

Calcul Hydraulique d'un Réseau d'Assainissement

Connaissant en chaque point, les débits à évacuer et la pente des ouvrages, le choix des sections sera déduit de la formule d'écoulement adoptée. Les dimensions des canalisations varient compte tenu des diamètres courants de fabrication, ce qui apporte de ce fait, une capacité supplémentaire d'écoulement.

1. FORMULE DE CHEZY (Ecoulement uniforme) :

Dans l'instruction technique de 1977, les ouvrages sont calculés suivant une formule d'écoulement résultant de celle de CHEZY :

$$V = C\sqrt{RI}$$

V : Vitesse d'écoulement en m/s

R : Rayon hydraulique

S : section mouillée en m²

P : périmètre mouillé en m

I : Pente de l'ouvrage en m.p.m

C : Coefficient pour lequel on adopte celui donné par la formule de BAZIN

$$C = \frac{87\sqrt{R}}{\gamma + \sqrt{R}}$$

γ : est un coefficient d'écoulement qui varie suivant les matériaux utilisés et la nature des eaux transportées.

a) Canalisations d'eaux usées :

Il se forme une pellicule grasse dans les ouvrages qui améliore les conditions d'écoulement. Aussi, le coefficient de Bazin γ peut être pris égal à **0,25** en tenant compte des inégalités dans le réseau et d'éventuelles intrusions de sable ou de terre.

b) Canalisations d'eaux pluviales ou unitaires :

Il convient de tenir compte que des dépôts sont susceptibles de se former, ce qui conduit à admettre un écoulement sur des parois semi-rugueuses. Le coefficient de Bazin γ peut être pris à **0,46**.

2. Les abaques de l'instruction technique de 1977 :

Elles représentent la relation de Chézy $V = C\sqrt{RI}$, complétée par la formule de Bazin $\frac{87}{1 + \gamma/\sqrt{R}}$.

L'hypothèse est donc faite d'un écoulement uniforme, avec :

1. $\gamma = 0,25$ en eaux usées \Rightarrow abaque ab3
2. $\gamma = 0,46$ en eaux pluviales ou en unitaire \Rightarrow abaque ab4
3. Ces abaques sont construits pour le débit à pleine section avec : $R = \varnothing/4$

Exercice 01 :

Un collecteur à section circulaire de 1000 mm de diamètre et de $I = 12\%$.

- 1) Déterminer le débit plein section par la méthode de Chezy avec $\gamma = 0.46$?
- 2) Déterminer la vitesse d'écoulement de l'eau dans ce collecteur si la hauteur de remplissage $h = 0.8$ m ?

Solution de l'exercice:

I. En utilisant la formule de Chezy : $V = C\sqrt{RI}$; $C = \frac{87\sqrt{R}}{\gamma + \sqrt{R}}$ avec $\gamma = 0.46$

1) Calcul de la vitesse V :

$$C = \frac{87\sqrt{R}}{\gamma + \sqrt{R}} \text{ et } R : \text{ C'est le rayon hydraulique } = S/P = D/4 = 1 \text{ m}/4 = 0.25$$

$$R = 0.25$$

$$C = \frac{87\sqrt{0.25}}{0.46 + \sqrt{0.25}} = 45.31$$

$$C = 45.31$$

$$\text{Donc : } V = 45.31\sqrt{0.25 * 0.012} = 2.48 \text{ m/s}$$

$$V = 2.48 \text{ m/s}$$

2) Calcul du débit :

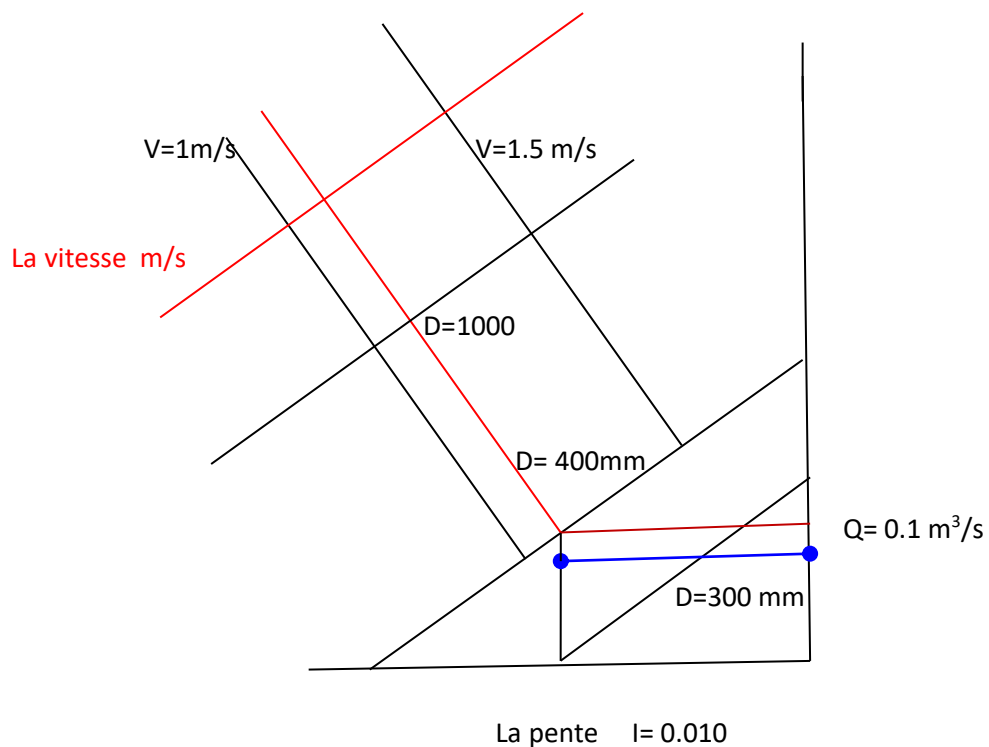
$$Q = V * S = 2.48 [3.14 * (1)^2 / 4] = 1.9458 = 1.95 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q = 1.95 \text{ m}^3/\text{s}$$

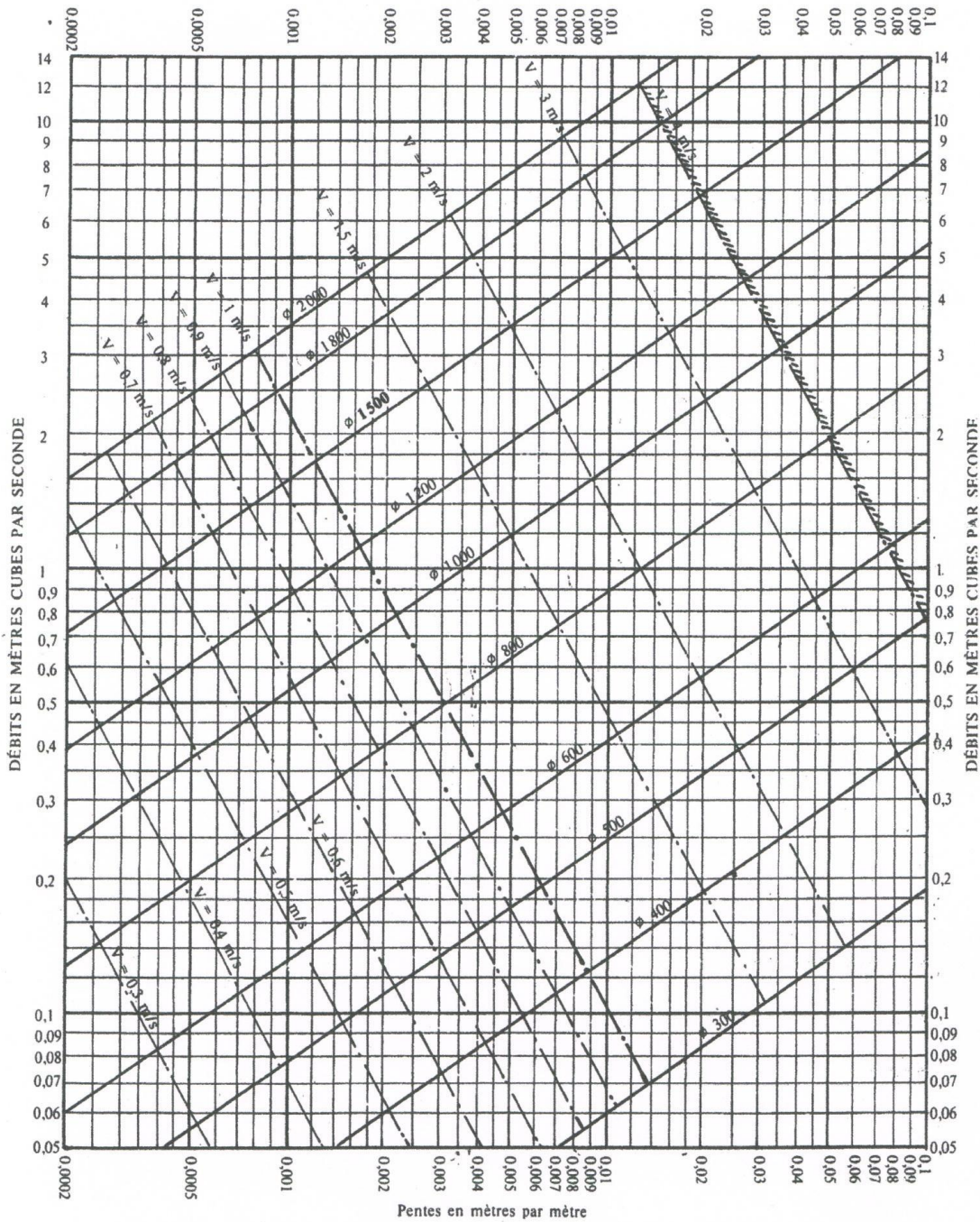
II. Comment nous utilisons les abaques 02 et 03:

Abaque 02 : Réseaux pluviaux en système unitaire ou séparatif (Canalisation circulaire)

Connaissant (la pente du tronçon et le débit)



RÉSEAUX PLUVIAUX EN SYSTÈME UNITAIRE OU SÉPARATIF
(Canalisations circulaires)



Nota. - La valeur du coefficient de Bazin a été prise égale à 0,46. Lorsque la pose des canalisations aura été particulièrement soignée, et surtout si le réseau est bien entretenu, les débits pourront être majorés de 20 % ($\gamma = 0,30$). A débit égal, les pentes pourront être réduites d'un tiers.

a) Le point d'intersection entre (la pente et le débit) , nous donne le diamètre de la conduite .

Dans ce cas : D est entre 300 et 400mm et plus proche de 400 mm , donc on a choisi **D= 400 mm**.

b) Nous continuant la prolongation de la ligne de la pente et du diamètre et on détermine le débit pleine section. **$Q_{ps} = 0.135 \text{ m}^3/\text{s}$**

c) Le point d'intersection de la ligne rouge // à la ligne de la vitesse , nous donne la vitesse à pleine section.

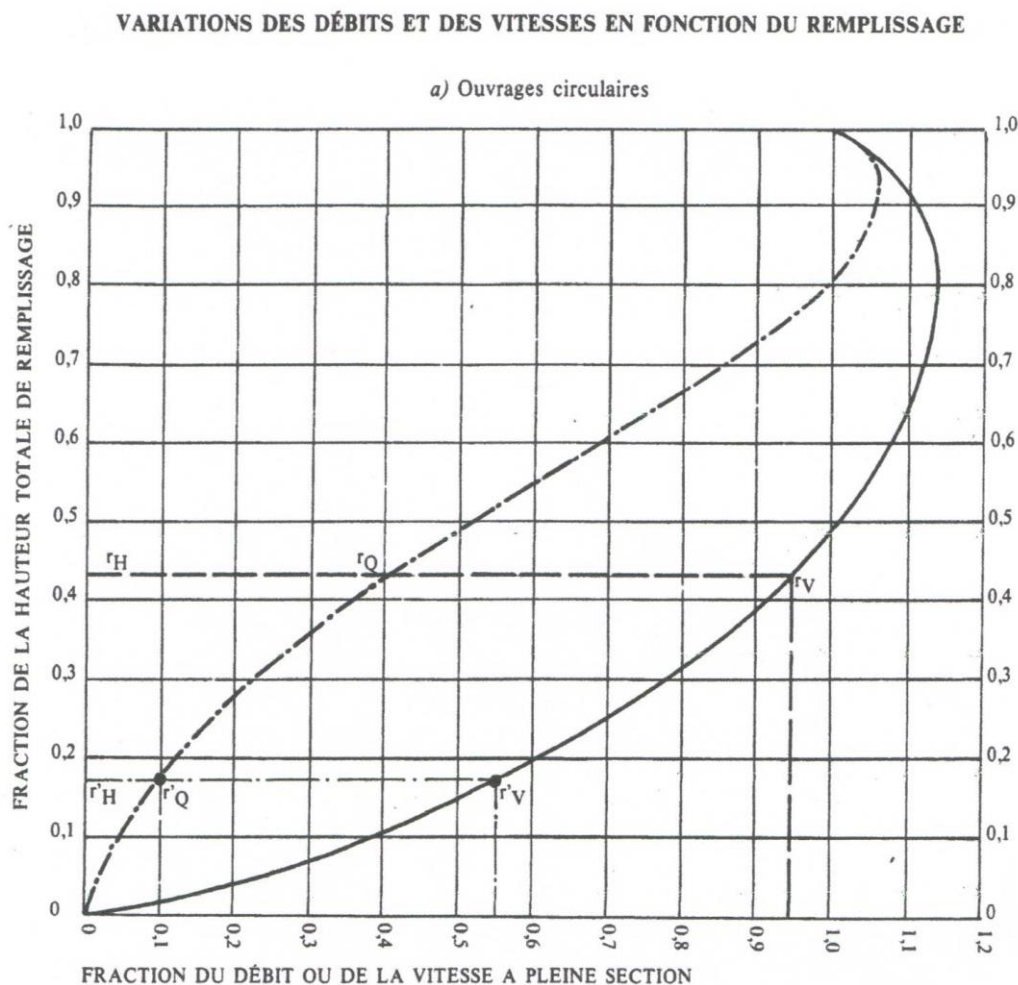
$$V_{ps} = 1.15 \text{ m/s.}$$

Donc l'abaque 02 : nous a permis de déterminer :

- Le diamètre D de la conduite
- Le débit à pleine section Q_{ps}
- La vitesse à pleine section V_{ps} .

L'abaque 03 : Variation des débits et des vitesses en fonction du remplissage

(Ouvrages circulaires)



MODE D'EMPLOI.

Les abaques Ab. 3 et Ab. 4 (a et b) utilisés pour le choix des sections d'ouvrages, compte tenu de la pente et du débit, permettent d'évaluer la vitesse d'écoulement à pleine section.

Pour l'évaluation des caractéristiques capacitaires des conduites, ou pour apprécier les possibilités d'autocurage, le nomogramme ci-dessus permet de connaître la vitesse atteinte en régime uniforme pour un débit inférieur à celui déterminé à pleine section.

Les correspondances s'établissent, soit en fonction de la fraction du débit à pleine section, soit en fonction de la hauteur de remplissage de l'ouvrage.

Exemples :

Pour $r_Q = 0,40$, on obtient $r_V = 0,95$ et $r_H = 0,43$.

Pour $Q_{ps}/10$, on obtient $r'_V = 0,55$ et $r'_H = 0,17$ (autocurage).

Nota. — Pour un débit égal au débit à pleine section, la valeur du rapport $r_Q = 1,00$ est obtenue avec $r_H = 0,80$.

Le débit maximum ($r_Q = 1,07$) est obtenu avec $r_H = 0,95$.

La vitesse maximum ($r_V = 1,14$) est obtenue avec $r_H = 0,80$.

Ces dernières conditions d'écoulement à caractère assez théorique ne peuvent être obtenues que dans des conditions très particulières d'expérimentation.

Nous avons les rapports suivants :

- **Le rapport des débits :**

$$r_Q = Q / Q_{ps}$$

- **Le rapport des vitesses :**

$$r_v = V_{éc} / V_{ps}$$

- **Le rapport des hauteurs :**

$$r_H = H / D$$

II. Revenant à l'exercice en utilisant les abaques :

Connaissant $H = 0.8$ m et le diamètre $D = 1000$ mm, on calcule :

- Le $r_H = 0.8/1 = 0.8$

De l'abaque on tire la valeur de $r_v = 1.13$

donc la vitesse d'écoulement $V_{éc} = r_v * v_{ps} = 1.13 * 2.48 = 2.80$ m/s

$$V_{éc} = 2.80 \text{ m/s}$$

et on tire aussi le $r_Q = 1.00 \text{ m}^3/\text{s} = Q_t / Q_{ps}$ donc le $Q_t = Q_{ps} * r_Q = 0.195 * 1 = 0.195 \text{ m}^3/\text{s}$

$$Q_t = 0.195 \text{ m}^3/\text{s}$$

Dr : Seghairi Nora

Responsable du module Assainissement