



Centre Universitaire Abdelhafid Boussouf - Mila
2024-2025 Semestre 1

Assainissement

– Cours 4 –

Chapitre 04 : Calcul hydraulique du réseau d'évacuation des eaux usées



Staff pédagogique

Nom	Grade	Institut	Adresse e-mail
Boumessenegh Amel	MCB	Sciences et Technologie	a.boumessenegh@centre-univ-mila.dz

Etudiants concernés

Institut	Département	Année	Spécialité
Sciences et Technologie	GC et hydraulique	Licence 3	Hydraulique urbaine

Objectifs du cours 4

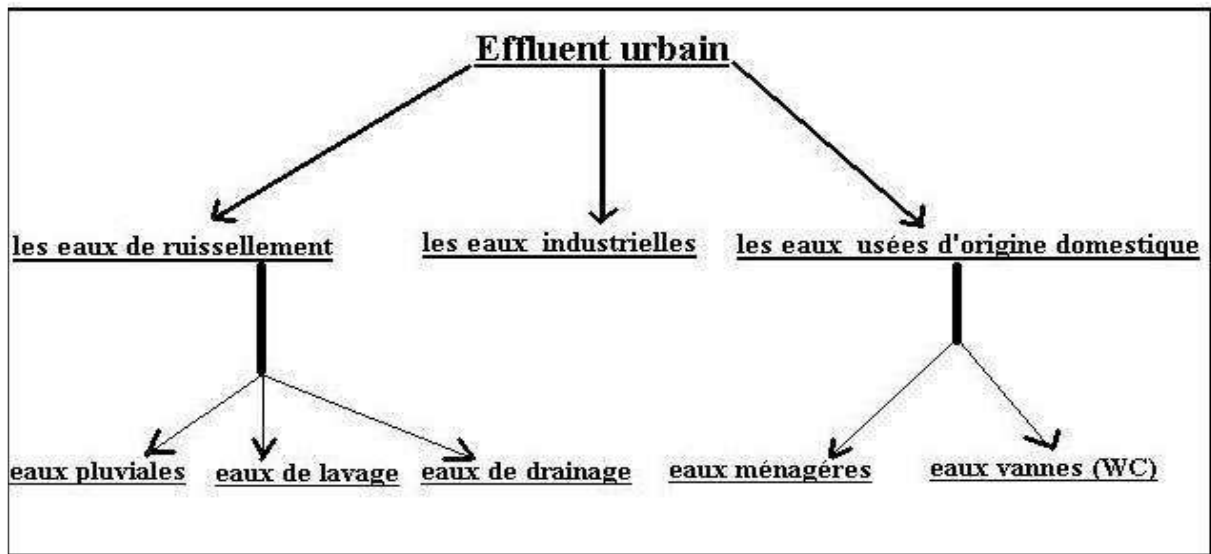
Les principaux objectifs sont :

1. **Comprendre les principes fondamentaux de l'hydraulique appliquée aux réseaux d'assainissement**
 - Notions de gravitaire et de pression
 - Écoulement en charge et à surface libre
 - Pertes de charge et phénomènes transitoires
2. **Maîtriser les méthodes de dimensionnement des conduites d'évacuation**
 - Débit de conception et coefficients de pointe
 - Calcul des pentes et des vitesses d'écoulement
 - Diamètres minimaux et optimisation des sections
3. **Analyser les phénomènes influençant le fonctionnement du réseau**
 - Effet des variations de débit et des charges hydrauliques
 - Risques de surcharge, colmatage et corrosion
 - Impact des conditions météorologiques et des eaux parasites
4. **Connaître les normes et réglementations en vigueur**
 - Exigences des codes de l'assainissement
 - Normes de rejet et qualité des effluents
 - Bonnes pratiques en conception et exploitation

1.Introduction

Le bon fonctionnement d'un réseau est basé sur un calcul bien maîtrisé, il faut éviter les surdimensionnement des ouvrages, car il occasionne des investissements prématurés avec des risques de mauvaise condition de fonctionnement aux cours des périodes intermédiaire.

Le choix des sections d'ouvrages résultera de l'application des formules hydraulique d'écoulement.



2. Condition de transport des eaux usées

Lors de la conception d'un réseau d'assainissement il est nécessaire de satisfaire un **écoulement gravitaire** à **surface libre** et s'assurer certaines conditions à savoir :

2.1. La vitesse

La vitesse des eaux usées dans les réseaux est limitée supérieurement et inférieurement car il faut :

- D'une part, éviter les stagnations susceptibles de provoquer des dépôts et entraîner les sédiments sinon il y'a risque d'obstruction des canalisations et dégagement de mauvaises odeurs dues à la décomposition des matières organiques.
- D'autre part, prévenir les érosions des conduites par les matières solides charriées par les eaux (sables et gravier) ou, le cas échéant par les eaux industrielles.

Aux faibles débits, il faut assurer une vitesse d'écoulement empêchant les dépôts la vitesse minimale à retenir, dite **vitesse d'auto curage** doit être :

- Dans le cas d'un réseau unitaire, la vitesse égale ou supérieure a la vitesse d'entraînement des sables soit **0.6 m/s** cette condition est réalisée pour un débit évacuer égale à 1/10 du débit de plein section Q_{ps} .
- Réseau séparatif là où on ne bénéficie pas de chasses pluviales, la vitesse doit être de l'ordre de **0.3 m/s** mais en assurant un remplissage de **2/10D**.

Aux très forts débits, et dans le souci de prévenir la dégradation es joints des ouvrages non visitables, la vitesse d'eau ne doit pas dépasser **4 m/s**

2.2. La pente (conditions d'implantation)

Les conditions d'auto curage sont souvent difficile à réaliser dans la partie amont ou les débits sont faibles. On y alors amenée à chercher des pentes (0.004 – 0.005), à l'aval on peut admettre des pentes minimale (0.003 – 0.002)

2.3. Les diamètres

Le diamètre minimale 300 mm dans le cas des réseaux unitaire, alors qu'il est 200 mm dans le cas des réseaux séparatif.

2.4. L'aération

La nécessité de transiter des effluents domestique impose que les égouts soient des ouvrages aérés. Cette ventilation limite les fermentations, l'absence d'O₂ dans les canalisations engendre la formation d'hydrogène sulfure et de méthane qui se décompose et conduit à la corrosion des parois en béton des égouts.

3. Méthode de calcul d'un réseau d'assainissement

Connaissant en chaque point les débits à évacuer et la pente des ouvrages, le choix des sections se déduira de la formule d'écoulement adoptée. L'écoulement dans les réseaux d'assainissement se fait à surface libre, donc le débit véhiculé par les conduites est donné par l'équation de continuité.

$$Q = V S$$

Avec :

Q : débit véhiculé m³/s

V : vitesse d'écoulement m/s

S : section mouillée m²

Pour le calcul de la vitesse d'écoulement on utilise la formule de :

3.1 Formule de CHEZY

La formule de la vitesse d'écoulement donnée par **Chezy** est :

$$V = C\sqrt{R I}$$

Avec :

V : Vitesse d'écoulement en m/s

R : Rayon hydraulique avec $R = S/P$

S : section mouillée en m²

P : périmètre mouillé en m

I : Pente de l'ouvrage en m/m

C : coefficient de CHEZY on adopte celui donné par la formule de BAZIN

$$C = \frac{87}{1 + \frac{\gamma}{\sqrt{R}}} = \frac{87 \sqrt{R}}{\gamma + \sqrt{R}}$$

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

$\gamma = 0.25$ dans le cas des conduites qui transportent les eaux usées

$\gamma = 0.46$ dans le cas des conduites qui transportent les eaux pluviales.

3.2 Formule de MANNING G STRICKLER

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

Avec :

K = Coefficient de Manning – Strickler dépend de la rugosité des conduites

K = (20 – 102).

Manning – Strickler a proposé pour le coefficient de CHEZY la relation : $C = K R^{1/6}$

3.3 Calcul d'un réseau séparative eau usée

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**. C peut donc être représenté approximativement par l'expression $C = 70 R^{1/6}$.

$$\text{La vitesse : } V = 70 R^{2/3} \sqrt{I}$$

$$\text{Le débit : } Q = 70 R^{2/3} \sqrt{I} S$$

3.4 Calcul d'un réseau séparative eau pluvial :

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**. C peut donc être représenté approximativement par l'expression $C = 60 R^{1/4}$.

$$\text{La vitesse : } V = 60 R^{3/4} \sqrt{I}$$

$$\text{Le débit : } Q = 60 R^{3/4} \sqrt{I} S$$

3.5 Calcul d'un réseau unitaire

Le calcul sera conduit comme pour le réseau pluvial en système séparatif étant donné l'importance relative du débit des eaux usées par rapport à celui des eaux pluviales.

Le calcul hydraulique des réseaux d'assainissement est basé sur l'utilisation de plusieurs abaques qui sont établis par les formules de MANNING STRICKLER ou de BAZIN **Abaque 4a et Abaque 5a.**

Tous les résultats obtenus se récapitulent dans le tableau contenant les colonnes suivantes :

1. Numéro du bassin considéré.
2. Numéro du tronçon.
3. Surface partielle (ha).
4. Surface cumulée (ha)...

Conclusion

Le calcul hydraulique des réseaux d'évacuation des eaux usées est une étape essentielle dans la conception des infrastructures d'assainissement. Il permet de dimensionner correctement les conduites, d'assurer un écoulement gravitaire efficace et d'éviter les problèmes d'engorgement, de surcharge ou de stagnation des eaux.

Grâce aux principes hydrauliques et aux outils de modélisation, il est possible d'optimiser la gestion des débits, de minimiser les risques d'inondation et de garantir le bon fonctionnement des réseaux sur le long terme.

Cependant, la performance du système repose également sur une maintenance régulière et une adaptation aux évolutions urbaines et climatiques.

Ainsi, la conception et l'exploitation des réseaux d'évacuation des eaux usées doivent être envisagées dans une approche globale, intégrant à la fois des considérations techniques, environnementales et économiques afin d'assurer un assainissement efficace et durable.

Liens

- <https://youtu.be/cZ50CB5Bd-w?list=PLMak1gCtEGQx5KhyEuZsh8qg8WNwyyzWp>
- <https://youtu.be/XCQuMWxQyk0>
- <https://youtu.be/03krfVNi4Xo>
- <https://youtu.be/-hJaWixgAVU>

Références

1. https://staff.univ-batna2.dz/sites/default/files/khelif-abdelkarim/files/tdn4_calcul_hydraulique_des_reseaux_dassainissement-converti_1.pdf?m=1613808218
2. <https://ofctp.com/question/hydraulique-en-reseau-nombre-dhabitants-pouvant-etres-desservis-par-une-canalisation-eaux-usees-de-diametre-200mm/>
3. https://staff.univ-batna2.dz/sites/default/files/khelif-abdelkarim/files/chapitre_vi_calcul_hydraulique_des_reseaux_dassainissement.pdf?m=1668983177
4. https://www.pseau.org/outils/ouvrages/cerema_le_dimensionnement_des_reseaux_d_assainissement_pour_les_agglomerations_2014.pdf
5. <https://www.infociments.fr/sites/default/files/article/fichier/CT-T94.27-64.pdf>
6. <https://www.thermexcel.com/french/ressourc/evacuation.htm>
7. <https://elearning.centre-univ-mila.dz/a2025/mod/resource/view.php?id=53626>
8. <https://num.univ-msila.dz/DWE/public/attachements/2022/11/28/dimensionnement-dun-reseau-dassainissement-et-la-station-de-relevage-de-ghzal-wilaya-de-msilapdf-yhrebmqz1669634111.pdf>