

XI.1. Introduction :

D'une façon générale, dans tous les endroits où l'homme réside et notamment dans les agglomérations, les eaux de toutes natures ne doivent pas être laissées ruisseler naturellement, elles doivent être guidées, canalisées pour être dirigées vers des émissaires naturels ou artificiels et parfois être épurées et traitées avant leur rejet définitif.

XI.2. Réseaux d'assainissement :

L'assainissement est l'ensemble des techniques qui permettent l'évacuation par voie hydraulique des eaux usées d'une communauté.

Les eaux sont recueillies à l'intérieur des propriétés par un réseau de canalisations puis évacuées gravitairement vers un égout collecteur qui en assure le rejet dans un exutoire étudié à ne pas nuire à l'hygiène publique.

On distingue les différentes catégories d'eaux usées suivantes

- Les eaux de pluie recueillies par les toitures et les chaussées, caractérisées par des débits importants, mais intermittents.

- Les eaux-vannes (polluées) issues des WC. (débits faibles et réguliers)

- Les eaux ménagères provenant des cuisines, des salles de bains et des buanderies. (débits faibles et réguliers)

- Les eaux industrielles, utilisées dans un processus industriel et dont les débits sont connus avec précision.

Toutes ces eaux, qui véhiculent des matières organiques ou minérales en suspension ou dissoutes nécessitent un traitement préalable avant rejet dans la nature.

Le rôle d'un réseau d'assainissement est triple:

- Assurer la protection des biens matériels et humains contre les inondations.

- Permettre la protection de la santé publique et la préserver.

- Préserver l'environnement en l'occurrence le milieu naturel contre les rejets des eaux usées.

XI.3. Nature des eaux à évacuer :

Dans le cas de notre projet, il s'agit d'évacuer les eaux usées d'origine domestique et les eaux de ruissellement

XI.4. Différents systèmes de collecte :

XI.4.1. Système unitaire :

Evacuation des eaux usées et des eaux pluviales se fait par un seul et unique réseau équipé de déversoirs qui, lors d'orage au moyen de surverse permet de rejeter les eaux dans le milieu naturel Ce système est un héritage du « tout à l'égout » né vers 1830

Parmi ses avantages, on retiendra principalement sa simplicité, le traitement après collecte d'une partie des eaux pluviales (en France, on considère les pollutions) et enfin qu'il est économiquement le plus intéressant (on ne construit qu'un réseau)

Toutefois, il convient de considérer également le manque de contrôle que l'on a sur ce type de système notamment les risques de pollution lors de déversements intempestifs dans le milieu naturel (ceux-ci ne distinguant pas les eaux usées des eaux de pluies) ainsi que le risque de saturation et de dysfonctionnement de la station d'épuration par l'apport important d'eaux claires

- Ce réseau présente les avantages suivants
- Une seule canalisation
- La simplicité
- Le faible embarquement
- Facile à tenir
- Et ses inconvénients sont :
- Auto curage n'est pas généralement assuré
- Le partage des eaux qui vont soit à la station d'épuration (step) soit au milieu naturel
- Risque de dépôt par temps secs

XI.4.2. Système séparatif :

Le système séparatif est composé de deux réseaux d'évacuation collectant respectivement :

Les eaux pluviales rejetées directement dans le milieu naturel

Les eaux usées domestiques (eaux vannes et eaux ménagères) et éventuellement dans certains conditions (i.e. caractéristiques proche des eaux usées) des effluents industriels, acheminées vers la station d'épuration

Ce type de système prévoit un relèvement des eaux usées jusqu'à la station d'épuration et un rejet gravitaire des eaux pluviales. Il est concevable avec une population relativement dispersée et permet une limitation de la pollution du milieu naturel, une évacuation rapide des eaux les plus polluées et un débit et un fonctionnement régulier de la station d'épuration

L'un des principales contraintes de ce système est la nécessité d'exercer un contrôle précis du réseau qui doit être connu de façon précise, afin d'éviter les inversions de branchement, sources de dysfonctionnement

-Ce réseau présente les avantages suivants :

- Facilité du traitement des eaux usées
- Un bon système pour la protection de l'environnement

-Et ses inconvénients sont :

- Plus coûteux
- Deux branchements par immeuble avec d'inversion des raccordements
- Problème de croisement des réseaux

XI.4.3. Systèmes pseudo séparatif :

Ce type de système très peu préconisé distingue les eaux pluviales provenant des voiries et les eaux pluviales provenant la toiture, des cours intérieures qui sont acheminées avec les eaux usées

XI.5. choix de système :

Pour faire un choix, il faut tenir compte d'un nombre de critères qui permettent de définir le système adopté parmi ces critères on trouve :

- Type de système existant
- Moyen d'investissement possible
- La topographie du terrain
- Manière de traitement des eaux usées

Dans notre projet le système choisi est unitaire du fait que le collecteur principal du rejet est unitaire

XI.6. Accessoires du réseau d'assainissement :

-Regards

Ce sont des compartiments en maçonnerie ou préfabriqué munis d'un couvercle amovible, ils permettent l'accès aux canalisations pour d'éventuels branchements, et notamment pour le curage de ces derniers. Ils existent plusieurs types de regards :

1. Regard de visite : ils permettent la surveillance et le curage des égouts ainsi que leur aération qui est assurée grâce à une fonte sur le couvercle du regard, ce type de regard est prévu dans les cas suivants :

- au niveau de chaque branchement avec un autre collecteur

- à chaque changement de direction (horizontale ou verticale)
- entre 40 et 50 m d'alignement droit

2. Regard chute : ce sont des regards analogues aux regards de visite, seulement la chute est plus importante, ce type de regard est prévu lorsque les canalisations sont disposées en forte pente, ce qui entraîne des vitesses très importantes, la chute des effluents dans ces regards permet de briser la vitesse d'écoulement.

3. Bouche d'égout : destinées à recueillir les eaux usées de la chausse, elles doivent être sélectives pour permettre la retenue du maximum de déchets, elles sont généralement disposées sous le trottoir

4. Regard avaloir : ils sont généralement placés aux points bas des caniveaux destinés à la collecte des eaux de ruissellement depuis le caniveau jusqu'à l'égout.

5. Regards à grille : ce sont des regards de petites dimensions, couverts par une grille en fonte, il sert à évacuer les eaux de ruissellement des parcs, allées piétonnes et des pelouses.

6. Regards de façade : ils sont utilisés pour les branchements particuliers, disposés plus près de la façade de la propriété à raccorder.

7. Regards de branchement : servent au branchement du réseau sanitaire d'un immeuble au réseau d'assainissement, les regards siphonides sont conseillés pour éviter les relents des mauvaises odeurs.

8. Déversoirs d'orage : c'est un ouvrage en béton armé de section rectangulaire, sa fonction est d'évacuer les pointes exceptionnelles de débit d'orage vers un milieu récepteur, en d'autres termes, il est prévu pour soulager le réseau sanitaire en période d'orage.

9. Espacements entre les regards :

Les regards de visite doivent être installés

- A chaque changement de direction et de pentes
- Dans les parties droites et en pentes régulières Tout les 25 mètres environs pour les regards non visibles, et 50 mètres pour les regards visibles

XI.7. Les eaux usées :**XI.7.1. Définition :**

Ce sont des eaux qui contiennent des impuretés d'origine organique ou minérales telles les eaux de toilette, cuisine, lessives, etc

XI.7.2. Evaluation du débit d'évacuation des eaux usées :

L'évacuation et l'infiltration de l'eau en cas de fuite peuvent nous montrer que la quantité d'eau récupérer après usage est toujours inférieure à celle consommée au début, pour cela on a estimé que les eaux usées sont de 80% de consommation

$$Q_{eu} = 80\% Q_{e\ pot}$$

-Eaux usées domestiques : ce sont de vaisselles de cuisines de lavage de bain de douche

-Eaux usées industrielles : soient qui proviennent de diverses usines de fabrication ou de transformation. Les eaux usées sont à l'origine de certaines maladies à transmission hydrique (choléra) puisent quel contiennent des produit nocifs

XI.8. Les eaux pluviales :**XI.8.1. Définition :**

Les eaux pluviales sont les eaux appartenant aux eaux de ruissellement (eaux de pluie, eaux de lavage des caniveaux)

☞ *Remarque :*

Étant donné que le réseau de notre projet est unitaire, nous devons prendre en considération les eaux pluviales et négliger les eaux usées

XI.8.2. Tracé en plan du réseau :

Le tracé en plan du réseau des eaux pluviales est projeté en prenant en considération la topographie, dans le but de recueillir toutes les eaux de ruissellement, de desservir toute la zone d'étude par un minimum de canalisations

XI.8.2.1. Découpage en bassins versants :

Le découpage en bassins versants se fait en tenant compte de caractéristiques suivantes

- La topographie du terrain
- Les limites des îlots
- Les bissectrices des regards

XI.8.2.2. Evaluation du débit à évacuer :

L'évaluation du débit à évacuer nécessite la connaissance obligatoire des données pluviométriques de la région pour une durée de 10 ans c'est pour cette raison deux méthodes sont envisagées pour l'évaluation

-Méthode rationnelle :

On utilise généralement pour des moyens et petites agglomérations. Elle découle directement des lois de l'hydraulique le débit maximum est obtenu quand la durée est égale au temps de concentration du bassin versant

$$Q = C \cdot I \cdot A$$

Avec : Q : le débit à évacuer en (l/s)

C : coefficient de ruissellement

I : intensité moyenne de précipitations en (l/hect/s)

A : superficie du bassin versant en hectare (Hect)

Le coefficient donné pour une surface du même sol

$C = \frac{\text{Volume d'eau qui ruisselle sur cette surface}}{\text{Volume d'eau tombée sur cette surface}}$

-Méthode superficielle (méthode de Caquot) :

La formule de Caquot est plus précise et reste la méthode de base même si quelques limites sont apportées à son domaine de validité, il s'agit essentiellement de :

- Surface de bassin versant inférieure à 200ha.
- Coefficient de ruissellement compris entre 0.2 et 1
- Coefficient d'allongement M 0.8

Pratique de calcul :

Afin de pouvoir dimensionner la canalisation d'eaux pluviales, on va se servir de la méthode rationnelle décrite ci-dessus

1-Surface du bassin versant :

Le calcul de la surface de bassin versant ne pose aucun problème, en effet il suffit de le décomposer en figures géométriques simples, elle est exprimée en hectares (ha)

2-Coefficient de ruissellement :

Définir comme étant le rapport de la surface imperméabilisée par la surface totale du bassin Versant

$$C = \frac{A'}{A}$$

C'est le paramètre le plus difficile à estimer. En effet, la détermination exacte de ce paramètre nécessite la connaissance du pourcentage de la surface imperméabilisée

Cette tâche s'avère très difficile surtout lorsqu'il s'agit de ville avec une urbanisation variée

Ainsi, et pour les raisons précédentes, on se contente de prendre des valeurs moyennes correspondantes à des chaque types de zone urbaine et de les pondérer par les surfaces concernées pour obtenir un coefficient de ruissellement moyen

En général :

Du fait que notre zone est d'habitat dense, le coefficient de ruissellement est 0.6

3-Intensité de la précipitation :

Les données pluviométriques sont recueillis par la station météorologique de la région de Sidi – Bel –Abbés : $I = 100L/s / ha$

Après avoir calculé tous les débits de chaque bassin on les a regroupés pour obtenir les débits cumulés.

XI.8.3. Dimensionnement du réseau :

Après avoir déterminé des débits en chaque point du réseau les diamètres des canalisations sont déterminés en faisant rentrer deux paramètres qui sont le débit et la pente

- Caractéristiques du réseau :

A- Vitesse à pleine section est donnée par la formule de chezy

$$V_{ps} = C \sqrt{Rh I}$$

Avec : C coefficient de chezy

Rh : rayon hydraulique (m)

I : pente de l'ouvrage

B- Débit à pleine section

$$Q_{ps} = S \cdot V_{ps}$$

Avec

S : section de l'ouvrage

Le coefficient de CHEZY peut être déterminé à l'aide de deux formules

Formule de BAZIN

$$C = 87 / (1 + (m / \sqrt{Rh}))$$

Formule de MANNING :

$$C = (1/n) Rh^{1/6}$$

Avec : n, m des coefficients de rugosité

En général on préfère la formule de MANNING puisque l'écoulement est permanent et uniforme

$$V = 70 R H^{2/3} I^{1/2} \quad Q = 70 S R H^{2/3} I^{1/2}$$

$$\left. \begin{array}{l} S_m = \pi D^2 / 4 \\ P_m = \pi D \end{array} \right\} \rightarrow R H = D/4$$

XI.8.4. conditions d'auto curage :

On dit qu'un réseau d'assainissement est auto cureuse, s'il admet la faculté de se nettoyer tout seul, sous l'action des écoulements. Pour satisfaire cette condition, nous devons connaître la vitesse correspondante au 1/10 du débit à pleine section

L'auto curage sera assurée pour une vitesse supérieure ou égale à 0.5 m/s :

$$V [(1/10) Q_{PS}] > 0.5 \text{ m/s}$$

Rapport de débit : $R_Q = Q_{adop} / Q_{ps}$

$$R_v = V / V_{ps} \rightarrow V = R_v \cdot V_{ps}$$

$$D'où V_{ps} = 70 (D/4)^{2/3} I^{1/2} \text{ et } Q_{ps} = 21,7 \cdot D^{8/3} \cdot I^{1/2}$$

V_{ps} : vitesse pleine section

D : diamètre de la conduite

I : pente de l'ouvrage

Pour déterminer le diamètre des conduites, on utilise la formule suivante :

$$D = (Q_R / 6.82 \cdot I^{1/2})^{3/8}$$

Tel que :

Q_r débit réel qui est déjà calculé par la méthode rationnelle

Rapport des hauteurs de remplissage

$$R H = H/D \quad H = D \cdot R H$$

Connaissant la valeur de $R_q = 0,1$ et l'abaque nous donne.

XI.8.5. Les pentes :

La pente de la canalisation doit permettre un écoulement gravitaire donc elle doit être inférieure à 6% pour éviter les turbulences et ne pas user la conduite et supérieure à 0.5% afin d'éviter les dépôts dans les canalisations.

Tableaux XI.01: Débit des eaux usées.

BASSINS	surface (ha)	Densité n (hab/ha)	Population N (hab)	Dotation d (l/hab.jour)	Dotation d (l/hab.sec)	Coefficient de pointe K	Q _{EU} (l/s)	Q _{EU} (m ³ /s)
B1	0,123006	120	96	150	0,0018	2,5	0,3456	3,456.10 ⁻⁴
B2	0,580962	120	288	150	0,0018	2,5	1,0368	10,368.10 ⁻⁴
B3	0,352636	120	384	150	0,0018	2,5	1,3824	13,824.10 ⁻⁴
B4	0,605431	120	144	150	0,0018	2,5	0,5184	5,184.10 ⁻⁴
B5	0,496842	120	480	150	0,0018	2,5	1,7280	17,280.10 ⁻⁴
B6	1,527789	120	240	150	0,0018	2,5	0,8640	8,640.10 ⁻⁴
B7	2,194345	120	144	150	0,0018	2,5	0,5184	5,184.10 ⁻⁴

Débit des eaux pluviales : $Q_{EP} = C \cdot I \cdot A$

Avec :

Q : le débit à évacuer en (l/s).

C : coefficient de ruissellement (0,6)

I : intensité moyenne de précipitations en (l/hect/s) (120 l/s /ha)

A : superficie du bassin versant en hectare (Hect).

Tableaux XI.02: Débit des eaux pluviales

surface A (ha)	Coefficient C	Intensité I	Q _{EP} (l/s)	Q _{EP} (m ³ /s)
0,123006	0,6	120	8,856	0,00885
0,580962	0,6	120	41,829	0,04182
0,352636	0,6	120	25,389	0,02538
0,605431	0,6	120	43,591	0,04359
0,496842	0,6	120	35,772	0,03577
1,527789	0,6	120	109,989	0,10998
2,194345	0,6	120	174,993	0,17499

Débit des eaux usées : $Q_{eu} = 0.8 d \times N \times K$ (litres / Secondes)

Débit total: $Q_R = Q_{EP} + Q_{EU}$

$$D = (Q_R / 21,70 \cdot I^{1/2})^{3/8}$$

$$V_{ps} = 70 (R_H)^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

$$Q_{ps} = 21,7 \cdot D^{8/3} \cdot I^{1/2}$$

Tableaux XI.03: Débit des eaux usées.

BASSI NS	surface (ha)	Densité n (hab/ha)	Population N (hab)	Dotation d (l/hab.jour)	Dotation d(l/hab.s)	Coefficient de pointe K	$Q_{EU}(l/s)$	$Q_{EU} (m^3/s)$
B1	0,123006	120	96	150	0,0018	2,5	0,3456	$3,456.10^{-4}$
B2	0,580962	120	288	150	0,0018	2,5	1,0368	$10,368.10^{-4}$
B3	0,352636	120	384	150	0,0018	2,5	1,3824	$13,824.10^{-4}$
B4	0,605431	120	144	150	0,0018	2,5	0,5184	$5,184.10^{-4}$
B5	0,496842	120	480	150	0,0018	2,5	1,728	$17,280.10^{-4}$
B6	1,527789	120	240	150	0,0018	2,5	0,864	$8,640.10^{-4}$
B7	2,194345	120	144	150	0,0018	2,5	0,5184	$5,184.10^{-4}$

Tableaux XI. 04: Calcul de diamètre

Tronçon	R_1, R_2, R_3	$R_3 - R_{10}, R_{ext}$	$R_{11} - R_{18}$	$R_{19} - R_{22}$	$R_{29} - R_{37}, R_{ext}$	$R_{23} - R_{27}$	$R_{27} - R_{29}, R_{ext}$
Pente I (%)	2,5	0,5	0,72	1	0,94	1	0,9
Q_R (m^3/s)	0,00919	0,04285	0,02676	0,04410	0,03749	0,11082	0,17550
D calculé	115,58	261,36	204,59	232	220,84	327,76	397,20
D choisi (mm)	200	300	300	300	300	350	400
$Rh = D/4$	0,050	0,075	0,075	0,075	0,075	0,087	0,100
$Rh^{2/3}$	0,135	0,177	0,177	0,177	0,177	0,196	0,215
$V_{ps}(m/s)$	1,49	0,87	1,05	1,23	1,20	1,37	1,42
Q_{ps} (m^3/s)	0,046	0,061	0,074	0,087	0,085	0,132	0,179
$Q_{ps} > Q_R$	CV	CV	CV	CV	CV	CV	CV

III.9. Choix et pose des conduites

Le projet d'assainissement a été élaboré sur la base de l'aménagement projeté sur la voirie, tout en tenant compte des contraintes du terrain (la topographie accidentée).

Le réseau projeté est de types unitaires qui évacue les eaux usées et pluviales à travers les points de rejets vers le collecteur principal.

Les canalisations seront de type circulaire en béton (135 A) pour les réseaux principaux et de PVC (PVC CR8 EU) pour les réseaux tertiaire, ces canalisations seront posées dans des tranchées de profondeur allant de 1.5 à 4 m sur un lit de sable de 10 cm d'épaisseur.

En général, les canalisations seront choisies telles que la hauteur de recouvrement de la génératrice supérieur du collecteur à la côte projet sera au minimum de 1 m.

Des regards de chute seront aménagés pour remédier au problème de vitesse et de pente.

La récupération des eaux pluviales sur la chaussée sera assurée par les regards avaloir, ces derniers seront placés à côté des regards pour faciliter leurs branchements.

