être supportée, par le réseau ancien, qu'en assurant le stockage d'une partie des eaux des extensions.

## 2.2.2 Le système pseudo séparatif :

C'est un système dans lequel on divise les eaux pluviales en deux parties:

- L'une provenant uniquement des surfaces des voiries, s'écoule par des ouvrages particuliers: caniveaux, aqueducs, fossés, vers la nature.
- L'autre provenant des toitures, cours, jardins, se déverse dans le réseau eaux usées.

L'intérêt est de permettre la chasse, en amont du réseau, des éléments solides qui faute d'un débit et d'une pente suffisante, posent des problèmes d'évacuation.

## 2.2.3 Le système composite:

C'est une variante du système séparatif. Il prévoit grâce à divers aménagements, une dérivation partielle des eaux les plus polluées du réseau pluvial vers le réseau d'eau usée en vu de leur épuration. En effet, le premier flot de pluie lave les voies publiques et pendant cette courte période, les eaux de ruissellement transportent toujours d'importantes quantités de pollution.

Pour tous les systèmes précédemment cités, la technologie la plus utilisée est le système gravitaire, en charge ou à surface libre. Toutefois, lorsque l'énergie totale de l'eau devient insuffisante pour atteindre l'exutoire, on peut faire recours à des stations de relèvement et on a un système sous pression.

## 3. Choix d'un système d'assainissement:

La première question qui se pose dans un projet d'assainissement est de déterminer le système à adopter, et chaque cas doit être traité comme un problème particulier où l'on mettra en balance les avantages et les inconvénients de chaque système.

Le système unitaire convient pour une agglomération dense disposant de fortes pentes et un milieu récepteur admettant les eaux de déversoir d'orage. Il présente l'avantage d'être moins chère que le séparatif en terme de branchement du fait qu'il n'exige qu'une seule canalisation mais présente un certains nombre d'inconvénients:

- En cas de pluies importantes, une partie des eaux collectées est détournée par les déversoirs d'orage dans le milieu naturel sans traitement.
- Le dimensionnement des canalisations doit être suffisant pour pouvoir évacuer un débit pluvial important au moins jusqu'au déversoir d'orage afin d'éviter une mise en charge du réseau entraînant des inondations.

Le système séparatif exige des pentes plus faibles, du moins pour le réseau eau pluvial, et convient aux régions à forte pluviométrie. Il présente plusieurs avantages notamment:

- Lorsqu'on se trouve dans l'obligation de relever les eaux usées, le système séparatif permet d'éviter généralement de relever en même temps des masses considérables d'eau pluviales.
- Les eaux pluviales non polluées peuvent sans risques être directement rejetées au milieu naturel.
- La capacité d'auto curage est meilleure, ce qui permet une économie d'entretien.
- En cas d'inondation, seules les eaux non polluées peuvent se retrouver dans la rue.

# Généralités sur les réseaux d'assainissement

---

Les inconvénients du système séparatif se résument au fait que le coût global de réalisation est plus élevé, que le coût du réseau unitaire. Le coût de gestion des branchements y est également plus élevé du fait des deux canalisations.

Ceci montre en définitive que le choix d'un système doit être postérieur à une analyse portant sur les avantages et inconvénients, les aspects économiques, l'impact sur le milieu naturel et l'exploitation projetée du réseau en ne perdant pas de vue les objectifs fixés.

Il convient de souligner l'antériorité du réseau unitaire sur le réseau séparatif dans la plupart des villes. Les raisons évoquées par les ingénieurs furent la rusticité de conception et de surveillance, le transport des matières fécales étant facilité par les eaux pluviales. Aujourd'hui, le système séparatif semble s'imposer du fait des nombreuses opportunités qu'il offre.

## 4. Les éléments constitutifs du réseau :

Ils sont principalement constitués:

- Des grilles avaloirs
- Des regards de visite
- Des collecteurs

### 4.1 Les grilles avaloirs:

Un avaloir est un accessoire hydraulique qui admet l'eau de ruissellement des surfaces coulant

dans les rues à l'égout pluvial. Il constitue une partie très importante du système.

### 4.2 Les regards de visite:

Le regard de visite permet l'inspection, l'entretien et la ventilation du réseau. Il constitue de ce fait un ouvrage de toute première importance. L'emplacement est étudié pour répondre à des contraintes imposées par des impératifs qui ne sont pas forcément liés à l'assainissement.

### 4.3 Les collecteurs:

Il s'agit de l'ensemble des canalisations constituant le réseau. On distingue de l'amont vers l'aval: les collecteurs, les intercepteurs et les émissaires. Leur section est circulaire, ovoïdale.

Les ouvrages principaux doivent en effet résister à l'action des charges (permanentes ou routières) et doivent présenter des garanties d'étanchéité.

En plus de ces éléments principaux, un réseau d'assainissement peut comporter des ouvrages annexes comme:

- Des stations de pompages
- Des ouvrages de dessablement
- Des bassins de stockage

## 5. Principes de calcul des réseaux d'assainissement d'eaux pluviales:

Il s'agit de rappeler dans cette partie, les éléments qui interviennent dans le dimensionnement des réseaux d'assainissement des eaux pluviales ainsi que les méthodes de calcul utilisées.

### 5.1 Le bassin versant:

## Généralités sur les réseaux d'assainissement

---

Le bassin versant qui peut être considéré comme un " système " est une surface élémentaire

hydrologiquement fermée, c'est-à-dire qu'aucun écoulement n'y pénètre de l'extérieur et que tous les excédents de précipitations s'évaporent ou s'écoulent par une seule section à l'exutoire. Il est composé d'un ensemble de sous bassin versant. La délimitation des sous bassins versants s'effectue en considérant que les voies publiques recueilleront les eaux pluviales provenant des propriétés riveraines et qu'elle doit suivre nécessairement selon les cas:

Soit les limites séparatives des propriétés, soit les lignes de la plus grande pente. Les paramètres physiques et géométriques qui caractérisent classiquement un bassin versant sont la pente moyenne, la superficie, le coefficient de ruissellement et le temps de concentration.

### **5.2 La surface drainée:**

Elle peut être déterminée avec précision, pour chaque collecteur, dès lors que le plan du réseau est disponible et qu'une délimitation ait été effectuée sur la base des courbes de niveau de la région. C'est une donnée très importante du dimensionnement. En effet, les débits à l'exutoire d'un bassin versant sont fonctions croissantes de sa surface sauf dans quelques cas particuliers; par exemple les bassins très perméables.

### **5.3 La pente moyenne:**

La pente moyenne est une caractéristique importante qui renseigne sur la topographie du bassin.

Elle a une influence directe sur le débit de pointe lors d'une averse.

### **5.4 Le coefficient de ruissellement:**

C'est le rapport de la hauteur d'eau ruisselée sur celle précipitée. Il exprime l'ensemble des superficies imperméabilisées raccordées au réseau d'assainissement, et qui concourt à son débit de ruissellement.

Des bassins seront dits en série, lorsque l'exutoire d'un des bassins constitue l'entrée de l'autre. Les bassins seront dits en parallèle lorsque leurs exutoires convergent vers le même bassin versant.

### **5.5 Le temps de concentration:**

Le temps de concentration  $T_c$  est le temps que met une goutte d'eau tombée au point hydrologiquement le plus éloigné pour arriver à l'exutoire. C'est pour une pluie, le temps pour lequel le débit observé à l'exutoire est maximal et la pluie théoriquement la plus pénalisante pour un bassin versant est celle dont la durée est égale à son temps de concentration. En effet si la durée de la pluie est plus courte la totalité de la surface du bassin versant ne contribue pas en même temps au débit à l'exutoire; à l'opposé plus la durée de la pluie augmente plus son intensité moyenne diminue pour une période de retour donnée. Il est composé de deux temps:

- $t_e$ : temps d'entrée: temps qui correspond à la durée d'écoulement de l'eau sur le bassin versant jusqu'au système de collecte.
- $t_{ec}$  : temps d'écoulement: temps mis par l'eau pour se déplacer dans le système de collecte jusqu'à l'exutoire.

### **5.6 Période de retour:**

# Généralités sur les réseaux d'assainissement

---

Les ouvrages d'assainissement pluvial sont dimensionnés par rapport à une averse type associée aux fréquences probables d'apparition et doivent assurer une protection contre les inondations issues des averses d'intensité inférieure ou égale.

On définit alors la période de retour d'un événement comme étant l'inverse de la fréquence d'apparition de l'événement.

Ainsi, l'intensité d'une pluie de période de retour T est l'intensité qui sera dépassé en moyenne toutes les T années.

## 6. Estimation des débits de ruissellement:

Le débit collecté à l'exutoire d'un bassin versant dépend de l'intensité des précipitations, du coefficient de ruissellement, de la superficie du bassin versant, de sa forme, de sa pente.

Le calcul des débits de ruissellement pluviaux peut être fait soit à l'aide de formules simplifiées, soit à l'aide de modèles mathématiques. Les formules les plus utilisées sont: la formule rationnelle et la formule superficielle.

## 7. Evaluation des débits d'eaux usées :

Le but principal de l'évaluation des débits des eaux usées est de connaître la quantité et la qualité des rejets à traiter (liquides provenant des habitations).

Car les eaux usées sont constituées par des effluents pollués qui peuvent être une source de plusieurs maladies. Donc il faut évacuer ces eaux hors limite de l'agglomération.

### 7.1 Origine et nature des eaux usées :

La nature des matières polluantes contenues dans l'effluent dépend de l'origine des ces eaux usées.

On distingue: - Les eaux usées d'origine domestique  
- Les eaux usées d'origine industrielle

#### Les eaux usées d'origine domestique :

Les eaux usées d'origine domestique sont les eaux de consommation après usage. Ces eaux sont de provenance différentes : Eaux vannes.

Eaux de ménage, de bains et de douches.

Eaux des cours.

Ces eaux sont polluées et la fréquence de leur rejet suit le train de vie des habitants pendant la journée.

#### Quantités à évacuer :

La quantité des eaux à évacuer dépend de la consommation en eaux potable. Pour la quantification actuelle de la consommation en eaux potable, on a les facteurs suivants qui interviennent : Type d'habitats et leur degré de confort

Dotation en eaux potable

Conditions climatiques

Augmentation du niveau de vie des desservies

Prise en compte des eaux publiques et industrielles

## 7.2 Les eaux usées des services publics :

On appelle eaux usées de service public les eaux de lavage des rues, marchés, et pour éteindre les incendies. Elles sont recueillies par les ouvrages de collecte des eaux pluviales, sauf dans le cas d'un système unitaire. Les autres besoins publics seront pris en compte avec les besoins domestiques.

Ces eaux sont généralement de nature chargée de matières grasses.

### 7.2.1 Les eaux usées industrielles :

Elles ne doivent pas contenir de matières corrosive, solide ou toxique. Sinon elles doivent subir un prétraitement à l'intérieure de l'unité industrielle avant rejet.

### 7.2.2 Les eaux usées d'équipements :

On appelle équipements différents services publics : éducatifs, sanitaires, touristiques, administratifs et différents autres services d'utilité publique.

L'estimation se fait à base du nombre de personnes qui fréquentent le lieu et sur la dotation requise pour chaque activité, à titre d'exemple :

Ecoles : 10 l/j/ élève.

CEM : 15 l/j/ élève.

Lycée : 15 l/j/ élève.

Douche : 50 l/ client.

Mosquée : 30 l/ fidèle

## 8. Evaluation des débits d'eaux pluviales :

Toute étude d'un réseau d'assainissement nécessite une détermination des débits pluviaux.

Pour l'estimation des eaux pluviales, on fait un découpage de l'aire de l'agglomération en sous bassin, ensuite on attribue à chaque sous bassin un coefficient de ruissellement pondéré en fonction de la nature du sol drainé. La quantification des eaux de ruissellement est obtenue par l'application de différentes méthodes, comme la méthode rationnelle ou superficielle.

### 8.1 Méthode rationnelle :

C'est une méthode qui consiste à estimer le débit à partir d'un découpage du bassin versant en secteurs limités par les lignes isochrones.

C'est une méthode qui a fait ses preuves surtout pour les bassins urbains à faible surface ( $\leq 10$  ha).

La méthode est définie sous la forme :

$$Q = \alpha \cdot i \cdot C_r \cdot A$$

Avec :

Q : Débit maximal [l/s].

A : Surface du bassin versant [h].

I : Intensité de pluie [l/s.h].

$C_r$  : Coefficient de ruissellement.

$\alpha$  : Coefficient correcteur de l'intensité de pluie.

## 8.1.1 Temps de concentration :

C'est une caractéristique d'un bassin, définie comme étant le temps mis par la pluie tombée au point le plus éloigné en durée de l'écoulement, pour atteindre l'entrée du collecteur qui doit évacuer l'apport de l'aire considérée.

Le temps de concentration  $T_C$  est donné par :

$$T_C = t_1 + t_2 + t_3$$

Où  $t_1$  : le temps mis par l'eau pour s'écouler dans les canalisations

$$T_1 = L / 60 V$$

Avec  $L$  : parcours amont en égout (m)

$V$  : vitesse d'écoulement (m/s)

$t_2$  : temps mis par l'eau ruisselant des toits, aires, ... pour atteindre la bouche d'égout la

plus proche, en général on prend  $t_2 = (2 \text{ à } 20 \text{ mn})$

$t_3$  : temps mis par l'eau pour ruisseler dans les parcours superficiels.

## 8.1.2 Coefficient de correction (MINORATEUR) :

Pour tenir compte de la distribution de la pluie dans l'espace, il y a lieu d'appliquer un coefficient MINORATEUR  $\alpha$  déterminé d'après une loi de répartition de pluie.

- Pour des bassins longs (rectangle étroit, largeur = 1/2 de la longueur), ce coefficient sera égal à :

$$\alpha = 1 - 0,006 \sqrt{d/2}$$

- Pour des bassins ramassés (carré ou cercle)

$$\alpha = 1 - 0,005 \sqrt{d/2}$$

$d$  : distance du milieu du bassin à l'épicentre de l'orage.

## 8.2 Méthode superficielle :

Cette méthode tien compte de l'ensemble des paramètres qui influent sur le ruissellement, elle se traduit par l'équation suivante :

$$Q(f) = K^{\frac{1}{u}} \cdot I^{\frac{v}{u}} \cdot C_r^{\frac{1}{u}} \cdot A^{\frac{w}{u}}$$

Où :  $Q(f)$  : Débit pluvial de fréquence  $f$ , en ( $\text{m}^3/\text{s}$ ).

$K, u, v, w$  : Coefficients d'expression.

$I$  : Pente moyenne du collecteur du sou bassin considéré en (m/m).

$C_r$  : Coefficient de ruissellement.

$A$  : Surface du sous bassin considéré (ha).

Les coefficients d'expression  $K, u, v, w$  sont donnés par les relations :

$$K = \frac{(0,5)^{b(f)} \cdot a(f)}{6.6}$$

$$v = -0,41b(f)$$

$$u = 1 + 0,287b(f)$$

$$w = 0,95 + 0,507b(f)$$

a (f) et b (f) sont des paramètres de la relation :

$$i(t, f) = a(f).t^{b(f)}$$

Où : i (t, f) : Intensité de pluie de durée t et de fréquence f

### 8. 2 .1 Validité de la méthode superficielle :

Les limites d'application de la méthode superficielle sont :

- La limite supérieure de la surface du sous bassin est de 200 ha.
- Le coefficient de ruissellement doit être compris entre 0.2 et 1.
- Le coefficient d'allongement "M" doit être compris entre  $0.8 < M < 2$ .
- La pente doit être comprise entre 0.2 et 5%.

### 8. 2 .2 Coefficient d'allongement :

Le coefficient d'allongement d'un sou bassin est définie comme étant le rapport du plus long parcours hydraulique (L) par le coté du carré ayant une surface équivalente à celle du bassin en question, d'ou on à :

$$M = \frac{L}{\sqrt{A}}$$

M : Coefficient d'allongement du sou bassin.

L : Longueur du plus long parcours hydraulique (m).

A : Surface du sou bassin considéré (m<sup>2</sup>)

### 8. 2 .3 Pente moyenne :

La pente moyenne d'un sou bassin est prise généralement égale à la pente moyenne du collecteur qui le dessert.

Quand le parcours de l'eau ruisselante ne présente pas de déclivité, la pente sera calculée comme étant le rapport entre la différence des cotes amont et aval sur la longueur de ce parcours.

$$I = \frac{C_{am} - C_{av}}{L} \quad (\text{m/m})$$

C<sub>am</sub> : Côte amont du parcours (m).

C<sub>av</sub> : Côte aval du parcours (m).

L : Longueur du tronçon (m).

Dans le cas où on a plusieurs sous bassins qui présentent des pentes partielles et des coefficients d'allongement différents, nous déterminons les caractéristiques de chaque groupement de sous bassins, à l'aide des formules suivantes :

Tableau N° : Caractéristiques de chaque groupement de sous bassin :



## Généralités sur les réseaux d'assainissement

bassin en série	bassin en parallèle
$A = \sum_{i=1}^N A_i$	$A = \sum_{i=1}^N A_i$
$C_{req} = \frac{\sum_{i=1}^N C_{ri} \cdot A_i}{\sum_{i=1}^N A_i}$	$C_{req} = \frac{\sum_{i=1}^N C_{ri} \cdot A_i}{\sum_{i=1}^N A_i}$
$I_{éq} = \left[ \frac{\sum_{i=1}^N I_i}{\sum_{i=1}^N \left( \frac{L_i}{\sqrt{I_i}} \right)} \right]^2$	$I_{éq} = \left[ \frac{\sum_{i=1}^N I Q_i}{\sum_{i=1}^N Q_i} \right]^2$
$M = \frac{L}{\sqrt{A}}$	$M = \frac{L}{\sqrt{A}} (Q_{\max})$