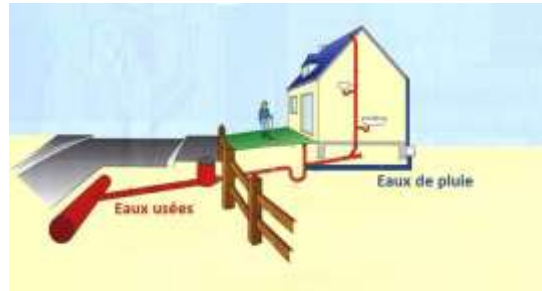


## Chapitre 2 : L'assainissement

### 1. Définition de l'assainissement :

Désigne l'ensemble des moyens **de collecte, de transport et de traitement d'épuration** des *eaux usées et des eaux pluviales* avant leur rejet dans les rivières ou dans le sol.



### 2. Objectif de l'assainissement :

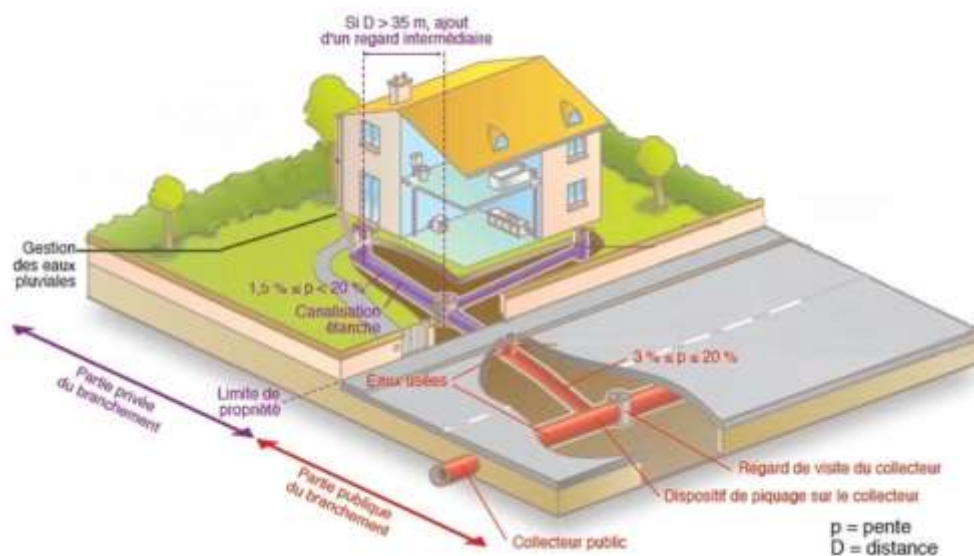
L'assainissement doit remplir ces objectifs principaux :

- **Assurer** l'évacuation et le traitement des eaux usées et des eaux pluviales;
- **Minimiser les risques** pour la santé et pour l'environnement ;
- **Assurer la protection** des biens et des personnes jusqu'à une certaine intensité de la pluie.

### 3. Principe de l'assainissement :

Les réseaux d'assainissement sont des conduites qui fonctionnent par **gravité**. Les effluents sont acheminés **d'un point haut vers un point bas**, de manière à ce que l'écoulement se fait **le plus rapidement possible sans occasionner de nuisance au voisinage** (mauvaises odeurs ou débordement).

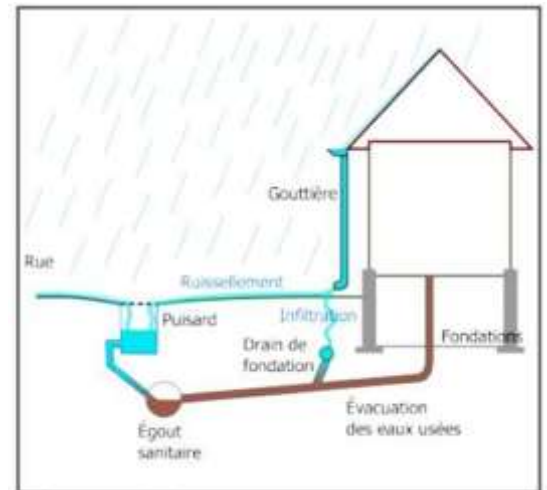
Les réseaux d'assainissements sont classés **en trois catégories** selon que les **eaux usées et pluviales** sont collectées de manière **unitaire** ou **séparée**



### 3.1. Le système unitaire :

Le système unitaire permet de recevoir l'ensemble des **effluents - eaux usées** (ménagères et industrielles) et **eaux de pluviales** dans **un même collecteur**.

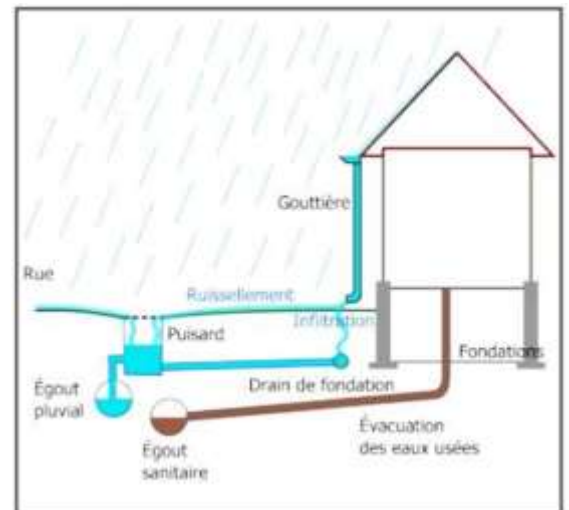
- AVANTAGES :
  - ✓ Sa **construction** est **plus économique** du fait qu'il faut bâtir **un seul réseau** ;
  - ✓ L'**entretien** du réseau est **plus économique**. Les eaux pluviales ont un **effet d'auto-nettoyage important**.
- INCONVÉNIENT :
  - ✓ Les stations **d'épuration** ne peuvent **pas** supporter les débits des eaux de pluie.



### 3.2. Le système séparatif :

Le système **séparatif** est constitué de **deux réseaux**, le **premier** est destiné aux **des effluents - eaux usées** (ménagères et industrielles) et le **deuxième** aux **eaux de pluviales**.

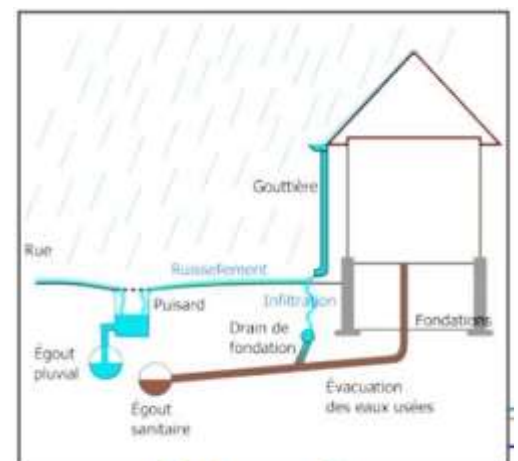
- AVANTAGES :
  - ✓ Les **eaux usées** et les **eaux de pluie** ne se **mélange pas**.
  - ✓ Les **coûts de traitement** des eaux usées sont **faibles**.
- INCONVÉNIENTS :
  - ✓ **Coûts d'entretien** des réseaux et **leurs nettoyages** sont **élevés**.
  - ✓ Même si les **eaux de pluie** et celles **usées** ne sont **pas** mélangés, les **eaux pluviales** des zones urbaines sont **polluées** et **nécessitent un traitement**.



### 3.3. Le système pseudo-séparatif :

Le système pseudo-séparatif **combine les deux systèmes** précédents. La **collecte des eaux pluviales** provenant **des toitures** s'effectue avec les **effluents - eaux usées** (ménagères et industrielles), **seules** les eaux de **ruissellement de la voirie** sont **recupérées séparément**.

- AVANTAGE :
  - ✓ Les **coûts de traitement** des **eaux usées** sont **faibles**, **autocurage** des **canalisations**.
- INCONVÉNIENT :
  - ✓ Même si les **eaux de pluie** et celles **usées** ne sont **pas** mélangés, les **eaux pluviales** des zones urbaines sont **polluées** et **nécessitent un traitement**.



#### 4. Quantité des eaux à évacuer :

Les quantités d'eau dépendent essentiellement de la nature de l'occupation du sol, de la densité de population, de la nature des bâtiments (collectifs ou individuelles) présence ou non d'industrie. La quantité et la nature de l'effluent collecté sont différentes : centre urbain, zone pavillonnaire, zone rurale, lotissement industriel, centre commercial, etc.



Eaux pluviales

Eaux usées domestiques

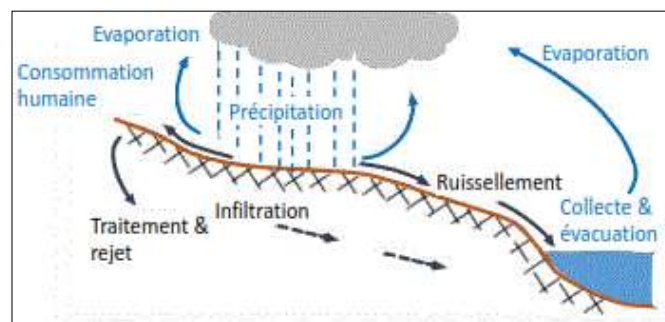
Eaux usées industrielles

##### 4.1. Les eaux pluviales :

La pluie est un phénomène aléatoire, elle varie dans le temps et l'espace. La pluie est caractérisée par plusieurs paramètres :

- Sa durée  $t$  ;
- La hauteur d'eau totale de la précipitation  $h$  ;
- L'intensité moyenne  $i_m$  qui est le rapport entre  $h$  et  $t$  ;
- La période de retour  $T$ , durée moyenne qui sépare deux évènements d'une valeur supérieur ou égale pour un paramètre : pluie décennale.

Lors d'une précipitation, l'eau de pluie commence à s'infiltrer, une fois le sol saturé, l'eau va ruisseler pour atteindre le point le plus bas.



Cycle simplifié des eaux de pluie.

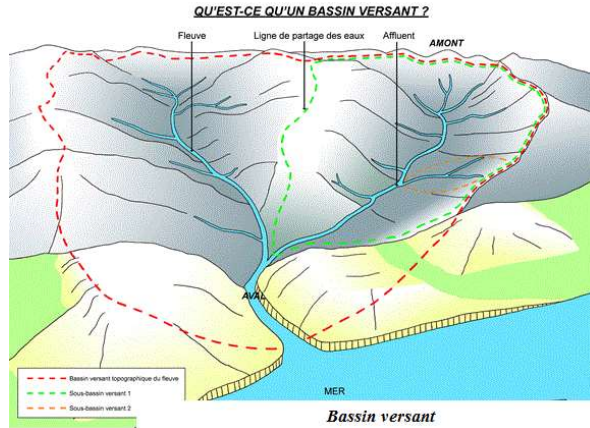
##### 4.2. Les eaux de ruissellement :

Le débit des eaux qui ruissellent lors d'une précipitation de pluie, dépend essentiellement des caractéristiques du bassin versant dans lequel elle se produit.

Plusieurs méthodes peuvent nous permettre d'estimer le débit, parmi elle la méthode superficielle de CAQUOT.

**Les conditions d'application de cette méthode :**

- la superficie du bassin versant inférieure à 200 ha;
- la pente maximale ne dépasse pas 5%;
- le coefficient de ruissellement est compris entre 0,2 et 1.



❖ Calcul des débits par la méthode rationnelle de CAQUOT:

Le débit de pointe au cours d'une pluie peut être estimé par la méthode rationnelle de CAQUOT.

$$Q_{brut} = k^{1/u} \cdot I^{v/u} \cdot C^{1/u} \cdot A^{w/u} \quad K = \frac{0,5^b \cdot a}{6,6} \quad u = 1 + 0,287 \cdot b \quad v = -0,41 \cdot b \quad w = 0,95 + 0,507 \cdot b$$

$Q_{corrige}$

A : surface du bassin versant (ha)    I : pente moyenne du bassin versant (m/m)

C : Coefficient de ruissellement, il dépend de la nature du sol et du degré de son imperméabilité

K : coefficient caractéristique    a et b : sont les coefficients de Montana, a>0, b<0

En Algérie les paramètres a et b sont égales à a = 4 et b=-0,5 pour une période de retour de 10 ans

K = 0,86    u = 0,86    v = 0,21    w = 0,7

$$Q_{brut} = k^{1/u} \cdot I^{v/u} \cdot C^{1/u} \cdot A^{w/u}$$

$$Q_{brut} = 0,84 \cdot I^{0,24} \cdot C^{1,17} \cdot A^{0,81}$$

*Valeur du coefficient de ruissellement C*

Typologie d'habitat	Coefficient de ruissellement
Petits immeubles commerces	0,45
Immeubles résidentiels	0,45
Habitat Mixte (villas-immeubles)	0,45
Moyennes villas	0,35
Grandes villas	0,3
Habitat économique	0,7
Zones industrielles	0,6
Espaces verts - parcs	0,1
Voiries-parking	0,9

$$Q_{brut} = 0,84 \cdot I^{0,24} \cdot C^{1,17} \cdot A^{0,81}$$

$$Q_{corrigé} = m \cdot Q_{brut}$$

avec  $m = \left(\frac{M}{2}\right)^U$  et  $U = \frac{0,84 \cdot b}{1 + 0,287 \cdot b}$  et M : coefficient d'allongement =  $\frac{L}{\sqrt{A}}$

L : longueur du bassin versant en hectomètre

M > 0,8

En Algérie les paramètres a et b sont égales à a = 4 et b = -0,5 pour une période de retour de 10 ans

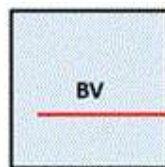
$$Q_{corrigé} = 0,84 \cdot m \cdot I^{0,24} \cdot C^{1,17} \cdot A^{0,81}$$

Avec  $m = \left(\frac{L}{2 \cdot \sqrt{A}}\right)^{-0,49}$

### Assemblage des bassins versants

Paramètres Equivalents	Aeq	Ceq.	leq	Meq.
Bassins en série	$\sum A_j$	$\frac{\sum C_j \cdot A_j}{\sum A_j}$	$\left( \frac{\sum L_j}{\sum \frac{L_j}{\sqrt{I_j}}} \right)^2$	$\frac{\sum L_j}{\sqrt{\sum A_j}}$
Bassins parallèle en	$\sum A_j$	$\frac{\sum C_j \cdot A_j}{\sum A_j}$	$\frac{\sum I_j \cdot Q_{pj}}{\sum Q_{pj}}$	$\frac{L \cdot (Q_{pj} \max)}{\sqrt{\sum A_j}}$

Exemple 1 : calculez le débit des eaux de ruissellement d'une crue ayant une période de retour T = 10 ans



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

$$m = \left(\frac{L}{2 \cdot \sqrt{A}}\right)^{-0,49}$$

$$Q_{corrigé} = 0,84 \cdot m \cdot I^{0,24} \cdot C^{1,17} \cdot A^{0,81}$$

$$Q_{corrigé} = 177,27 \text{ l/s}$$

	I(m/m)	A (ha)	C	L(m)
BV	$3 \times 10^{-3}$	2,85	0,3	150

La méthode rationnelle de CAQUOT est applicable

- la superficie du bassin versant < 200 ha
- la pente maximale < pas 5%
- le coefficient de ruissellement est compris entre 0,2 et 1.

$$M = \frac{1,5}{\sqrt{2,85}} = 0,89 > 0,8$$

$$m = \left(\frac{L}{2 \cdot \sqrt{A}}\right)^{-0,49} = \left(\frac{1,5}{2 \cdot \sqrt{2,85}}\right)^{-0,49} = 1,49$$

$$Q_{corrigé} = 0,84 \cdot m \cdot I^{0,24} \cdot C^{1,17} \cdot A^{0,81}$$

$$= 0,84 \cdot 1,49 \cdot 0,003^{0,24} \cdot 0,3^{1,17} \cdot 2,85^{0,81}$$

$$= 0,17727 \text{ m}^3/\text{s} = 177,27 \text{ l/s.}$$

### 4.3. Les eaux usées (calcul du débit) :

Le débit des eaux usées est calculé comme suit :

$$Q_m = \frac{n \cdot C}{86400}$$

$Q_m$  Débit moyen par temps sec (l/s)

n nombre d'habitants desservis

C consommation d'eau potable (l/jour/hab)

- zones de logements : de 100 à 150 l/j/personne ;
- zones de bureaux : de 30 à 75 l/j/personne ;
- zones d'activités (artisanat, commerce) : de 70 à 130 l/j/personne.

La valeur peut être corrigée par un coefficient de pointe

$$Q_{\text{pointe}} = K_{\text{pointe},j} \times Q_m$$

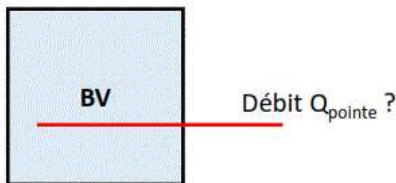
$Q_{\text{pointe}}$  Débit de pointe

$$K_{\text{pointe}} = 1,5 + \frac{2,5}{\sqrt{Q_m}}$$

$K_{\text{pointe}}$  coefficient de pointe

avec  $1,5 \leq K_{\text{pointe}} \leq 4$

Exemple 1 : calculez le débit des eaux usées de ruissellement d'une crue ayant une période de retour T = 10 ans



	A (ha)	Densité habitat (hab/ha) (ha)	Typologie
BV	2,85	300	Habitat Collectif

$$Q_m = \frac{n \cdot C}{86400}$$

Consommation d'eau potable : 150 l/j/hab

$n = 300 \times 2,85 = 855$  habitants

$$Q_m = \frac{855 \cdot 150}{86400} = 1,48 \text{ l/s}$$

$$Q_{\text{pointe}} = K_{\text{pointe}} \times Q_m$$

$$K_{\text{pointe}} = 1,5 + \frac{2,5}{\sqrt{1,48}} = 3,55$$

$$K_{\text{pointe}} = 1,5 + \frac{2,5}{\sqrt{Q_m}}$$

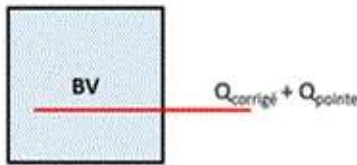
$$Q_{\text{pointe}} = 3,55 \times 1,48 = 5,26 \text{ l/s}$$

$$Q_{\text{pointe}} = 5,26 \text{ l/s}$$

### 4.4. La quantité totale des eaux à évacuer :

La quantité des eaux à évacuer est la somme du débit des eaux pluviales et la quantité des eaux usées.

Exemple 1 : La quantité totale des eaux à évacuer est  $Q_{\text{corrigé}} + Q_{\text{pointe}}$



$$Q_{\text{corrigé}} = 177,27 \text{ l/s}$$

$$Q_{\text{pointe}} = 5,26 \text{ l/s}$$

$$Q_{\text{corrigé}} + Q_{\text{pointe}} = 177,27 + 5,26 = 183 \text{ l/s}$$

$$Q_{\text{corrigé}} + Q_{\text{pointe}} = 183 \text{ l/s}$$

	$l$ (m/m)	A (ha)	C	L(m)
BV	$3 \times 10^{-3}$	2,85	0,3	150

	A (ha)	Densité habitat (hab/ha)	Typologie
BV	2,85	300	Habitat Collectif

Consommation d'eau potable : 150 l/j/hab

## 5. Dimensionnement des réseaux d'assainissement :

Le débit (Q) de l'eau évacué par une conduite de section (S) est donné par la formule suivante :

$$Q = V \cdot S$$

Avec V est la vitesse d'écoulement dans la conduite (m/s), Q ( m<sup>3</sup>/s) et S (m<sup>2</sup>)

- La vitesse d'écoulement nécessaire pour éviter le dépôt de sable et un auto-curage un minimum de **0,6 m/s** pour la 1/0 du débit de pleine section et maximum de **4 m/s**.
- Le diamètre minimum de la conduite est de 300 mm
- La pente (I) dépend du tableau suivant

Diamètre(mm)	300	400	500	600	800	1000
Pente min ( ‰)	3,0	2,1	1,5	1,2	0,8	0,6
Pente max ( ‰)	10,3	7,03	5,22	4,09	2,79	2,07

La vitesse de l'écoulement est donné par la formule de **Manning Strickler**

$$V = K R^{2/3} I^{1/2}$$

En utilisant cette formule le diamètre de la canalisation est donné comme suit :

$$D = \left( \frac{4^{5/3} \cdot Q}{(\pi \times 70 \times \sqrt{I})} \right)^{3/8} \quad D = \left( \frac{10 \cdot Q}{(220 \times \sqrt{I})} \right)^{3/8}$$

	K	
Nature de la parois	Bon état	Mauvais état
Parfaitement lisse	100	77
Canalisation en fonte ou en grès	90	--
Béton	83	67

Calcul du diamètre de canalisation nécessaire pour évacuer le débit des eaux pluviales et la quantité des eaux usées de l'exemple 1 si la pente de la canalisation est de 2 ‰.

$$Q_{\text{eaux pluviale}} + Q_{\text{eaux usées}} = 183 \text{ l/s}$$

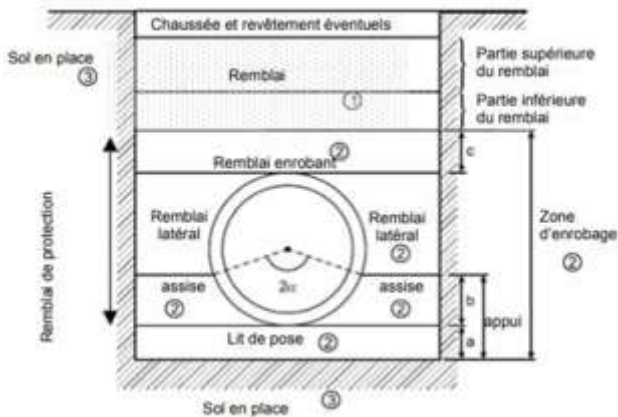
$$D = \left( \frac{10 \cdot Q}{(220 \times \sqrt{I})} \right)^{3/8} \quad D = \left( \frac{10 \cdot 0,183}{(220 \times \sqrt{0,02})} \right)^{3/8}$$

$$D = \left( \frac{10 \cdot 0,183}{(220 \times \sqrt{0,02})} \right)^{3/8} = 0,345 \text{ m}$$

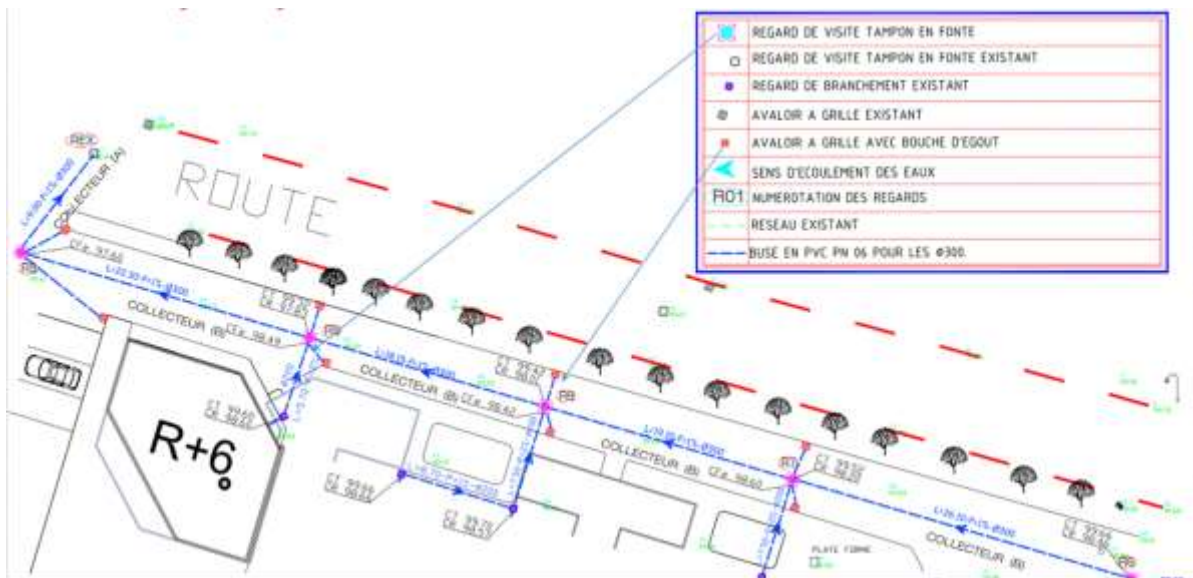
Nous utiliserons un diamètre minimal de **400 mm** pour évacuer le débit des eaux pluviales et la quantité des eaux usées

## 6. Techniques de réalisation d'un réseau d'assainissement :

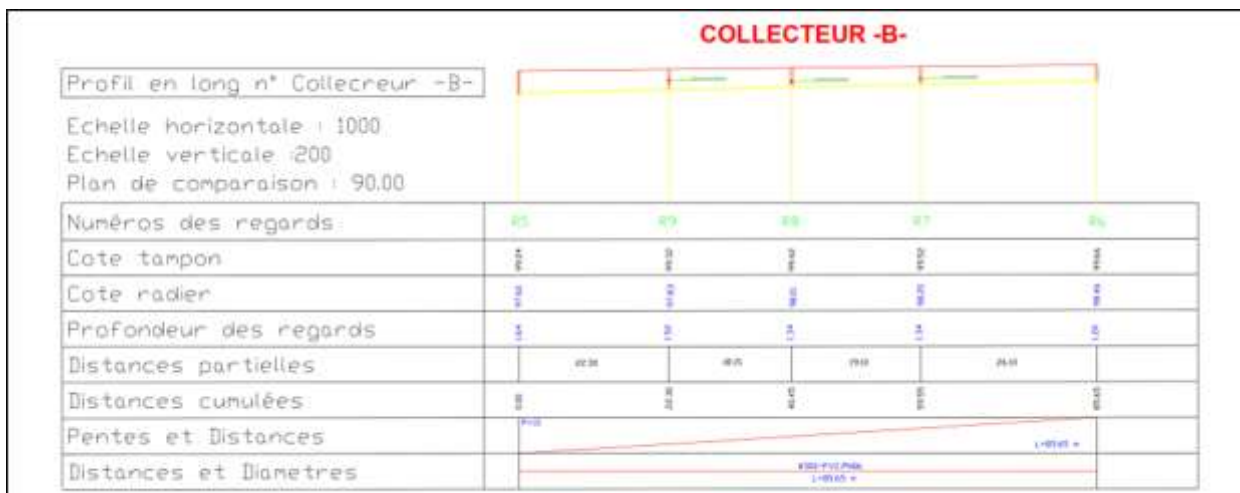
### 6.1. Mise en place d'un réseau d'assainissement :



### 6.2. Exemple d'un plan d'assainissement :

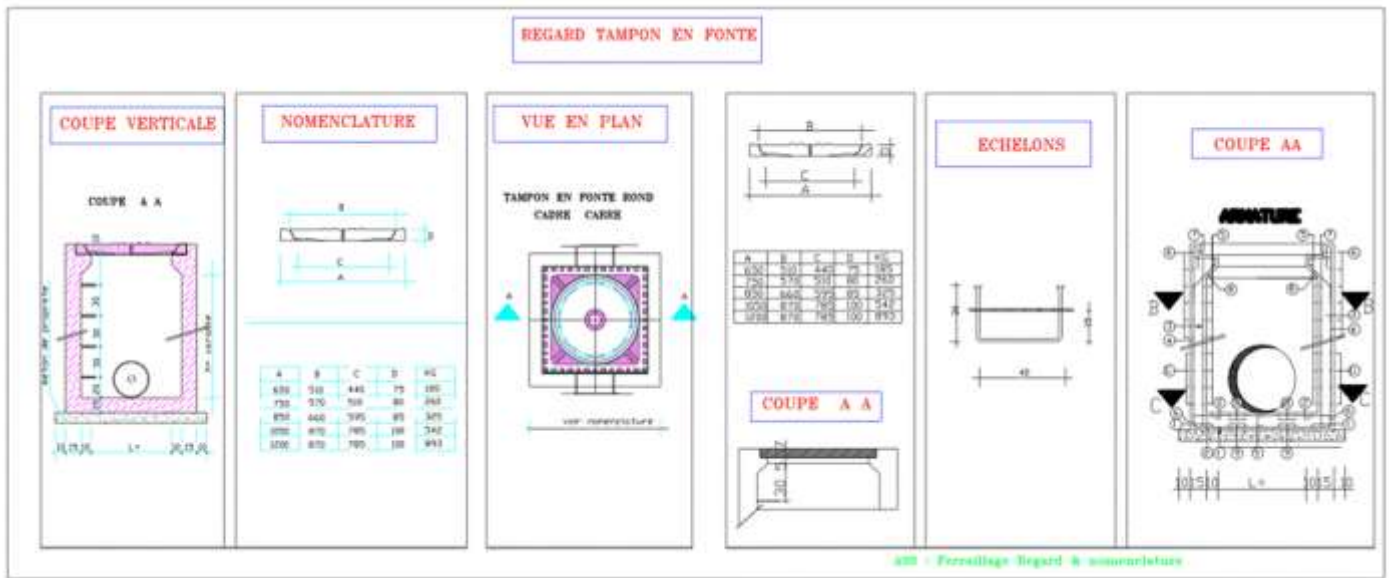


### 6.3. Exemple d'un profile en long d'assainissement :





**6.4. Détail d'un regard tampon :**



**6.5. Détail d'une boîte de branchement et avaloir :**

