

7.II.CALCUL HYDRAULIQUE DES OUVRAGES D'ÉCOULEMENT

7.1. Forme des ouvrages

Les canalisations d'écoulement de petit diamètre sont généralement circulaires. La forme ovoïde qui permet, à pente et débit égaux, une vitesse plus grande n'est utilisée que pour les ouvrages plus importants. Pour permettre aux personnels d'exploitation de circuler au temps sec dans les collecteurs de grand diamètre, il est préférable de construire des collecteurs à banquette. La cunette étant calculée pour l'écoulement du débit de temps sec et de petite pluie.

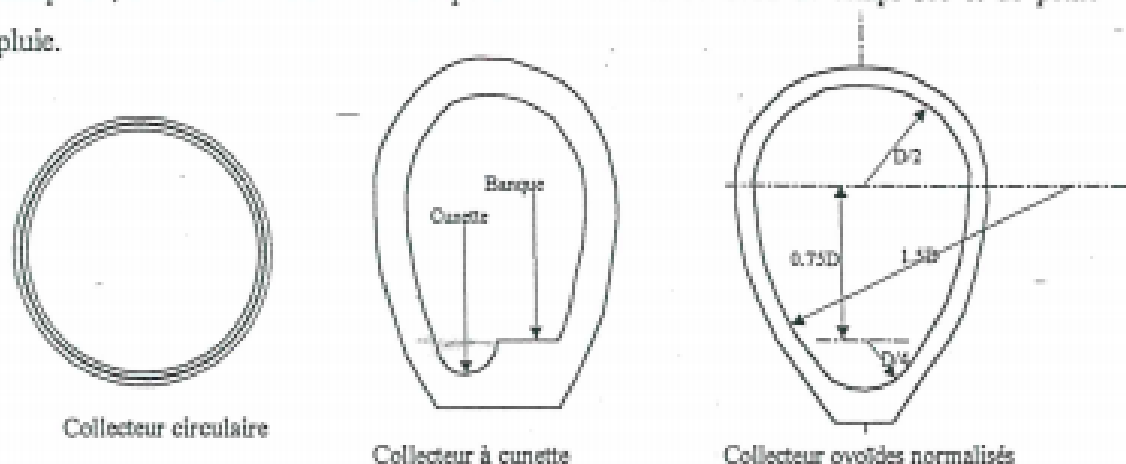


Figure V.5: forme des ouvrages

7.2. Écoulement à surface libre

L'écoulement dans les égouts se fait d'une façon semblable à l'écoulement dans des canaux ouverts. Le dimensionnement des réseaux d'évacuation des eaux usées et eaux pluviales est effectué alors sur la base d'un écoulement permanent complètement développé d'un fluide incompressible le long d'une canalisation à surface libre régi par l'équation de Chezy :

$$Q = S \cdot C \sqrt{Rh I} \quad \text{avec} \quad C = k_s \cdot R_h^{1/6}$$

$$\Rightarrow Q = S \cdot k_s \cdot R_h^{1/6} \cdot R_h^{1/2} \cdot I^{1/2} \Rightarrow Q = k_s \cdot R_h^{2/3} \cdot S \cdot I^{1/2}$$

Où Q est le débit R_h est le rayon hydraulique, I est la pente moyenne de la canalisation, C est le coefficient de Chezy qui dépend non-seulement de la nature de la paroi mais aussi de la répartition des vitesses, c'est à dire des éléments de la section (dimension, forme) et K_s coefficient de Strickler qui dépend de la nature des parois.

Pour les conduites lisses telle que PVC et Polyéthylène on prend $K_s = 100$

Pour les autres types de conduite on prend $K_s = 70$ pour eaux usées et 60 pour eaux pluviales.

Pour des raisons d'exploitation, l'ONAS limite les diamètres minimaux à :

- 0.250 m pour les eaux usées ;
- 0.300 m pour les eaux pluviales.

Dans le cadre de l'application de l'instruction technique, pour dimensionner une canalisation, on suppose qu'elle est circulaire et remplie à pleine section. Les diamètres des canalisations varient de manière discrète en fonction des disponibilités des fournisseurs de canalisation.

On connaît que $Q = K_s \cdot R h^{2/3} \cdot I^{1/2} \cdot S$

On suppose au début que la conduite est pleine donc $R h = \frac{D}{4}$

$$\Rightarrow D = \left[\frac{Q \cdot 4^{5/3}}{\pi \cdot I^{1/2} \cdot K_s} \right]^{3/8} \cong D = \left[\frac{Q}{0.31152 \cdot K_s} \right]^{3/8} \cdot I^{-3/16}$$

D'après les diamètres disponible, on choisit un diamètre supérieur ou égale au diamètre calculé. Le dimensionnement des canalisations d'eaux usées et d'eaux pluviales peut être directement effectué à l'aide des abaques (annexe V.2 et V.3) développés sur la base de la formule de Bazin avec des coefficients de 0,25 ($K_s=70$) et 0,46 ($K_s=60$) respectivement pour eaux usées et eaux pluviales.

VIII CRITERES DE CONCEPTION DES SYSTEMES D'EGOUTS

8.1 Choix des types de canalisations

Plusieurs types de tuyaux usuellement employés pour l'assainissement sont disponibles sur le marché. On distingue surtout :

- les tuyaux en béton armé ;
- les tuyaux en PVC ;
- les tuyaux en polyéthylène (PE).

Le choix parmi ces types dépend de plusieurs facteurs dont :

- la classe de résistance ;
- la résistance aux sollicitations externes et internes (eau, sol) ;
- la résistance à la corrosion ;
- le diamètre intérieur de la canalisation ;
- le coût et la disponibilité sur le marché.

Les tuyaux en Polychlorure de Vinyle (PVC) sont disponibles avec des diamètres qui varient de 160 à 630 mm. Ils se caractérisent par une rugosité intérieure assez faible qui limite la perte de charge linéaire et facilite l'auto-curage du réseau. De plus les tuyaux en PVC peuvent être posés en tous terrains et présentent une bonne résistance à l'écrasement et à la corrosion. De même pour les conduites en polyéthylène (PE haute densité (PEHD) et le PE basse densité (PEBD)), la rugosité intérieure est faible et les diamètres varient de 160 à 250mm. Quant aux tuyaux en béton armé, les diamètres commercialisés vont de 250 jusqu'à 2000 mm. Cependant, ils nécessitent une protection particulière dans un milieu corrosif surtout en présence des sulfates.

Les critères techniques adoptés dans le choix du type de canalisation (rugosité intérieure minimale, bonne résistance à l'écrasement et à la corrosion et la facilité de mise en œuvre) favorisent le choix des tuyaux en PVC et en polyéthylène pour les petits diamètres, et les tuyaux en bétons pour les diamètres importants.

8.2. Dispositions Constructives

8.2.1. Prétraitement des rejets spécifiques

~~Le réseau d'assainissement ainsi que le fonctionnement de la station d'épuration doivent être~~
protégés contre toute obstruction, produits corrosifs ou agressifs. Il convient, par conséquent, que des établissements tels que les stations-services, restaurants, hôpitaux, abattoirs et tanneries disposent d'équipements en pré-traitement privés. L'abattoir doit être équipé d'un système permettant de récupérer le sang, d'un dégrilleur et d'un dessableur. Les stations-services et les garages doivent disposer d'un séparateur d'hydrocarbure et d'un déshuileur. Quant aux hôpitaux, ils doivent disposer d'un incinérateur ou stérilisateur pour éviter le rejet de tout effluent contagieux et dangereux pour le personnel d'exploitation. Le cas des huileries n'est pas traité puisqu'on n'envisage pas leur raccordement au réseau (problème de marge).

8.2.2. Calage

Pour placer tous les riverains dans la même situation, l'exécution du branchement conduit à placer les collecteurs dans l'axe des chaussées. Cependant cette disposition entraîne des

inconvenients pour la circulation lors des travaux de réparation ou d'entretien ; les regards sont une source de déformation de la chaussée.

En système unitaire, le profil en long doit tenir compte de la pente minimale de la canalisation et respecter la topographie des lieux. En système séparatif, les deux canalisations sont généralement parallèles, sachant que l'eau usée exige une pente plus importante que l'eau pluviale.

Il est à noter que le regard de tête de chaque collecteur aura généralement une profondeur comprise entre 1,3 m et 1,5m et ce pour tenir compte d'une part des futures extensions et de garantir le raccordement de la quasi-totalité des riverains d'autre part.

8.2.3. Profondeur

Pour des raisons économiques, on tâche de ne pas placer les canalisations à trop grande profondeur ; il faut respecter une profondeur minimale pour :

- éviter tout risque d'écrasement par des charges roulantes ; l'égout doit résister à la charge d'une roue de 10 tonnes nécessitant un remblai de 80 cm sous la chaussée.
- éviter tout risque d'intercommunication entre les égouts et les conduites d'adduction d'eau potable (à cause de cela, l'égout est toujours plus bas que toutes les autres conduites)
- faciliter le raccordement des « sous-sols des immeubles ».

Donc et afin de protéger le collecteur, il est nécessaire d'assurer un recouvrement minimum de 80cm entre la génératrice supérieure de la conduite et la coté du terrain naturel. Si le profil du terrain naturel ne permet pas, des considérations techniques particulières doivent être envisagées (dallette de protection, enrobage de la conduite etc...)

8.2.4. Pentes minimales

Les pentes minimales sont ceux qui permettent de satisfaire la condition d'auto-curage du réseau. L'instruction française technique relative aux réseaux d'assainissement des agglomérations fixe la pente minimale d'un réseau à 4 ‰. Les valeurs adoptées des pentes sont celles qui suivent la pente du terrain naturel. Cependant, ces pentes ne doivent pas être inférieures à 3 ‰, valeur considérée en cas d'un terrain plat.

8.2.5. Condition d'auto-curage

Vu la présence de matériaux transportés en suspension avec les eaux usées le réseau doit assurer la propriété "d'auto-curage". On admet que l'auto-curage est satisfait si :

- à pleine ou à demi-section, un tuyau circulaire doit assurer une vitesse d'écoulement de 0,7 m/s ou à l'extrême rigueur 0,5 m/s ;
- Pour un remplissage égale à $\frac{2}{10}$ du diamètre, la vitesse d'écoulement doit être au moins 0,3 m/s. Cela entraîne et remet en suspension les sables fins qui aurait pu se déposer en dehors des périodes de consommation (pendant la nuit par exemple) ainsi que les matériaux qui auraient commencé à adhérer à la conduite (vases organiques par exemple).

La vitesse à pleine section doit être inférieure à 4m/s.

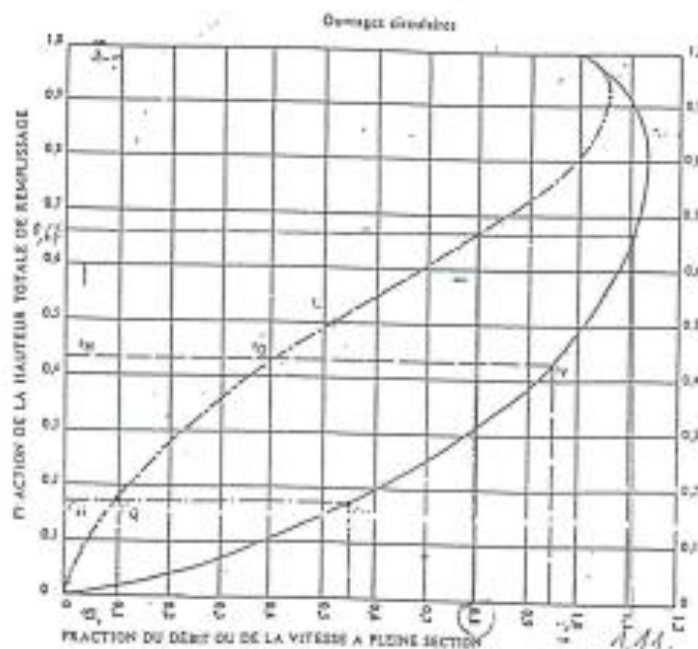
Pour chercher les vitesse à des différentes hauteurs de remplissage on utilise les courbes suivantes (r_Q et r_V en fonction de Y/D)

avec r_Q : est le rapport du débit transporté (Q) au débit à pleine section (Q_{ps});

r_V : est le rapport de la vitesse d'écoulement (V) à la vitesse à pleine section (V_{ps}).

Y : hauteur de remplissage ;

D : Diamètre de la conduite



89 - Section circulaire partiellement pleine

Voir aussi l'A. 88

$$D = H$$

$$h = \alpha H = \alpha D$$

$$\begin{array}{l} S = \beta D^2 \quad \left| \begin{array}{l} C'_k = R^{2/3} = \varepsilon D^{2/3} \\ R = \gamma D \end{array} \right. \quad \left| \begin{array}{l} U_h = C'_k \cdot C_s \\ C_k = SR^{2/3} = \delta D^{\varepsilon/3} \end{array} \right. \quad \left| \begin{array}{l} U_h = \varepsilon' Q_H \\ Q_h = C_k \cdot C_s \end{array} \right. \quad \left| \begin{array}{l} U_h = \varepsilon' Q_H \\ Q_h = \delta' Q_H \end{array} \right. \end{array}$$

U_h et Q_h — Vitesse moyenne et débit pour une profondeur d'eau h .

U_H et Q_H — Vitesse moyenne et débit correspondant à la section pleine.

$\alpha = \frac{h}{H}$	$\beta = \frac{S}{D^2}$	$\gamma = \frac{R}{D}$	$\varepsilon = \frac{R^{2/3}}{D^{2/3}}$	$\delta = \frac{SR^{2/3}}{D^{8/3}}$	$\varepsilon' = \frac{U_h}{U_H}$ (A. 89)	$\delta' = \frac{Q_h}{Q_H}$ (A. 89)	θ°
0,025	0,0052	0,016	0,063	0,0003	0,159	0,0010	36° 23'
050	0148	033	102	0015	257	0045	51° 41'
075	0268	048	132	0035	333	0112	63° 35'
100	0409	064	159	0065	401	0208	73° 45'
125	0567	079	184	0104	464	0334	82° 49'
0,150	0,0739	0,093	0,205	0,0152	0,516	0,0487	91° 01'
175	0925	108	225	0208	567	0667	98° 55'
200	1118	121	244	0273	615	0876	106° 15'
225	1323	134	262	0347	660	1113	113° 16'
250	1535	147	278	0426	700	1366	120°
0,300	0,1983	0,171	0,308	0,0611	0,776	0,1956	132° 51'
350	2450	194	334	0819	842	2623	145° 51'
400	2933	215	358	1049	902	3364	156° 56'
450	3428	234	379	1301	955	4169	168° 32'
500	3928	250	397	1558	1,000	4997	180°
0,550	0,4428	0,265	0,412	0,1825	1,038	0,5853	191° 29'
600	4923	278	425	2093	071	6713	203° 41'
650	5405	288	436	2354	099	7550	214° 55'
700	5873	297	445	2613	121	8380	227° 9'
750	6320	302	449	2837	131	9099	240°
0,775	0,6533	0,304	0,452	0,2950	1,139	0,9461	246° 44'
800	6735	304	452	3041	139	9753	253° 9'
825	6933	304	452	3131	139	1,0042	261° 51'
850	7115	304	452	3213	139	0305	268° 51'
875	7288	301	449	3271	131	0491	277° 11'
0,900	0,7445	0,299	0,446	0,3322	1,124	1,0654	286° 16'
925	7588	294	441	3345	111	0728	296° 25'
950	7708	287	434	3347	093	0734	308° 19'
975	7803	277	424	3307	068	0606	323° 37'
1,000	7855	250	397	3118	000	0000	360°

Exemple : Dans un collecteur à section circulaire, diamètre $D = 3,0$ m et pente $i = 0,005$, s'écoule une lame liquide de hauteur $h = 2,10$ m. Déterminer la vitesse moyenne U et le débit Q .

Pour $\frac{H}{h} = \frac{2,10}{3} = 0,70$, on obtient au moyen de la table : $\varepsilon = 0,445$; $\delta = 0,2613$.

On a aussi : $D^{2/3} = 2,08$ m^{2/3} (T. 90); $D^{8/3} = 18,72$ m^{8/3} (T. 90); $C'_K =$