

Généralités et connaissances préalables recommandées

Objectif du module :

Les cours de l'assainissement routier a pour but d'initier l'étudiant à se familiariser avec les connaissances hydrauliques ainsi que les notions de base de la pluviométrie afin de procéder au dimensionnement de ces réseaux de canalisation. Sachant que la gestion de ce réseau est intégré au profil du plan d'urbanisme dès le commencement de l'étude et la réalisation du projet.

L'objet de l'hydraulique

L'hydraulique est une science qui traite les lois d'équilibre et du mouvement des liquides dans lesquelles s'établissent les modes d'application de ces lois à la résolution des problèmes pratiques.

L'hydraulique étudie les problèmes de conception, de réalisation et d'exploitation des installations et infrastructures hydrauliques nécessaires afin de les solutionner et satisfaire la demande des besoins des populations.

1. MECANIQUE DES FLUIDES

Système d'unités :

En mécanique des fluides comme en hydraulique, le Système International comporte 3 unités primaires à partir desquelles toutes les autres dimensions peuvent être décrites dont les grandeurs de base sont : la longueur (**m**), la masse (**kg**) et le temps (**s**).

Propriétés de l'eau

- Masse volumique
 $\rho = \omega / v$ (kg/m³)
- Poids spécifique
 $\omega = \rho g$ (N/m³)
- Densité
 $d = \rho / \rho_{\text{eau}}$ (sans unités)
- Viscosité cinématique
 $\nu = \mu / \rho$ (m/s²)

- **1..A. Hydrostatique**

Pression

La force **F** s'exerçant normalement sur la surface **S**, donnée par la pression **P**

$$F = P \cdot S \quad (N = \text{kg/m s}^2)$$

Avec 3 types de pression

- **Pression atmosphérique P_0**

C'est la pression exercée par la couche d'air sous l'action de la pesanteur au niveau de la mer, elle est mesurée par un baromètre et donnée par :

$$P_0 = 760\text{mm Hg} = 1013 \text{ bar} = 101,3 \text{ kpa}$$

$$1 \text{ Pascal} = N / m^2 = 1 \text{ kg/s}^2\text{m}$$

$$1 \text{ bar} = 10^5 \text{ pascal} = 10^5 N / m^2$$

- **Pression manométrique P_{man}**

Elle est mesurée par un manomètre et supérieure à la pression atmosphérique, appelée aussi la pression effective

$$P = \rho g h$$

- **Pression absolue**

$$P_{\text{absolue}} = P_{\text{man}} + P_{\text{atm}}$$

Principe de Pascal

Dans un liquide au repos, la pression en un point est la même dans toutes les directions suivant les axes x , y , z .

$$P = P_x = P_y = P_z$$

- **1.B. Cinématique**

Equation de continuité

Cette équation résulte du principe de la conservation de la masse pour un écoulement permanent, autrement dit la masse liquide traversant toute la section droite d'un tube de courant par unité de temps est la même.

$$Q = V S \quad (\text{m}^3/\text{s})$$

$$Q = V_1 S_1 = V_2 S_2$$

Q : débit d'écoulement (m^3/s)

S : superficie (m^2)

V. vitesse d'écoulement (m/s)

• 1.C. Hydrodynamique

Régime d'écoulement

Le régime d'écoulement désigne le mouvement d'une masse liquide à la surface du sol ou bien à l'intérieur d'un réseau, néanmoins, il caractérise les conditions dans lesquelles s'effectue cet écoulement

La nature de cet écoulement est déterminée par un paramètre critique adimensionnel appelé le nombre de Reynolds

$$Re = V.D / \nu \quad (\text{sans unité}).$$

Il peut être un régime laminaire ou bien un régime turbulent soit rugueux soit lisse en passant par le régime de transitoire. Le régime d'écoulement est déterminé d'une part par le débit et la viscosité cinématique de l'eau, d'autre part, par la forme et la rugosité de la canalisation en fonction de la pente.

Il existe plusieurs types d'écoulement à savoir :

L'écoulement à surface libre, écoulement en charge, écoulement permanent, non permanent, écoulement uniforme, varié et rotationnel.

2. MATERIAUX DE CONSTRUCTION

Les propriétés des matériaux de construction déterminent le domaine de leur application. Toutes les propriétés des matériaux de constructions, d'après l'ensemble de leurs indices, sont divisées en propriétés chimiques, physiques, et mécaniques

--L'effet des propriétés chimiques sur les matériaux de construction sont très nombreux à savoir : les substances corrosives, explosives et toxiques qui peuvent parvenir dans les canalisations. Elles sont évaluées d'après la résistance du matériau aux acides, à l'agressivité des solutions de sels qui provoquent la destruction de la matière.

--L'effet mécanique est l'altitude d'un matériau à subir des traitements. Ces attaques résultent essentiellement par charriage (transport du matériau grossier tel que le gravier, sables...etc par les eaux usées. A cela s'ajoute l'eau chaude qui peut conduire au ramollissement des joints des tuyaux.

--L'effet physique regroupent le poids, la densité, la perméabilité, aux gaz et aux liquides, à la chaleur et à la radioactivité, la résistance à l'agressivité. A cela s'ajoute la pression des terres et de l'eau dues à la circulation et la pression des eaux souterraines

CYCLE DE L'EAU DANS LA NATURE

L'hydrologie est qui étudie la circulation de l'eau à la surface de la terre, cette eau se trouve sous trois (03) formes à savoir liquide, solide et gazeux.

En hydrologie continentale, une partie du cycle de l'eau est étudiée depuis les précipitations qui atteignent le sol jusqu'au retour vers l'atmosphère.

Notion sur la pluviométrie

L'hydrologie est la science qui étudie la circulation de l'eau à la surface de la terre et se trouve sous 3 formes liquides, solides et gazeuses.

Dans l'hydrologie continentale, une partie du cycle de l'eau est étudiée depuis les précipitations qui atteignent le sol jusqu'au retour vers l'atmosphère. Elles sont essentiellement aléatoires, variables dans le temps et dans l'espace et sont caractérisées par :

- La quantité de pluie tombée (intensité)
- La durée de la pluie
- La zone géographique

Cette pluviométrie est partagée en 3 fractions suivant des proportions variables :

- Une partie retourne dans l'atmosphère sous forme de vapeur soit par **évaporation E** soit par évapotranspiration (transpiration des plantes). Cette condensation de vapeur donne lieu aux précipitations.
- Une autre partie **s'infiltré I** dans le sol à travers des terrains perméables et contribue à l'alimentation des nappes souterraines (voir perméabilité)
- La 3 partie **ruisselle R** à la surface du sol et participe à l'alimentation des cours d'eau, cette circulation des eaux météoriques se produit sur les bassins versants.

Les eaux de météoriques regroupent les eaux de pluie et de lavages véhiculant des matières minérales dans tous ses états de dispersion depuis le débit grossier jusqu'aux molécules dissoutes. Nous pouvons partager le ruissellement en deux parties distinctes

- **Ruissellement direct** qui est les eaux de pluie s'écoulant naturellement à la surface du sol, recueillis des aires bétonnées, toitures qui doivent être conduites dans des canalisations spéciales et sans stagnation. sous l'effet de la pente appelée **ruissellement de surface**
- **Ruissellement indirect** qui est la réapparition des eaux d'infiltration, après un long séjour souterrain appelée **ruissellement différé**

Néanmoins nous distinguons 2 types de ruissellement

- Ruissellement par refus d'infiltration d'un sol non saturé
- Ruissellement résultant de la modification de l'état de surface du sol mal protégé par la végétation

Le ruissellement assure principalement la continuité et la constance du débit qui reste fonction de :

- La pente du terrain
- La nature géologique du sol
- Les obstacles naturels rencontrés à savoir : l'humidité, la végétation, les roches, l'humidité, la porosité et la perméabilité.

Position du problème

L'épuration des eaux usées a pour but le rejet des eaux polluées sans la moindre stagnation et inconvénients pour le milieu récepteur. Cependant les consignes données ainsi que les techniques réglementaires établies pour l'épuration doivent tenir comptes du contenu nuisible de ces eaux du moment que l'ensemble des dispositifs contribuant à assainir la voirie sont :

- l'évacuation des eaux superficielles,
- le rétablissement des écoulements naturels
- la collecte et l'évacuation des eaux de drainage (eau interne)

LA CRUE

On appelle « **crue** » une forte averse qui est défini par l'élévation du niveau du cours d'eau provoquée par une très forte pluie ou par la fonte de neige. Certaines crues peuvent être bénéfiques d'ou elles fertilisent le sol par des apports de limon. Par contre d'autres constituent une menace permanente et causent des dégâts destructifs des ouvrages d'arts et la voirie spécialement.

Il existe 3 types de crues

- La crue décennale Q_{10} (le cas de l'Algérie)
- La crue centenaire Q_{100}
- La crue millénaire Q_{1000}

Cette crue est calculée à partir des données de la station pluviométrique la plus proche, d'où la moyenne arithmétique de la série d'observations des débits est calculée par la moyenne en statistique :

$$Q_m = \sum Q_i / N$$

N : Nombre d'années ou i varie entre 1 et N

Q_m : débit moyen calculé (m^3/s)

Q_i : le débit variant entre 1 et N

BASSIN VERSANT

Un bassin versant dans une section droite d'un cours d'eau est défini comme la totalité de la surface topographique drainée par ce cours d'eau et ses effluents à l'amont de la dite section. Tous les écoulements prennent naissance à l'intérieur de cette section et doivent la traverser afin de suivre leur trajet vers l'aval. Néanmoins ce bassin est séparé par des bassins voisins et par une ligne de partage des eaux. Cet écoulement se répartit en 3 niveaux à savoir : la ruissellement de surface, le drainage du sol et l'infiltration

SOUS BASSIN

Sur un territoire du bassin versant dont le débit de ruissèlement à la décharge déverse dans une bouche d'égout.

PERMEABILITE

Les pluies pouvaient venir gonfler la réserve souterraine avec un retard plus ou moins important, c'est pour cette raison qu'il a lieu de faire intervenir la notion de perméabilité dans sa proportion infiltration. A cet effet les terrains sont classés en 3 catégories :

- Les terrains perméables en petit : ce sont le sable, le gravier et limon diverses
- Les terrains perméables en grand ; les terrains rocheux fissurés comme le calcaire, grés, conglomérats et quartz
- Les terrains imperméables ; ce sont ceux qui ne se laissent pas traverser par l'eau tel que l'argile. Lorsque les terrains imperméables affleurent la surface topographique, l'eau ne peut plus s'infiltrer dans le sol et commence à ruisseler au maximum en surface.

L'importance du phénomène de ruissellement de surface par rapport aux précipitations est de mettre en évidence la valeur relative de la perméabilité du sol, autrement dis, plus le ruissellement est grand, plus l'infiltration est petite et vice versa.

La perméabilité des sols varie en moyenne pour :

Argile : 10^{-10} m/s

Limon : 10^{-8} m/s

Sable : 10^{-5} m/s

La craie : 10^{-4} m/s

Gravier : 10^{-2} m/s

Chapitre I

1. ASSAINISSEMENT

Définition

L'assainissement a pour but d'assurer l'évacuation des eaux usées sous sa forme la plus dégradée (sans stagnation et dans des conditions très satisfaisantes afin d'éviter à l'environnement une pollution dégradante.

I.1 Les différents types d'assainissement:

Les eaux usées à évacuer sont de 3 types à savoir : les eaux usées industrielles, les eaux usées d'origine domestiques et les eaux de ruissellement

I. 1.A. Les eaux usées industrielles

Les eaux usées industrielles en provenance de divers usines de fabrication ou bien de transformation sont de substances chimiques et souvent toxiques et pour cela on devrait séparer ces eaux industrielles très polluées des eaux domestiques moins polluées. Cette pollution est variable et augmente en même temps que le taux d'industrialisation

Les différentes quantités d'eau évacuées dépendent en général de plusieurs facteurs à savoir : la nature de l'industrie, le procédé de fabrication ainsi que le taux de recyclage.

I. .B. Les eaux usées d'origine domestique

Les ouvrages du réseau d'assainissement des eaux domestiques constituent le prolongement rationnel du réseau de l'Alimentation en Eau Potable. Leur importance est conditionnée par le volume croissant de ces eaux à évacuer qui sera souvent augmenté par les crues décennales.

Ces eaux résiduaires urbaines comprennent :

- Les eaux ménagères appelée les eaux grises, composées des eaux de cuisine, de lessive et de lavage.
- Les eaux vannes appelée les eaux noires en provenance des toilettes (WC) et des matières fécales.

Toutes ces eaux constituent un effluent nocif et polluée, véhiculant toutes sortes de germes pathogènes, bactéries et matières organiques ou minérales, Elles sont en suspension ou bien dissoutes. Leur étude doit s'effectuer sous le double point de vue biologique à savoir (les bactéries, les parasites, les matières fécales et les germes pathogènes) et physico-chimique tel que (la température, l'odeur, la turbidité et le PH).

L'évaluation du volume des eaux usées à évacuer se calcule à partir de fortes consommations journalières par habitant correspondant à ($Q_{\max j}$). Ces eaux devront être conduites dans un réseau d'évacuation public vers une station d'épuration pour un éventuel traitement avant le rejet final dans le cours d'eau.

Remarque : les bactéries jouent un grand rôle dans l'épuration des eaux usées).

I. **1.C. Les eaux usées de ruissellement**

Le ruissellement est la circulation des eaux pluviométriques qui se produit sur la surface du bassin versant. Ces eaux regroupent les eaux de lavage, les eaux de drainage et les eaux recueillies sur les aires bétonnées et les eaux de pluie à cela s'ajoutent la fonte de la neige appelée *les eaux de ruissellement*.

Ces précipitations doivent être évacuées par un réseau d'assainissement et envoyées dans la nature (rejet) le plus directement possible et sans traitement préalable. Elles véhiculent des matières minérales dans tous les états de dispersion depuis le débit grossier jusqu'aux molécules dissoutes.

---Les eaux météoriques

Les eaux pluviométriques peuvent être séparées ou bien mélangées avec les eaux domestiques, ce qui fait apparaître la notion d'effluent urbain constitué par les eaux d'origine domestiques plus ou moins polluées par les eaux industrielles et plus ou moins diluées par les eaux de ruissellement.

Le réseau d'assainissement devra être très assez étanche aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur afin d'éviter non seulement la pollution des nappes souterraines mais aussi la contamination du réseau d'alimentation en eau potable **AEP** en cas de fissuration des conduites. Il devrait fonctionner selon le mode gravitaire.

Les dispositifs utilisés pour l'étanchéité sont :

- Le béton et béton bitumeux
- L'argile et les sols ciment
- Les géo membranes soit bitume armée soit le PVC renforcé ou bien non.

A. Qualité des eaux de ruissellement

La pollution des eaux de ruissellement est variable dans le temps, elle devient plus forte au début d'une précipitation qu'à la fin par suite du nettoyage des surfaces balayées par cette pluie. Ces eaux entraînent des matières très polluées en provenance des trottoirs et chaussées en plus de sa contenance d'autres matériaux tels que : le mazout, le bitume, le cuivre, le plomb et le zinc. Dans la plupart du temps, ces eaux contiennent également du sable qui devient très difficile à évacuer.

B. Quantité des eaux de ruissellement

Le calcul des débits à évacuer pour n'importe quelle zone est effectué conformément aux indications administratives et réglementations propres aux données de l'assainissement.

Pour dimensionner une canalisation pluviale dans les régimes unitaires, on doit connaître les débits max à la décharge des petits bassins versants et pour cela on doit recourir à la méthode rationnelle (voir ch. 3)

ASSAINISSEMENT ROUTIER

L'assainissement de la voie routière doit régler plusieurs types de problèmes posé par l'eau de ruissellement. L'ensemble des dispositifs de cet assainissement suit certaines recommandations à savoir:

- L'évacuation des eaux de ruissellement dans l'emprise de la route
- La collecte et l'évacuation des eaux de drainage
- Le rétablissement des écoulements naturels
- La protection de la ressource en eau

Objectif de l'assainissement

Lors d'une étude d'un projet d'assainissement routier, certains principes doivent être toujours pris en considération à savoir :

- **La sécurité de l'utilisateur** est d'éviter l'accumulation des eaux de ruissellement sur la chaussée et cela par la réalisation de certains ouvrages d'évacuations. Cependant, n'importe quelle stagnation d'eau sur la chaussée peut entraîner la mauvaise visibilité surtout pour les automobilistes.
- **La protection de la route** pour faire durer cette structure, l'eau doit être drainée pour qu'elle ne s'infilte pas dans le corps de la chaussée. Car les eaux de ruissellement pourront détériorer une grande partie du projet si elles ne sont pas évacuées.

Influence des eaux pluviales sur la voirie

La stagnation des eaux sur une route ou une chaussée est préjudiciable à la sécurité de la voirie, pour cela il faut connaître certains effets à savoir :

- Les effets influençant sur la viabilité de la chaussée qui sont souvent transitoires et expliqués par les problèmes d'inondation
- Les effets influençant sur la pérennité des ouvrages routiers qui sont en général les problèmes d'érosion, de la stabilité du talus, de la fatigue des chaussées par défaut de portance du sol.

- Les ouvrages hydrauliques et drainages sont les ouvrages permanents qui ne nécessitent pas d'entretien.
- Les ouvrages hydrauliques assurent le transit des débits des bassins versants traversant la voirie.
- Le drainage des eaux d'infiltration entre le terrassement imperméable et la couche de la fondation de la chaussée.
- Les ouvrages de la collecte des eaux superficielles soit sur terre pleine soit en limite de plate forme des déblais ou bien remblais

Les données propres à l'assainissement

Le réseau d'assainissement devrait fonctionner sous l'effet de la gravité, cependant, les faibles pentes sont à éviter (soit une pente min de 0.5 % - 1 %) pour que l'eau puisse s'écouler, d'où il résulte une rigidité assez sensible du projet, Ce dernier devra comprendre :

- Un schéma à long terme
- Un avant projet à moyen terme
- Un programme technique et financier de réalisation

Il faut toujours veuillez aux risques d'inondation et la pollution des milieux récepteurs (cours d'eau, nappes, zone de captage des eaux potables)

La protection de la route repose sur certains dispositifs d'évacuation de ces eaux de ruissellement ce qui importe le principe de base de l'assainissement routier (la sécurité de l'utilisateur en évitant l'accumulation et la stagnation de l'eau sur la chaussée). Pour cela, il faut procéder à la protection des milieux récepteurs qui peuvent détériorer les ouvrages d'évacuation

Collecte des eaux pluviales

Les eaux de pluie sont très polluées après de longues périodes sèches qui sont moins, après de courtes périodes de pluies, qui sont collectées et envoyées dans la nature sans traitement préalable. Elles sont ainsi transportées par un réseau d'assainissement soit unitaire ou séparatif

- Dans le système séparatif, les eaux de pluie et les eaux domestiques ne sont pas mélangées, elles sont plutôt séparées, d'une part, à cause de la différence dans le débit (dépôt dans l'égout pendant la période sèche) d'autre part, pour ne pas avoir un grand débit à épurer. Cependant, le réseau pluvial peut se rejeter directement dans le cours d'eau sans passer par la station de traitement

- Dans le système unitaire, toutes les eaux (domestiques et voirie) sont recueillies dans un réseau de collecte unique qui pourra aboutir vers une station de traitement (station d'épuration). Ce système d'évacuation nécessite des ouvrages relativement importants comme (l'égout, le regard, la station d'épuration ...etc) afin d'absorber les pointes de ruissellement s'il y a lieu du traitement.

Dans certains tronçons, les réseaux ont le même tracé, alors que fréquemment ils suivent des tracés différents.

Chapitre 2

DEBIT A EVACUER

Généralités

Un ouvrage déterminé doit pouvoir évacuer (dans des conditions satisfaisantes) le volume d'eau résultant d'une précipitation pluviale sur le bassin qu'il dessert. Les vérifications effectuées dans le domaine actuel sont les formules de calcul du débit qui ne sont valables que dans les conditions suivantes :

- La limite supérieure de la surface du bassin fixée à 200ha
- La valeur de la pente I doit rester comprise entre 0.2 % et 5%, dans le cas de groupement de bassins, le rapport entre les pentes extrêmes
- Le coefficient de ruissellement C doit rester entre 0.2 et 1 (voir la méthode rationnelle et superficielle).

Le débit à évacuer pour n'importe quelle zone est effectué conformément aux indications et à la réglementation dictée par la loi en vigueur. Puisque les précipitations sur lesquelles le calcul de l'égout collecteur est basé dépendent absolument de certaines indications et des conditions hydrologiques à savoir : les variations mensuelles des quantités moyennes des précipitations pour une ville comme (le mois et la quantité de pluie ...etc)

Tout d'abord, la surface approximative de chaque zone exprimée en hectares (ha), ensuite la distance du point le plus éloigné de la zone exutoire qui permet de calculer le temps de concentration (mm/s). Ce dernier (temps) permet à son tour d'estimer l'intensité de la crue décennale (Q_{10}) estimée en (l/s/ha). Ensuite, il faut évaluer le coefficient de ruissellement en tenant compte de la densité qui est de l'ordre de 0.15 à 4, d'où il résulte que le débit à évacuer est exprimé (l/s) (voir la méthode de dimensionnement du réseau).

Les ouvrages calculés non pas, pour la plus forte précipitation pluviale connue, ce qui conduirait à de grandes dépenses, mais pour une précipitation dont la probabilité est déterminée.

But des ouvrages d'évacuation

Le but d'installation des ouvrages d'évacuation est reprendre les eaux de ruissellement qui pourraient être nuisible non seulement à l'agglomération et la voirie mais aussi aux ouvrages d'art de la voirie. Ces eaux pluviométriques sont conduites jusqu'au rejet, sans le moindre risque de pollution, au moyen d'un système hydraulique composé de :

- Un réseau longitudinal
- Des ouvrages de fonctionnement pour assurer la régulation du débit d'aval et le niveau minimal à l'amont des bassins.
- Des ouvrages de sécurité et de fond composés de vannes de fond pour prévoir une éventuelle vidange afin d'éviter les dégâts aux rives.
- Des ouvrages de contenance et de dépollution
- Des ouvrages de raccordements
- Exutoires

Ouvrages constitutifs du réseau d'égouts

Les ouvrages constitutifs d'un réseau d'égouts se subdivisent en deux éléments :

- **A. Ouvrages principaux**

Un égout est considéré comme une grande canalisation à écoulement à surface libre ($P_{atm} \neq 0$) dont sa mise en charge doit être exceptionnelle et limitée par un raccordement éventuel des regards et les ouvrages annexes

Du point de vue étanchéité, il y a lieu de distinguer 2 cas :

--L'étanchéité parfaite aux eaux transitées étaient peu recherchées sauf dans certains cas spéciaux. Les possibilités actuelles de mise en charge ont conduit à serrer de plus près le problème d'étanchéité cela fait apparaître les joints en caoutchouc plus étanche

--L'étanchéité aux eaux extérieurs provenant de la remontée saisonnière de la nappe phréatique doit être absolue (faute de quoi l'égout fonctionne comme un drain de la dite nappe) cela a pour effet la perturbation du fonctionnement de la station d'épuration (voir les TP de la flexion longitudinal, essais à l'écrasement, porosité et étanchéité)

Les ouvrages cités précédemment sont conçus et calculés pour résister :

- aux charges permanentes et roulantes
- aux efforts qu'ils ont à supporter en service, sauf indication contraire du maître de l'œuvre aux surcharges suivantes pour :
 - *. Les éléments superficiels aux chassées sous accotements affectés d'un coefficient de majoration appliqué sur une longueur d'impact
 - *. Les éléments superficiels sans trottoir dans les mêmes conditions que précédemment
 - *. Les canalisations enterrées sous la chaussée, sous l'accotement et sous trottoir, appliqué sans coefficient de majoration sur une longueur d'impact

Les ouvrages principaux comprennent :

Des tuyaux cylindriques et des ouvrages visitables de profils particuliers, les tuyaux à section circulaire sont désignés par leur diamètre nominal (intérieur) exprimé en (mm). L'épaisseur des parois doit être régulière s'il n'existe pas de normes imposées ou il ne doit pas différer de l'épaisseur maximale (environ 3mm s'il est inférieur à 60mm)

- **B. Ouvrages annexes**

L'attention sr attirée sur l'information de différents ouvrages annexes tant du point de vue constructif qu'entretien pour l'exploitation rationnelle des travaux du système d'égout. Ces ouvrages comprennent spécialement :

- **B. 1. Déversoirs d'orage** sont destinés à évacuer (en cas d'orage) le débit supplémentaire transité dans le collecteur ou ils dirigent directement les eaux vers le milieu naturel sans traitement préalable. Ces déversoirs sont réalisés naturellement en surface qui nécessite un terrain, soit en utilisant des tunnels existants ou bien creusés dans ce sens. Ces déversoirs d'orages des réseaux unitaires sont quelques fois équipés d'une grille à barreaux largement espacés pour empêcher les matières volumineuses de parvenir à la rivière. Cette grille doit être régulièrement visitée et nettoyée après chaque précipitation importante.
- **B. 2. Bouches d'égout** servent à l'introduction des eaux de pluie et de lavage de la chaussée dans un égout. Elles sont établies aux points bas des caniveaux correspondant à une jonction de rues. Il peut être nécessaire d'établir plusieurs bouches d'égout intermédiaires. L'ouverture de la bouche devant permettre l'absorption du fort orage en provenance de l'amont des caniveaux.
- **B. 3. Caniveaux** sont destinés à collecter jusqu'aux bouches d'égout les eaux de la voirie. En cas d'existence d'un trottoir ils sont construis par une bordure ou une dalle préfabriquée

$$Q_{\max} = f(I)$$

I ; pente de la rue

Q_{\max} ; débit maximale

- **B. 4. Branchements** des bouches d'égout, si le collecteur principal est constitué par une canalisation, la bouche d'égout y est raccordée. également par une canalisation. L'espacement des regards peut être de 300m environ.

- **B. 5. Regards** ils permettent de déceler les portions de conduites engagées par la remontée du niveau dans les regards d'amont.

Le regard doit être installé à chaque changement de directions (coudes) et à chaque jonction de canalisation (à l'exception des branchements réalisés par des raccords de piquage ou des boîtes de branchements) dans les parties droites en pente régulière tous les 80m au maximum.

-- Pour les regards visitables, leur rôle est de permettre l'accès du personnel pour les travaux d'entretien et de curage

--Les ouvrages non visitables, leur accès se fait soit par des engins de curage ou bien par les cameras de télévision ou ils servent à la ventilation de ces ouvrages.

CONCEPTION ET ETUDE DU TRACE

Tracé du réseau d'assainissement

Le choix du réseau d'assainissement séparatif permet de multiplier les rejets en rivière du moment que ce réseau d'évacuation est essentiellement à surface libre (pression atmosphérique est constante $P_{atm} = C^{te}$).

Ce réseau d'évacuation dépend du relief et commande l'orientation de l'égout, il est choisi de manière à profiter au mieux de la pente naturelle du terrain.

Sachant que le tracé le plus cherché est le tracé le plus directe de façon à obtenir de longs alignements

- 1. Le meilleur tracé empruntera (de préférence) l'accotement des routes et chemins tout en respectant les élargissements éventuels afin de faciliter l'acheminement du matériel.
- 2. Le tracé présentera un profil aussi régulier que possible et ne suivra pas forcément le niveau du sol (remblai -déblai)
- 3. Un tracé plus court que possible peut réduire les frais d'investissement
- 4. Le profil sera étudié de façon que l'air puisse être évacué facilement car son accumulation peut gêner l'écoulement
- 5. Les faibles pentes peuvent favoriser la stagnation de l'eau alors que les contres pentes peuvent donner lieu à la présence d'air. Sachant que le long du tracé direct adopté, cette pente dépasse rarement 5% .

Le principe du tracé des collecteurs

- Les pentes et les contres pentes (rampes) sont à éviter
- Les collecteurs principaux et secondaires doivent être placés dans les grandes rues assez longues avec aussi peu d'ouvrages que possible
- Le tracé du réseau d'assainissement dépend du relief et du type de rejet de

Les collecteurs doivent être placés dans les rues prévues par le plan d'urbanisme d'où il existe plusieurs types de réseau d'évacuation à savoir : le collecteur latéral, le collecteur perpendiculaire, le collecteur oblique et le collecteur radial

- **Collecteur perpendiculaire**

Il consiste à amener perpendiculairement à la rivière un certain nombre de collecteur recevant à leur tour les eaux primaires. Ce type de réseau est très économique si la pente du terrain vers le cours d'eau est faible

- **Collecteur latéral**

Il peut transformer le tracé, précédant pour faire passer les eaux usées par un seul point unique d'épuration E. Seulement il faut disposer d'un seul collecteur latéral à la rivière à condition que la pente soit suffisante. Dans le cas contraire, ce réseau peut devenir coûteux.

- **Collecteur transversal oblique**

Ce tracé résulte d'un optimum à la fois technique et économique. Pour augmenter la pente du collecteur, dans les cas celle de la rivière est assez insuffisante, il est intéressant de tracer un collecteur oblique