

Semestre : 6

Unité d'enseignement : UEF 3.2.2

Matière : Assainissement

VHS: (cours: 1h30, TD: 1h30)

Crédits : 4

Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement :

Permettre à l'étudiant de maîtriser les différentes étapes de conception d'un système d'assainissement urbain.

Connaissances préalables recommandées :

Hydrologie, hydraulique générale

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Caractéristiques générales des eaux à évacuer

Introduction ; classification des eaux usées ; Les eaux domestiques ; Les eaux de ruissellements ; Les eaux industrielles ; Caractéristiques des eaux usées ; Caractères physico-chimiques ; Caractères biologiques.

Chapitre 2 : Systèmes et schémas d'assainissements

Définition des divers systèmes d'assainissements ; systèmes fondamentaux ; Systèmes pseudo séparatif ; système composite ; différents schémas évacuation des eaux usées.

Chapitre 3 : Évaluation des débits à collecter

Calcul des débits des eaux pluviales ; Méthode rationnelle ; Méthode superficielle ; bassin en série ; Bassins en parallèles ; évaluations des débits des eaux usées.

Chapitre 4 : Calcul hydraulique du réseau d'évacuation des eaux Introduction ;

Condition de transport des eaux (vitesse, pente etc.) ; Méthodes de calcul d'un réseau d'assainissement.

Chapitre 5 : Ouvrages annexes du réseau d'assainissement Introduction ; Types d'ouvrages ; Les caniveaux ; Bouches d'égout ; Regards de chute ; Regard de chasse ; Déversoir d'orage.

Chapitre 1 : Caractéristique générales des eaux à évacuer

- Introduction ;
- classification des eaux usées ;
- Les eaux domestiques ;
- Les eaux de ruissellements ;
- Les eaux industrielles ;

Caractéristiques des eaux usées ; Caractères physico-chimiques ; Caractères biologiques.

I. Introduction

Selon REJSEK (2002), les eaux résiduaires urbaines (ERU), ou eaux usées, sont des eaux chargées de polluants, solubles ou non, provenant essentiellement de l'activité humaine. Une eau usée est généralement un mélange de matières polluantes répondant à ces catégories, dispersées ou dissoutes dans l'eau qui a servi aux besoins domestiques ou industriels. (GROSCLAUDE, 1999). Donc sous la terminologie d'eau résiduaire, on groupe des eaux d'origines très diverses qui ont perdu leurs puretés ; c'est-à-dire leurs propriétés naturelles par l'effet des polluants après avoir été utilisées dans des activités humaines (domestiques, industrielles ou agricoles).

II. Classification des eaux usées

Les eaux usées se divisent en deux grandes catégories :

- Les eaux résiduaires urbaines (ERU) :
 - Eaux usées ménagères
 - Eaux des vannes
 - Eaux de ruissèlement
- Eaux résiduaires industrielle(ERI)

La composition et les caractéristiques d'une eau résiduaire urbaine sont peu variables par rapport aux eaux usées industrielles. Les eaux usées sont des eaux chargées de polluants, solubles ou insolubles, provenant essentiellement de l'activité humaine. Une eau usée est généralement un mélange de matières polluantes répondant à ces catégories, dispersées ou dissoutes dans l'eau qui avait servi aux besoins domestiques ou industriels.

II.1.Origine domestique

Les effluents domestiques sont un mélange d'eaux contenant des déjections humaines : urines, fèces (eaux vannes) et eaux de toilette et de nettoyage des sols et des aliments (eaux ménagères).

Ces eaux sont généralement constituées de matières organiques dégradables et de matières minérales, ces substances sont sous forme dissoute ou en suspension. Elles se composent essentiellement par des eaux de vanne d'évacuation de toilette. Et des eaux ménagères d'évacuation des cuisines, salles de bains.

Elles proviennent essentiellement :

- Des eaux de cuisine qui contiennent des matières minérales en suspension provenant du lavage des légumes, des substances alimentaires à base de matières organiques (glucides, lipides, protides) et des produits détergents utilisés pour le lavage de la vaisselle et ayant pour effet la solubilisation des graisses ;
- Des eaux de buanderie contenant principalement des détergents ;

- Des eaux de salle de bain chargées en produits utilisés pour l'hygiène corporelle, généralement des matières grasses hydrocarbonées ;
- Des eaux de vannes qui proviennent des sanitaires (w.c), très chargées en matières organiques hydrocarbonées, en composés azotés, phosphatés et microorganisme. (REJSEK, 2002)

II.2.Origine pluviale

Le lessivage des surfaces urbaines suit le lessivage atmosphérique, la charge polluante provenant pour l'essentiel des retombées atmosphériques sèches et de l'érosion des matériaux des surfaces urbaines. La quantité de dépôts secs représente jusqu'à 1 g/m² /j et dépend de la topographie, du vent et de la pluviosité. Les véhicules automobiles constituent une source importante de pollution en hydrocarbures, en Pb (combustion d'essence jusqu'à récemment), en Zn et Cd (usure des pneus), en Cu, Pb, Cr, et Mn (usure des plaquettes des freins) en Al, Cu, Ni, et Cr (usure des moteurs), en Fe, Al, Cr, et Zn (corrosion des véhicules). Au cours des orages, ces dépôts sont drainés et remis en suspension par les eaux de ruissellement.

II.3.Origine industrielle

Les eaux d'origine industrielle proviennent des différentes usines de fabrication ou de transformation. Leur qualité varie suivant le type d'industrie. Elles peuvent être chargées de matières toxiques difficilement biodégradables nécessitant un traitement spécifique.

On peut néanmoins, faire un classement des principaux rejets industriels suivant la nature des inconvénients qu'ils déversent :

- Pollution due aux matières en suspension minérales (Lavage de charbon, carrière, tamisage du sable et gravier, industries productrices d'engrais phosphatés....) ;
- Pollution due aux matières en solution minérales (usine de décapage, galvanisation...)
- Pollution due aux matières organiques et graisses (industries agroalimentaires, équarrissages, pâte à papier...)
- Pollution due aux rejets hydrocarbonés et chimiques divers (raffineries de pétrole, porcherie, produits pharmaceutiques.....) ;
- Pollution due aux rejets toxiques (déchets radioactifs non traités, effluents radioactifs des industrie nucléaires....).

Les eaux résiduaires d'origine industrielle ont généralement une composition plus spécifique et directement liée au type d'industrie considérée. Indépendamment de la charge de la pollution organique ou minérale, de leur caractère putrescible ou non, elles peuvent présenter des caractéristiques de toxicité propres liées aux produits chimiques transportés. (RODIER, 2005).

III. Caractéristiques des eaux usées

Dans ce sous chapitre nous citons les principaux paramètres physicochimiques ainsi que les paramètres bactériologiques les plus rencontrés dans les eaux usées.

III.1. Caractères physico-chimiques

III.1.1. Caractères physiques

A. La matière en suspension (MES)

Selon REJSEK (2002), la pollution particulaire est due à la présence de particules de grande taille, supérieure à $10\mu\text{m}$, en suspension dans l'eau, et que l'on peut assimiler aux matières en suspension (MES). En fait, les matières en suspension ne sont des particules solides véritablement en suspension que dans des conditions moyenne d'écoulement des effluents correspondant à une vitesse minimale de 0,5 m/s. En fonction de la taille des particules, on distingue les matières grossières ou décantables (diamètre supérieur à $100\mu\text{m}$) et les matières en suspension. On peut également prendre en compte une partie des matières colloïdales, de dimension inférieure, qui constitue la limite entre la phase solide et la phase dissoute (entre 1 et $10^{-2}\mu\text{m}$).

B. La température

Il est important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision. En effet, celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la dissociation des sels dissous donc sur la conductivité électrique, dans la détermination du pH, pour la connaissance de l'origine de l'eau et des mélanges éventuels,...etc. (RODIER et AL, 2005).

III.1.1. Caractères –chimiques

1. Le potentiel Hydrogène (pH)

L'acidité, la neutralité ou l'alcalinité d'une solution aqueuse peut s'exprimer par la concentration en H_3O^+ (noté H^+ pour simplifier). De manière à faciliter cette expression ; on utilise le logarithme décimal de l'inverse de la concentration en ion H^+ : c'est le pH. (MATHIEU et PIELTAIN, 2003).

2. La Conductivité

La conductivité est la propriété que possède une eau de favoriser le passage d'un courant électrique. Elle est due à la présence dans le milieu d'ions qui sont mobiles dans un champ électrique. Elle dépend de la nature de ces ions dissous et de leurs concentrations. (REJSEK, 2002). La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1 cm^2 .

L'unité de conductivité est le siemens par mètre (S/m).

3. L'Oxygène Dissous

L'oxygène dissous est un composé essentiel de l'eau car il permet la vie de la faune et il conditionne les réactions biologiques qui ont lieu dans les écosystèmes aquatiques.

La solubilité de l'oxygène dans l'eau dépend de différents facteurs, dont la température, la pression et la force ionique du milieu.

La concentration en oxygène dissous est exprimée en $\text{mg O}_2\text{ l}^{-1}$ (REJSEK, 2002).

4. La Demande Chimique en Oxygène (DCO)

La demande chimique en oxygène (DCO) est la quantité d'oxygène consommée par les matières existantes dans l'eau et oxydables dans des conditions opératoires définies. En fait la mesure correspond à une estimation des matières oxydables présentes dans l'eau quel que soit leur origine organique ou minérale.

La DCO étant fonction des caractéristiques des matières présentes, de leurs proportions respectives, des possibilités de l'oxydation. (RODIER, 2005).

La DCO est la concentration, exprimée en mg.L^{-1} , d'oxygène équivalente à la quantité de dichromates consommée par les matières dissoutes et en suspension lorsqu'on traite un échantillon d'eau avec cet oxydant dans des conditions définies par la norme. (REJSEK, 2002).

5. La Demande Biochimique en Oxygène (DBO)

Pratiquement, la demande biochimique en oxygène devrait permettre d'apprécier la charge du milieu considéré en substances putrescibles, son pouvoir auto-épurateur et d'en déduire la charge maximale acceptable, principalement au niveau des traitements primaires des stations d'épuration. (RODIER, 2005).

Selon REJSEK (2002), la demande biochimique en oxygène après 5 jours (DBO_5) d'un échantillon est la quantité d'oxygène consommé par les microorganismes aérobies présents dans cet échantillon pour l'oxydation biochimique des composés organiques et/ou inorganiques.

6. L'azote

L'azote présent dans l'eau peut avoir un caractère organique ou minéral. L'azote organique est principalement constitué par des composés tels que des protéines, des polypeptides, des acides aminés, de l'urée. Le plus souvent ces produits ne se trouvent qu'à de très faibles concentrations. Quant à l'azote minéral (ammoniaque, nitrate, nitrite), il constitue la majeure partie de l'azote total. (RODIER, 2005).

7. Les nitrates

Les nitrates se trouvant naturellement dans les eaux provenant en grande partie de l'action de l'écoulement des eaux sur le sol constituant le bassin versant. Leurs concentrations naturelles ne dépassent pas 3 mg /L dans les eaux superficielles et quelques mg/L dans les eaux souterraines. La nature des zones de drainage joue donc un rôle essentiel dans leur présence et l'activité humaine accélère le processus d'enrichissement des eaux en nitrates. La teneur en nitrates est en augmentation ces dernières années, de l'ordre de 0,5 à 1 mg/l/an, voire 2 mg/l/an dans certaines régions.

III.2. Caractères biologiques

Les bactéries sont ubiquitaires dans la nature car il s'agit probablement des premiers êtres vivants apparus sur la terre (archéobactéries). Seules quelques dizaines d'espèces sont adaptées à l'homme : la plupart sont inoffensives ou même utiles, faisant partie des flores cutanées, digestive, buccale, génitale ; certaines sont pathogènes, opportunistes ; une minorité est régulièrement pathogène. (RODIER, 2005).

Vu leur rôle dans le processus, il nous a paru utile l'étude de quelques bactéries les plus rencontrées :

Chapitre 2 : Systèmes et schémas d'assainissements

Définition des divers systèmes d'assainissements ;

- Systèmes fondamentaux ;
- Systèmes pseudo séparatif ;
- Système composite ;
- Différents schémas évacuation des eaux usées.

I. Définition de l'assainissement

L'assainissement concerne la gestion des eaux usées, dont celles issues des pluies. Il peut être collectif et/ou utiliser des techniques plus ou moins localisées. Il constitue l'aspect technique de l'hydrologie urbaine. Ce terme peut revêtir au moins deux sens. Le premier correspond à une approche physique : c'est l'ensemble des équipements utilisés pour évacuer les eaux d'une agglomération qu'elles soient usées ou pluviales. Le second couvre une acception plus large : c'est l'ensemble des stratégies utilisées par les habitants des villes pour essayer de répondre aux problèmes posés par la circulation urbaine de l'eau, en excluant la production et la distribution d'eau potable.

II. Les systèmes de collecte et d'évacuation

L'établissement d'un réseau d'assainissement d'une agglomération doit répondre à deux préoccupations :

- Assurer une évacuation correcte des eaux pluviales de manière à empêcher la submersion des zones urbanisées,
- Assurer l'élimination des eaux usées ménagères et des eaux vannes.

II.1. Type de système d'assainissement

Quatre systèmes d'évacuation sont susceptibles d'être mis en service, en application des dispositions contenues dans l'instruction technique n° 77 284 du 22 juin 1977.

- a) Systèmes fondamentaux,
- b) Système pseudo-séparatif,
- c) Système composite,
- d) Systèmes spéciaux.

❖ A. Systèmes fondamentaux

On distingue :

Le système unitaire : C'est l'évacuation de l'ensemble des eaux usées et pluviales par un réseau unique, généralement pourvu de déversoirs permettant, en cas d'orage, le rejet d'une partie des eaux, par surverse, directement dans le milieu naturel (figure II.1).

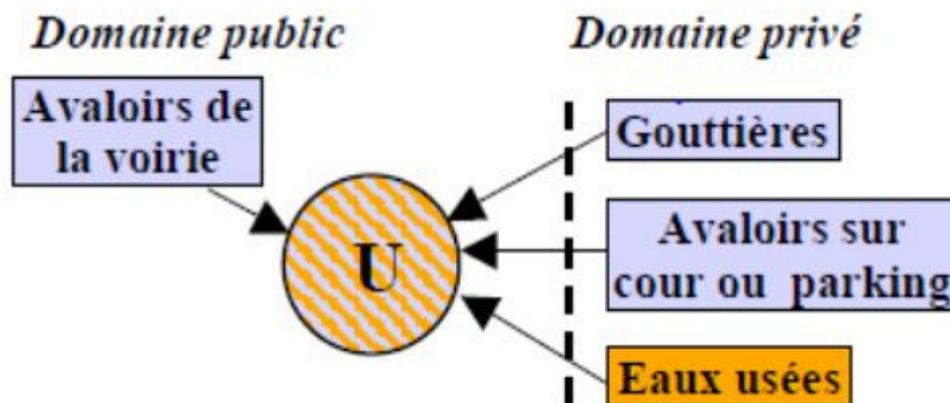


Figure II.1 : système unitaire.

Le système séparatif : consiste à affecter un réseau à l'évacuation des eaux ménagères et, avec des réserves, de certains effluents industriels, alors que l'évacuation de toutes les eaux pluviales est assurée par un autre réseau

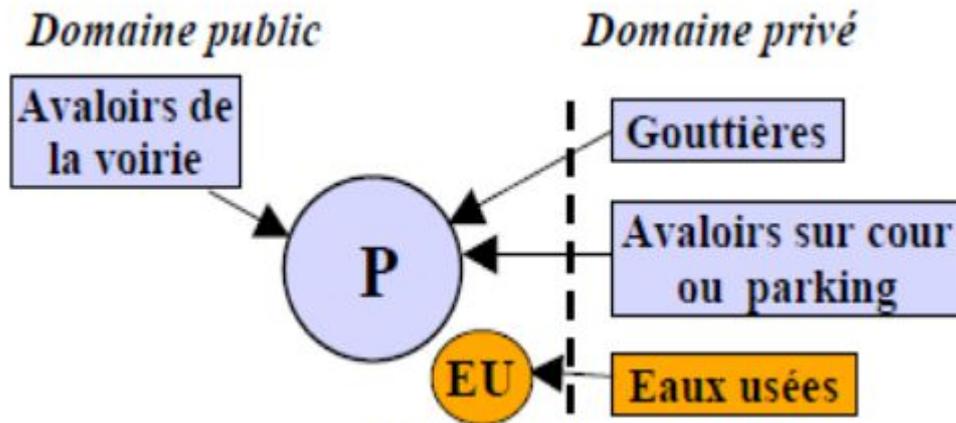


Figure II.2 : Système séparatif

Le système mixte

On appelle communément système mixte, un réseau constitué suivant les zones en partie d'un système unitaire et d'un système séparatif.

➤ b) système pseudo-séparatif

L'usage a prévalu de désigner sous ce vocable des réseaux séparatifs ou le réseau d'eaux usées peut recevoir certaines eaux pluviales provenant des propriétés riveraines.

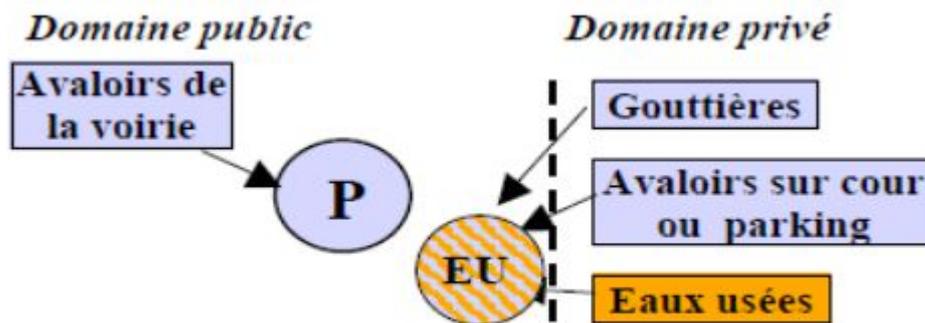


Figure II.3 : Système pseudo-séparatif

➤ C) Le système hybride ou composite

Parfois une variante du système séparatif. Il prévoit, grâce à divers aménagements, de dériver partiellement les eaux les plus polluées du réseau pluvial vers le réseau d'eaux usées en vue de leur épuration.

➤ d) systèmes spéciaux

Système sous pression sur la totalité du parcours

Le réseau fonctionne en charge de façon permanente sur la totalité du parcours.

Système sous dépression

Le transport de l'effluent s'effectue par mise des canalisations en dépression.

II.2. Avantages et inconvénients des systèmes d'assainissement

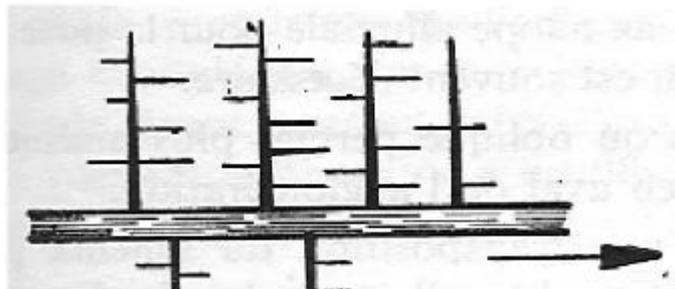
Système d'assainissement	Avantages	Inconvénients
Séparatif	<ul style="list-style-type: none"> - Permet d'évacuer rapidement les eaux - Assure à la STEP un fonctionnement régulier 	<ul style="list-style-type: none"> - Risques d'erreurs de branchement - Investissement important pour mise en place de 2 réseaux
Unitaire	<ul style="list-style-type: none"> - Simple - Un seul réseau - Pas de risques d'erreur de branchement 	<ul style="list-style-type: none"> - Dilution des eaux de la STEP en période pluvieuse (débit très variable) - Ouvrages importants
Pseudo-séparatif	<ul style="list-style-type: none"> - Eaux usées et eaux de ruissellement des habitations combinées - Pas de risques d'erreurs de branchement 	<ul style="list-style-type: none"> - Investissement important pour mise en place de 2 réseaux
Individuel	<ul style="list-style-type: none"> - Possibilité d'assainissement de zones de faible densité - Investissement réduit 	<ul style="list-style-type: none"> - Risques de pollution des eaux souterraines

III. Schémas des réseaux d'assainissement

Un réseau d'assainissement est conçu comme un réseau ramifié. On peut classer les diverses ossatures entre un nombre schémas types.

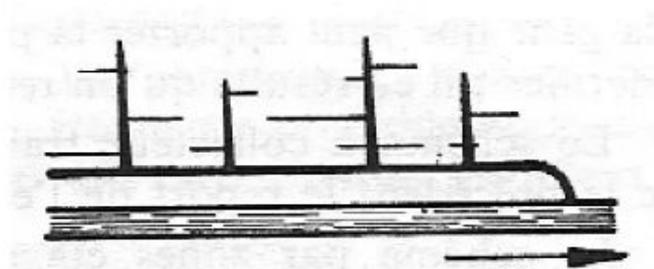
1. le schéma perpendiculaire au cours d'eau

C'est souvent celui des villes ou communes rurales qui ne se préoccupent que de l'évacuation par les voies les plus économiques et les plus rapides sans avoir un souci d'un assainissement efficace des eaux rejetées.



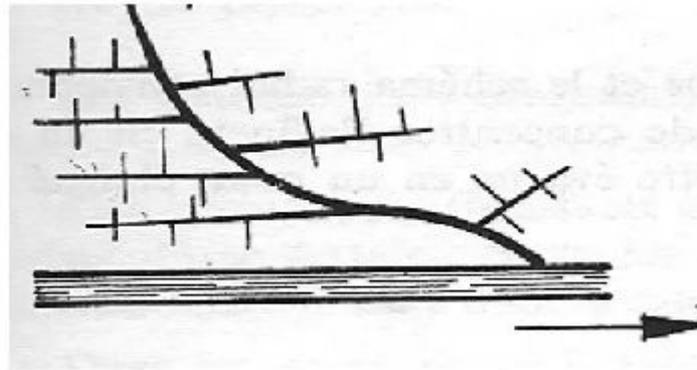
➤ **Schéma d'équipement par déplacement latéral**

Il est également appelé schéma à collecteur latéral. Ses eaux sont recueillies dans un collecteur parallèle au cours d'eau. Il permet de reporter l'effluent à l'aval de l'agglomération. Son désavantage principal est qu'il nécessite souvent des relèvements.



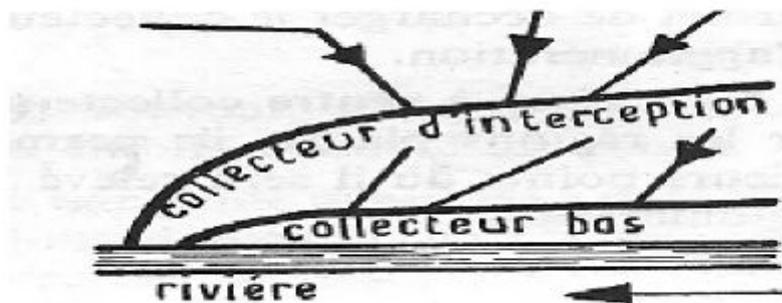
3) le schéma type « collecteur transversal »

Ce schéma permet de reporter par simple gravite l'ensemble des effluents plus loin à l'aval par rapport au schéma précède.



4) le schéma type « par zones étagées »

Ce schéma s'apparente au schéma précédent. Le collecteur bas qui doit souvent faire l'objet de relèvement, se trouve soulage des apports des bassins dominants qui peuvent être évacués gravitairement.



5) le schéma type « centre collecteur unique » et le schéma type radial

Selon que le réseau converge vers un ou plusieurs points bas ou l'on peut reprendre l'effluent pour le relever, on utilise ce type de schéma

