

Université Chahid Mustapha Ben Boulaid Batna 2

Faculté de Technologie

Département d'Hydraulique

Module : Distribution et Collecte des Eaux Urbaines

Chargé du Module : Mr KHELIF Abdelkrim

Cours Destiné

Aux Étudiants Master 2 Option Hydraulique Urbaine

Semestre 3



Chapitre IV : Evaluation des Débits des Eaux Usées

CHAPITRE IV : EVALUATION DES DÉBITS DES EAUX USÉES

IV.1. Natures des eaux d'assainissement :

Le système de canalisation, quel que soit sa nature, projeté au niveau d'une zone rurale, urbaine, industrielle, en assainissement, permet d'évacuer :

- Les eaux usées (eaux vannes, ménagères, etc.), provenant des habitations appelées également eaux d'origine domestique ;
- Les eaux usées provenant des industries et services publics ;
- Les eaux pluviales en quantité importante, qui englobent toutes les eaux de ruissellement.

Le mode de transport de ces eaux est en fonction de leur origine, et leur composition en matières. De ce fait, elles peuvent être transportées séparément d'après leur nature ou mélangées dans le même transit soit dans un système unique.

IV.2. Evaluation des débits des eaux usées :

Les calculs des débits d'eaux usées portent essentiellement sur l'estimation des quantités et de la qualité de rejets liquides provenant des habitations et lieux d'activité.

Les rejets unitaires à considérer dépendent des facteurs socio-économiques que l'on peut intégrer dans les catégories d'occupation des sols, en fonction de l'importance de l'agglomération et de son activité dominante, sa spécificité.

Après les différents usages, les principes d'assainissement sont l'évacuation rapide, sans stagnation des eaux usées pour éviter les fermentations putrides et les rejets qui pourraient provoquer la contamination du milieu récepteur, tout en tenant compte des contraintes économiques d'équipements.

Les eaux spécifiquement industrielles : eaux de refroidissement, de lavages des produits ou résultant de certains processus, doivent théoriquement être traitées, ou détoxiquées avant rejet dans le réseau.

IV.2.1. Eaux usées domestiques :

IV.2.1.1. Qualité des eaux usées domestiques :

Les eaux usées contiennent, en général, les matières polluantes que nous pouvons classer comme suit :

- Des matières solides ;
- Des nutriments ;
- Des organismes pathogènes.

- Des métaux lourds.

IV.2.1.1.1. Matières solides :

C'est l'ensemble des matières en suspension et des sels dissous généralement exprimés en masse après évaporation de l'eau. Ces matières sont divisées en deux parties :

- Les matières en suspension qui flottent à la surface d'un liquide et que l'on peut enlever par filtration.
- Les matières dissoutes et colloïdales contenues dans l'eau et obtenues par différence entre les matières solides et les matières en suspension.

IV.2.1.1.2. Nutriments :

Leur déversement dans un cours d'eau favorise la croissance des plantes aquatiques, indésirables. Les deux nutriments les plus importants sont l'azote (N), et le phosphore (P). Les eaux usées en contiennent de façon significative.

IV.2.1.1.3. Organismes pathogènes :

Les organismes pathogènes proviennent d'êtres humains infectés. Ils peuvent causer des maladies telles que la diarrhée, le choléra, etc... Ils sont présents en grand nombre dans les eaux usées.

IV.2.1.1.4. Métaux lourds :

Les métaux lourds (Pb, Cd, Cr, etc.) sont toxiques lorsqu'ils sont présents en quantités appréciables. Ils peuvent nuire à la vie aquatique dans les cours d'eau ou empêcher le fonctionnement normal des traitements biologiques.

IV.2.2. Les eaux industrielles :

Les eaux industrielles sont celles en provenance des diverses usines de fabrication ou de transformation.

IV.2.2.1. Qualité des eaux industrielles :

Les eaux industrielles sont extrêmement variées selon le genre de l'industrie dont elles proviennent. Elles contiennent les substances les plus diverses, pouvant être acides ou alcalines, corrosives ou entartrantes à température élevée, souvent odorantes et colorées.

Ces eaux peuvent nécessiter un prétraitement en usine car il faut éviter d'accueillir dans le réseau général, des eaux dont le traitement se révélerait difficilement compatible avec celui des effluents urbains.

IV.2.2.2. Quantités à évacuer :

Les quantités d'eaux évacuées par les industries dépendent de plusieurs facteurs :

- Nature de l'industrie ;
- Procédure de fabrication utilisée ;
- Taux de recyclage effectivement réalisé.

Il ne peut donc être indiqué que des fourchettes de quantités évacuées, une étude étant à entreprendre dans chaque cas particulier.

Une étude de consommation d'eau a permis de dégager trois types de zones :

- Zones d'entrepôts ou de haute technicité : 10 à 12 m³ / j /ha lot ;
- Zones d'emplois, petites industries et ateliers : 20 à 25 m³ /j /ha lot ;
- Zones d'industries moyennes : 50 à 150 m³ /j / ha lot.

IV.2.3. Eaux du service public :

Les eaux de lavage (marchés, rues) des espaces publics 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.

IV.2.4. Calcul du débit moyen des eaux usées :

La production des eaux usées dépend de la consommation d'eau potable, du taux de restitution (retour), à l'égout «**T_{res}**» ainsi que du taux de raccordement au réseau d'égout «**T_{rac}**». Elle est calculée comme suit :

$$Q_{\text{moyjEU}} = T_{\text{res}} \times T_{\text{rac}} \times Q_{\text{moyjEP}} \quad (\text{IV. 1})$$

$$T_{\text{res}} = 1 - p \quad (\text{IV. 2})$$

p : Pourcentage des pertes (fuites, rejets directs, arrosage...), **p = 20 à 30%** ;

Q_{moyjEP} : Débit moyen journalier d'eau potable ;

Le calcul des besoins de consommation journalière d'eau potable se fait comme suit :

$$Q_{\text{moyjEP}} = D_{\text{pb}} \cdot P_{\text{pb}} + \sum Q_{\text{équi}} \quad (\text{IV. 3})$$

Où **P_{pb}** : Population branchée au réseau d'eau potable ;

$$\text{Avec} \quad P_{\text{pb}} = T_{\text{b}} \cdot P_{\text{t}} \quad (\text{IV. 4})$$

T_b : Taux de branchement au réseau d'eau potable ;

P_t : Population totale de la ville ;

D_{pb} : Dotation en eau de la population branchée (l /j/hab) ;

∑ Q_{équi} : Débit moyen journalier en eau des différents équipements (Administratifs et Industriels).

IV.2.5. Calcul du débit maximal journalier des eaux usées :

Le débit maximal journalier se calcule de la manière suivante :

$$Q_{\max jEU} = K_{pj} \cdot Q_{\text{moy}jEU} \quad (\text{IV. 5})$$

Le coefficient de pointe journalier, K_{pj} , est le rapport du volume moyen d'eau potable des trois journées successives les plus chargées de l'année sur le volume moyen annuel.

$$K_{pj} = 1.2 \text{ à } 1.25$$

IV.2.6. Calcul du débit de pointe horaire des eaux usées :

Comme pour le réseau de distribution d'eau potable, le dimensionnement du réseau d'assainissement se fait pour le débit de pointe horaire. Ce débit tient compte de la variation de la production en eaux usées lors d'une journée. Le débit de pointe horaire de temps sec se calcule de la manière suivante :

$$Q_{EUP} = \frac{K_{pj} \cdot K_{ph} \cdot Q_{\text{moy}jEU}}{24} \quad (\text{IV. 6})$$

Le coefficient de pointe horaire K_{ph} ou désigné simplement par K_p se définit comme le rapport du débit maximum dans l'heure la plus chargée, sur le débit moyen journalier.

Le coefficient de pointe horaire « K_p » est déterminé par la formule ci-dessous :

$$K_p = a + \frac{b}{\sqrt{Q_{\text{moy}jEU}(\frac{1}{3})}} \quad (\text{IV. 7})$$

$$\text{Avec : } a=1.5 \text{ et } b=2.5 \text{ et } 1.5 \leq K_p \leq 4$$

Le débit maximal de temps sec exprimé en l/s se calcule de la manière suivante :

$$Q_{EUP} = \frac{K_{pj} \cdot K_p \cdot Q_{\text{moy}jEU}(\frac{m^3}{j})}{24 \cdot 3.6} \quad (\text{IV. 8})$$

Application :

Il est prévu de construire dans une région un complexe résidentiel constitué par 40 villas de type (R + 1). Avec une moyenne de 20 habitants/villa, donc un taux de raccordement de 100%, un taux de restitution à l'égout de 80%, une dotation en eau potable de 150 l/j/hab, et un coefficient de pointe journalier égal 1.25

Calculer le débit de pointe des eaux usées domestiques.

Réponse :

Nombre d'habitants du complexe : $40 \times 20 = 800$ habitants ;

Soit un besoin moyen journalier en eau potable de : $Q_{\text{moy}jEP} = (800 \cdot 150) / 86400 = 1,4$ l/s ;

Le débit moyen journalier des eaux usées sera :

$$Q_{\text{moyjEU}} = T_{\text{res}} \times T_{\text{rac}} \times Q_{\text{moyjEP}} = 1.4 \times 0.8 = 1.12 \text{ l/s}$$

Qui donnera un débit maximal journalier :

$$Q_{\text{maxjEU}} = K_{\text{pj}} \cdot Q_{\text{moyjEU}} = 1.25 \times 1.12 = 1.4 \text{ l/s}$$

Le coefficient de pointe horaire est :

$$K_p = a + \frac{b}{\sqrt{Q_{\text{moyjEU}}(\frac{1}{s})}} = 1.5 + \frac{2.5}{\sqrt{1.12}} = 3.8$$

Donc nous aurons un débit de pointe :

$$Q_{\text{EUP}} = 1.4 \times 3.8 = 5.3 \text{ l/s}$$