



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

DEPARTEMENT Hydraulique Urbaine

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'Etat en Hydraulique

OPTION : Assainissement

THEME :

**CONCEPTION DU SYSTEME D'ASSAINISSEMENT DE
LA ZONE OUEST DE LA VILLE DE FIL-FILA
(W.SKIKDA)**

Présenté par :

M^{lle} : REHAHLA Latifa

DEVANT LES MEMBRES DU JURY

Nom et Prénom	Grade	Qualité
M ^{me} MEDDI Hind	M.C.B	Présidente
M ^{me} HADJ SADOK Nabila	M.A.A	Examinatrice
M ^{me} HOULI Samia	M.A.A	Examinatrice
M ^r KAHLERRAS Djilali	M.C.B	Examineur
M ^r SALAH Boualem	Professeur	Promoteur

Septembre 2015

Dédicace

 Je dédie ce travail à ... 

A ma très chère mère MALIKA

Affable, honorable, aimable : Tu représentes pour moi le symbole de la bonté par excellence, la source de tendresse et l'exemple du dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager et de prier pour moi.

A mon Père ABD EL HADI

Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours eu pour vous.

A mes très chers frères, sœurs et leurs enfants.

A tous les membres de ma famille, petits et grands.

A mes ami(e)s sans exception et à tous ceux qui me sont chers.

REHAILA LATIFA



Remerciement

*Mes remerciements s'adressent tout d'abord à **ALLAH le tout puissant et à son prophète Mohamed** (paix et salut sur lui) pour les chances qui me sont offertes pour réaliser ce travail.*

*Au terme de cette modeste étude, je tiens à exprimer mes remerciements les plus sincères, au **Pr SALAH Boualem**, qui a très volontiers accepté d'être le promoteur de ce projet. Sa grande connaissance dans le domaine, ainsi que son expérience, ont joué un rôle important dans la conception de ce travail.*

J'associe volontiers, les membres du jury dans l'expression de ma reconnaissance, pour leurs précieux conseils, ainsi que pour la lecture critique de ce mémoire.

Je me sentirais coupable d'ingratitude si je ne remerciais pas Le corps d'enseignants et les étudiants de l'ENSH de la première jusqu'à la troisième année.

Que tous ceux qui de près ou de loin ont apporté leur contribution à la réalisation de ce travail, je vous prie de trouver l'expression de ma profonde reconnaissance.

REHAHLA LATIFA

ملخص:

تهدف هذه المذكرة لدراسة شبكة التطهير للتجمع السكاني للمنطقة الغربية لفليلة ولاية سكيكدة. إذ تطرقنا إلى عملية تقدير كمية المياه المستعملة و مياه الأمطار كما قمنا بتحديد مخطط وضع هذه الشبكة (شبكة موحدة ذات مخطط جانبي) اعتمادا على كل المعطيات المتعلقة بالمنطقة وذلك من اجل صرف المياه خارج المدينة في ظروف جيدة حسب المعايير المعمول بها للحفاظ على البيئة والقضاء على مشكل التلوث و الأمراض وكذا الأوبئة المنتشرة في جميع الأنحاء.

RESUME :

L'objectif principal de notre mémoire est le dimensionnement du système d'assainissement de l'agglomération de la zone OUEST de FILFILA (W.SKIKDA).C'est dans ce sens que nous avons évalué les différents débits d'eaux usées et pluviales et tracé le réseau d'évacuation (système unitaire avec un schéma latéral);tout en prenant en considération les données de la ville (topographie, plan d'urbanisation...),afin d'assurer une évacuation de ces eaux en dehors de la zone dans des bonnes conditions, en conformité avec les normes en vigueur et en tenant compte des conditions de base pour une préservation de l'environnement en général et en particulier pour une vie saine des maladies.

Abstract:

The primary purpose of this dissertation is to examine the sewerage network of the city of WESTERN ZONE of FILFILA (W.SKIKDA) where we have estimated the wastewater and rainfall then identified the scheme (unitary system with lateral scheme) of putting; this network into effect taking into account all the data related to the region (topography, stripes construction.....). This study is also aimed at investigating the possibility of exchanging water outside the city in good conditions and in accordance with the applicable standards taking into consideration the basic conditions for preserving the environment.

SOMMAIRE

Introduction générale	01
-----------------------------	----

Chapitre I: présentation de la zone d'étude

I.1	Introduction.....	02
I.2	Historique	02
I.3	Situation géographique	03
I.4	Situation topographique	04
I.5	Les données naturelles du site	04
I.5.1	Topo morphologie	04
I.5.2	Situation Géologique	05
I.5.3	Sismicité	05
I.5.4	Situation climatique	06
I.5.4.a	la pluviométrie	06
I.5.4.b	Températures	07
I.5.4.c	Humidité	08
I.5.4.d	Vitesse des vents	08
I.5.4.e	L'évapotranspiration	09
I.5.4.f	Hydrographie	10
I.6	Situation démographique	10
I.7	Situation hydraulique	10
I.7.1	AEP.....	10
I.7.2	Assainissement	11
I.8	Conclusion	11

Chapitre II : Eude hydrologique

II.1	Introduction	12
II.2	Les petites pluies	12
II.3	Les averses	12
II.4	Choix de la période de retour	12
II.5	Détermination de l'intensité moyenne de précipitation	12
II.6	Analyse des données pluviométriques et calcul des différents paramètres de la série.....	13
II.6.1	Analyse des données statistiques	13
II.6.1.1	Homogénéisation des données.....	14
II.6.1.2	Les caractéristiques de la série	17
II.6.2	Choix de la loi d'ajustement	18
II.6.3	Test de validité d'un ajustement	23
II.7	Calcul de l'intensité de pluie de courte durée	24
II.8	Conclusion	26

SOMMAIRE

Chapitre III: *Eléments de base de dimensionnement*

III.1	Introduction.....	27
III.2	Situation démographique	27
III.3	Découpage de l'aire d'étude en sous bassins	28
III.4	Principe du tracé du réseau	28
III.5	Systèmes d'évacuation du réseau	28
III.5.1	Système unitaire	29
III.5.2	Système séparatif	29
III.5.3	Système pseudo séparatif	29
III.6	Choix du système d'évacuation primaire	32
III.7	Schémas d'évacuation	32
III.7.1	Schéma perpendiculaire	32
III.7.2	Schéma par déplacement latéral	32
III.7.3	Schéma transversal ou oblique	32
III.7.4	Schéma par zone étagée	32
III.7.5	Schéma radial	32
III.8	Evaluation du coefficient de ruissellement	34
III.9	Calcul de la population de chaque sous bassin	35
III.9.1	Coefficient de ruissellement pondéré	35
III.9.2	Calcul de la densité partielle	36
III.9.3	Calcul du nombre d'habitant de chaque surface drainée	37
III.10	Conclusion	37

Chapitre IV : *Evaluation des débits d'eau pluviale et usée*

IV.1	Introduction.....	38
IV.2	Evaluation des débits d'eaux usées	38
IV.2.1	Généralités	38
IV.2.2	Origine des eaux usées	38
IV.2.3	Consommation en eau potable	39
IV.3	Evaluation de la quantité d'eaux usées à évacuer	39
IV.3.1	Estimation des débits d'eaux usées domestiques	39
IV.3.1.b	Evaluation du débit moyen journalier	39
IV.3.1.a	Evaluation du débit de pointe	39
IV.3.2	Estimation du débit des équipements et débit de point	40
IV.4	Evaluation des débits d'eaux pluviales	42
IV.4.1	La méthode rationnelle	42
IV.4.2	La méthode superficielle (méthode de Caquot)	44
IV.5	Calcul des débits pluviaux	46
IV.6	Conclusion	47

SOMMAIRE

Chapitre V: Calcul hydraulique et dimensionnement du réseau

V.1	Introduction.....	48
V.2	Conception du réseau	48
V.3	Dimensionnement du réseau d'assainissement	48
V.3.1	Conditions d'écoulement et de dimensionnement	48
V.3.2	Formule des écoulements	49
V.4	Principe de tracé des collecteurs	53
V.6	Conclusion	54

Chapitre VI : Eléments constitutifs du réseau et ouvrages annexes

VI.1	Introduction.....	55
VI.2	Les ouvrages principaux	55
VI.2.1	Les canalisations	55
VI.2.1.1	Conduite en fonte	55
VI.2.1.2	Conduite en amiante ciment	56
VI.2.1.3	Conduite en grés	56
VI.2.1.4	Conduite en matière plastique	56
VI.2.1.5	Conduite en béton armé	56
VI.2.2	Choix du type de canalisation	57
VI.3	Les ouvrages annexes	58
VI.3.1	Les branchements	58
VI.3.2	Les bouches d'égout	59
VI.3.3	Les regards	60
VI.3.3.1	Types des regards	61
VI.3.3.2	Dimensionnement des regards de chute	64
VI.3.3.3	Exemples de dimensionnement	64
VI.3.4	Déversoirs d'orage	65
VI.3.4.1	Emplacement des déversoirs d'orage	65
VI.3.4.2	Types des déversoirs	66
VI.3.4.3	Dimensionnement du déversoir d'orage	67
VI.3.4.4	Les ouvrages annexes du déversoir d'orage	70
VI.3.5	Bassins de dessablement	72
VI.4	Conclusion	74

SOMMAIRE

Chapitre VII : Organisation de chantier

VII.1	Introduction.....	75
VII.2	Emplacement des canalisations	75
VII.3	Exécution des travaux	75
VII.3.1	Décapage de la couche de terre végétale	76
VII.3.2	Emplacement des jalons des piquets	76
VII.3.3	Exécution des tranchées et les regards	76
VII.3.3.A	<i>profondeur de la tranchée</i>	76
VII.3.3.B	<i>Largeur de la tranchée</i>	76
VII.3.3.C	<i>Volumes des déblais des tranchées</i>	77
VII.3.3.D	<i>Profondeur des regards</i>	77
VII.3.3.E	<i>Volume des déblais des regards</i>	77
VII.3.4	Aménagement du lit de pose	78
VII.3.5	Mise en place des conduites	79
VII.3.6	Assemblage des conduites	79
VII.3.7	Essais sur les joints et les canalisations	79
VII.3.8	Essais des tuyaux préfabriqués	80
VII.3.8.1	Essais d'étanchéité	80
VII.3.9	Exécution des regards	80
VII.4	Remblaiement et compactage des tranchées	80
VII.5	Choix des engins	81
VII.5.1	Pour le décapage de la couche de la terre végétale	81
VII.5.2	Pour l'excavation des tranchées	82
VII.5.3	Pour le remblaiement des tranchées	82
VII.5.4	Pour le compactage	82
VII.5.5	Devis quantitatif et estimatif	82
VII.6	Détermination des différents volumes	83
VII.7	Planification des travaux	85
VII.8	Causes des accidents de travail dans un chantier hydraulique	89
VII.9	Mesures préventives pour éviter les causes des accidents	89
VII.10	Conclusion	90
	Conclusion générale	91

LISTE DES TABLEAUX

Chapitre I

Présentation de la zone d'étude.

Tableau I.1	Coordonnées de la station météorologique de port de Skikda	06
Tableau I.2	La variabilité des précipitations moyennes mensuelles	06
Tableau I.3	La variation moyenne mensuelle de la température	07
Tableau I.4	Les moyennes mensuelles de l'humidité relative	08
Tableau I.5	les vitesses du vent moyennes mensuelles	08
Tableau I.6	Moyennes mensuelles et annuelle de l'évapotranspiration	09
Tableau I.7	Population pour différents horizons	10

Chapitre II

Etude Hydrologique.

Tableau II.1	Coordonnées géographiques de station météorologiques Skikda (Port)	13
Tableau II.2	Série des pluies max journalières du poste pluviométrique de FIL-FILA.....	13
Tableau II.3	Détermination du médiane M de la série.....	15
Tableau II.4	Caractéristiques des pluies maximales de la station	17
Tableau II.5	Calcul des paramètres d'ajustement par la loi de Gumbel	19
Tableau II.6	Intensité pour une période de retour de 10ans	25

Chapitre III

Eelements de base de dimensionnement.

Tableau III.1	Estimation de la population de l'agglomération	27
Tableau III.2	Avantages et inconvénients des différents systèmes	31
Tableau III.3	Différentes valeurs du coefficient de ruissellement.....	34
Tableau III.4	Détermination du coefficient de ruissellement pour chaque surface drainée....	36
Tableau III.5	Détermination du nombre d'habitants Pour chaque surface drainée.....	37

Chapitre IV

Evaluations des débits d'eau pluvial et usée a évacuer.

Tableau IV.1	Détermination des débits des eaux usées des équipements	41
Tableau IV.2	Détermination des débits de pointe d'eaux usées de chaque surface drainée....	41
		47
Tableau IV.3	Calcul des débits pluviaux la méthode rationnelle.....	

LISTE DES TABLEAUX

Chapitre V

Calcul hydraulique et dimensionnement du réseau.

Tableau V.1	valeurs indicatives du coefficient de rugosité de Strickler K_s	50
Tableau V.2	dimensionnement et calcul hydraulique des collecteurs secondaires.....	52
Tableau V.3	dimensionnement et calcul hydraulique des collecteurs secondaires(suite).....	53
Tableau V.4	dimensionnement et calcul hydraulique des collecteurs secondaires(suite).....	54
Tableau V.5	dimensionnement et calcul hydraulique du collecteur principal I1.....	55
Tableau V.6	dimensionnement et calcul hydraulique du collecteur principal I2.....	56
Tableau V.7	dimensionnement et calcul hydraulique du collecteur principal I3.....	57

Chapitre VI

Eléments constitutifs du réseau et ouvrages annexes

Tableau VI.1	Avantages et Inconvénients des types de canalisations utilisées.....	63
Tableau VI.2	dimensionnement des regards	70
Tableau VI.3	calcul du coefficient de retardement	74
Tableau VI.4	Espacement et épaisseur des barreaux	77

Chapitre VII

Organisation de chantier

Tableau VII.1	Volumes des travaux	90
Tableau VII.2	Détermination du devis quantitatif et estimatif du projet	91
Tableau VII.3	Détermination des délais.....	92

LISTE DES FIGURES

Chapitre I

Présentation de la zone d'étude.

Figure I.1	carte géographique de la ville de FIL-FILA	03
Figure I.2	Situation topographique de la commune de FILFILA	04
Figure I.3	Carte Du Zonage Sismique Du Territoire National	05
Figure I.4	les précipitations moyennes mensuelles	06
Figure I.5	Températures moyennes mensuelles	07
Figure I.6	Humidité relative moyenne mensuelle	08
Figure I.7	Les vitesses moyennes mensuelles des vents	09
Figure I.8	Evapotranspiration moyenne mensuelle	09

Chapitre II

Etude Hydrologique.

Figure II.1	représentation de la droite de Gumbel	21
Figure II.2	représentation de la droite de Galton	23
Figure II.3	Courbes_Intensité_Durée_Fréquence	25

Chapitre III

Elements de base de dimensionnement.

Figure III.1	Schéma perpendiculaire	33
Figure III.2	Schéma par déplacement latéral	33
Figure III.3	Schéma par déplacement latéral	33
Figure III.4	Schéma par zone étagé	33
Figure III.5	Schéma radial	33

Chapitre VI

Eléments constitutifs du réseau et ouvrages annexes

Figure VI.1	Assemblage des tubes PVC	62
Figure VI.2	Assemblage par bague roulante.....	63
Figure VI.3	Assemblage par bague glissante appliqué dans une encoche	63
Figure VI.4	Assemblage par bague glissante appliqué contre un rebord	63
Figure VI.5	Assemblage par bague glissante appliqué dans une encoche collet.....	63
Figure VI.6	Schéma représentatif d'un branchement simple	65
Figure VI.7	Exemple d'une bouche d'égout sans décantation	65
Figure VI.8	Emplacement d'une bouche d'égout	66
Figure VI.9	Exemple d'un regard de visite	67
Figure VI.10	Exemple d'un regard de jonction	68
Figure VI.11	Exemple d'un regard latéral	68
Figure VI.12	Exemple d'un regard double	68
Figure VI.13	Exemple d'un regard de chute	69

LISTE DES FIGURES

Figure VI.14	Types des regards de chute	69
Figure VI.15	Exemple d'un regard de chute	71
Figure VI.16	Déversoir d'orage à seuil latéral	72
Figure VI.17	schéma d'un dessableur couloir	79

Chapitre VII

Éléments constitutifs du réseau et ouvrages annexes

Figure VII.1	Coupe transversale d'une tranchée avec la mise en place de la conduite.....	84
Figure VII.2	Mise en place des conduites.....	85
Figure VII.3	Réseau à nœuds.....	93
Figure VII.4	Diagramme de Gantte.....	94

LISTE DES PLANCHES

Planche N°1 : Plan de masse avec la délimitation des sous bassin de la zone ouest de la ville de FIL-FILA(W.SKIKDA).

Planche N°2: Plan de masse avec le réseau d'assainissement de la zone ouest de la ville de FIL-FILA(W.SKIKDA).

Planche N°3: Profil en long du collecteur principal 01.

Planche N°4: Profil en long du collecteur principal 02.

Planche N°5: Profil en long du collecteur principal 03.

Planche N°6: Eléments constitutifs du réseau d'égout.

INTRODUCTION GENERALE

La gestion durable de l'eau et la conception de système d'assainissement capables de répondre à des objectifs associés à la politique du développement durable, est sans doute l'une des questions urbaines fondamentales à l'heure actuelle. Le but c'est obtenir un assainissement qui limite les impacts négatifs sur l'environnement, qui protège les usagers.

L'assainissement des agglomérations consiste à la collecte, le transport, et l'évacuation des eaux usées et les eaux pluviales vers le milieu récepteur.

Le développement rapide de la population en milieu urbain ainsi que l'évolution du mode de vie entraînent un accroissement considérable des structures urbaines impliquant des besoins en eau importants .C'est pourquoi nous nous sommes intéressés, compte tenu de l'urgence de la situation et des besoins de la population.

L'objectif de cette étude est la conception du système d'assainissement de la zone ouest de la ville de FIL-FILA wilaya de SKIKDA, qui est une nouvelle ville dépourvue de réseaux d'assainissement.

Pour une bonne présentation de ce travail, nous présenterons en premier lieu les caractéristiques de notre agglomération, puis nous allons aborder l'étude hydrologique et par la suite le dimensionnement du système d'évacuation que nous proposerons. Nous intéresserons également aux éléments constitutifs du réseau de ce système, leur dimensionnement ainsi que la réalisation de projet et leur devis.



Chapitre I

PRESENTATION

DE LA

ZONE D'ETUDE

Chapitre I

PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

I.1. Introduction :

L'assainissement d'une agglomération est l'acheminement de toutes les eaux usées ou eaux de pluies, sans stagnation vers un ou plusieurs points appelés exutoires. Dans le but de protéger la santé des habitants et de préserver l'environnement.

Suivant la morphologie du terrain, l'importance de l'agglomération et la répartition des constructions ainsi que les contraintes naturelles, le schéma d'évacuation s'impose et se diffère d'une zone à une autre.

L'objet de notre travail est le dimensionnement d'un système d'assainissement des eaux usées et de drainage des eaux pluviales de la zone OUEST de la ville de FIL-FILA wilaya de SKIKDA.

I.2. Historique :

L'agglomération de FIL-FILA a fait l'objet d'une étude de Plan d'Occupation de Sol (POS), dont l'objectif est de fixer les droits à construire, après la cession des biens de l'Etat aux fonctionnaires de la SONATRACH en majorité et après la détérioration des chalets disposés d'une manière parfois homogène, les constructions individuelles et aussi les gourbis lots aux formes irrégulières, etc.

Les autorités locales de Skikda, optaient dans le cadre du plan d'urbanisme directeur (P.U.D) pour la création d'une nouvelle ville dans cette localité sous le poids de la forte demande de terrains et de logements. Les objectifs étaient de transférer une grande partie de la population de Skikda, qui vivait dans des gourbis et d'atténuer la forte pression sur les équipements et avoir une bonne conception d'un système d'évacuation des eaux usées et pluviales et éviter le rejet directe des eaux usées vers la mer sans épuration.

Chapitre I

PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

I.3. Situation géographique :

Constituant l'une des trente-sept communes de la wilaya de Skikda, la commune de FIL-FILA est située au nord-est de la ville de Skikda (chef-lieu de wilaya), à environ 12km à vol d'oiseau, par le Chemin de Wilaya N° 12, sa superficie est d'environ 6919ha, Elle est limitrophe de trois communes dépendantes de la wilaya de Skikda.

Administrativement, la commune de FIL-FILA est limitée par :

- La Mer Méditerranée au Nord
- La commune de DJENDEL Saadi Mohamed à l'Est.
- La commune de Hammedi Krouma et DJENDEL Saadi Mohamed au Sud.
- La commune de L'arbi ben m'hidi à l'Ouest.

La situation géographique de la commune de FIL-FILA, a permis à cette ville d'occuper une place géostratégique très importante pour son développement et par conséquent le développement de la Wilaya de Skikda.

Cette place géostratégique est caractérisée par:

Du point de vue Industrie:

- La ville de FIL-FILA est à une douzaine de Km du chef lieu de wilaya de Skikda qui dispose du complexe de raffinage du pétrole brut, du complexe de la liquéfaction du gaz naturel et du complexe des matières plastiques.
- La ville de FIL-FILA dispose d'un gisement très important de carrière de marbre.

Du point de vue agriculture:

- La commune de FIL-FILA occupe une place considérable en matière de production agricole, notamment l'arboriculture.

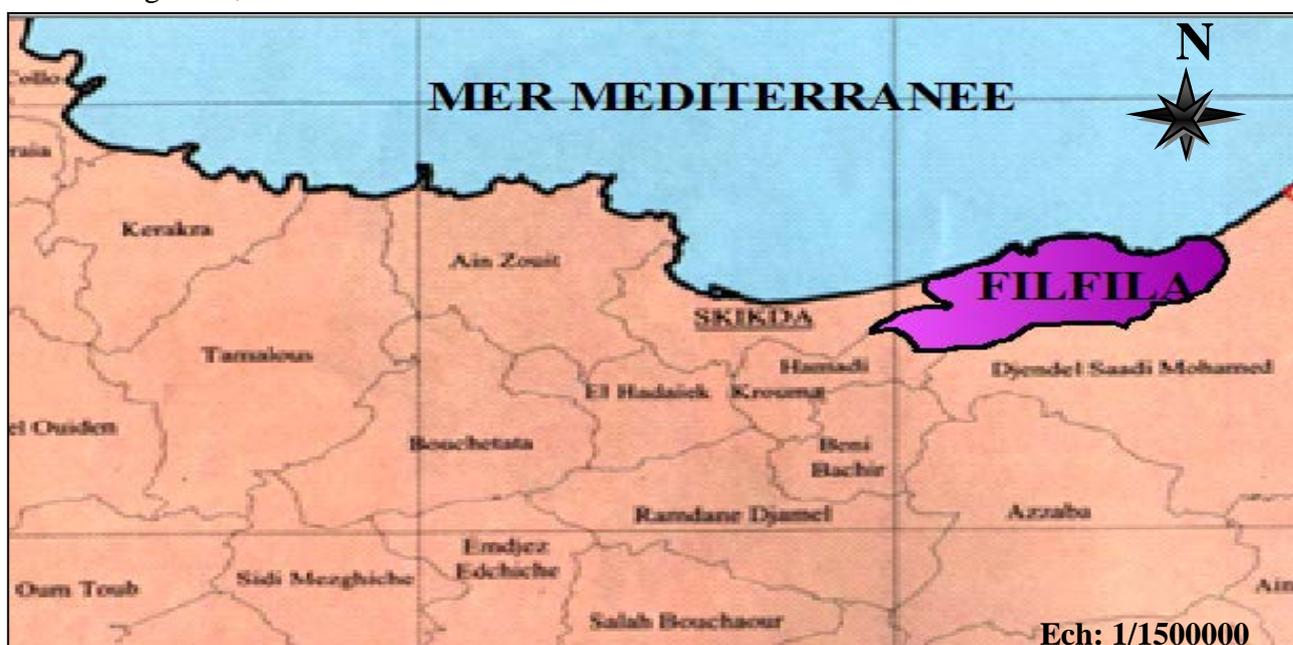


Figure I.1 : carte géographique de la ville de FIL-FILA (source : Subdivision de l'Hydraulique de SKIKDA)

Chapitre I

PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

Notre zone d'étude consoigne la zone **OUEST de FIL-FILA**. Elle est limitrophe par :

- La Mer Méditerranée au Nord.
- Le centre de la commune de FIL-FILA à Est.
- La commune de Hammedi Krouma au Sud.
- La commune de Al-arbi ben mhidi à l'Ouest.



Figure I.2 : Situation de la zone d'étude (source : Google earth)

I.4. Les données naturelles du site :

I.4.1. Topo morphologie :

La Commune de FIL-FILA est principalement montagneuse, et les apparences qui constituent l'aspect physique se résument comme suit :

La région montagneuse couvre environ les deux tiers (2/3) de la superficie totale de la commune ; série qui est due aux déplacements du nord-ouest au sud-est jusqu'à la plus haute montagne de 583 mètres au-dessus du niveau de la mer (Koudiat el assa). Une chaîne de montagnes comme le mont Sid Ali Boulhaf (459 mètres) au sud-ouest de la commune, le mont Ouled Soudan (433 mètres) dans le sud et constitue une frontière terrestre de la commune, en plus de Mont Sidi Mimoun à 545 mètres au-dessus du niveau de la mer.

La zone des plaines régions et au-dessus de niveau de la mer, comprise entre 200 et 300 mètres.

Chapitre I

PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

I.4.2. Situation Géologique:

FIL-FILA est situé sur les formations géologiques qui sont complexes et différent du point de la structure et des propriétés mécaniques et physiques, ces formations géologiques s'étendant du Précambrien au Quaternaire, Dépôts modernes.

I.4.3. Sismicité:

Les séismes ou tremblements de terre sont des secousses qui affectent l'écorce terrestre leur intensité est très variable.

Certains séismes sont des frémissements que seuls les appareils spéciaux appelés sismographes, peuvent les mettre en évidence.

I.4.3.1. LES EFFETS GEOLOGIQUES DES SEISMES :

Les grands séismes provoquent à la surface du sol

- L'ouverture de nombreuses fissures ;
- La formation de failles c'est à dire des cassures le long desquelles s'effectuent des déplacements de terrains, ces déplacements sont verticaux, et parfois horizontaux.
- Des modifications dans le trajet des cours d'eau.
- La sismicité est le nombre et l'intensité des séismes ayant lieu dans une région.
- La prospection sismique ou la sismique utilise des ondes issues d'explosions soit réfractées (sismique réfraction) soit réfléchit (sismique réflexion).

Le territoire national est divisé en cinq (05) zones de sismicité croissante définies sur la carte des zones sismiques.

- Zone 0 : Sismicité Négligeable.
- Zone I : Sismicité Faible.
- Zone IIa et IIb : Sismicité Moyenne
- Zone III : Sismicité Elevée.

La zone d'étude, appartient à la wilaya de SKIKDA et est classée en zone "2" (sismicité moyenne) dans laquelle les règles parasismiques devront être appliquées lors de l'élaboration des projets de construction importante ou de grande envergure.

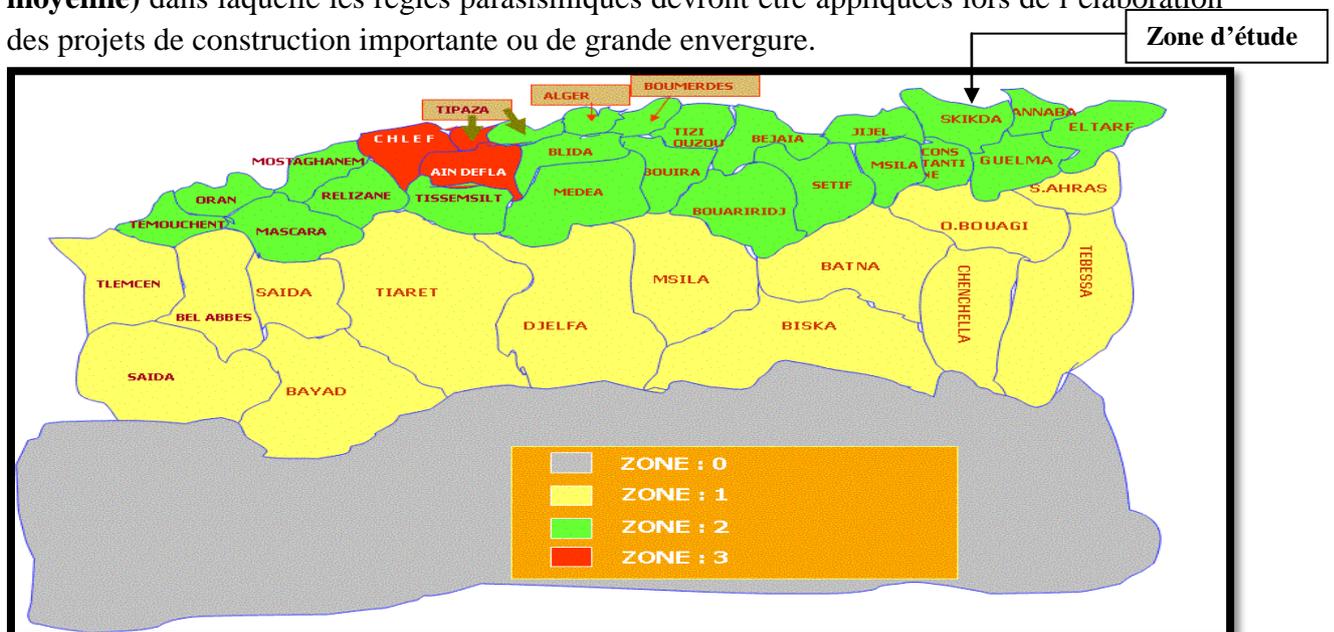


Figure I.3 : carte De Micro Zonage Sismique Du Territoire National-RPA 99 (Version 2003)

Chapitre I

PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

1.5.4. Situation climatique:

Le climat est du type Méditerranéen, se caractérisant par deux saisons : Un hiver doux et pluvieux. Un été chaud et sec La saison pluvieuse s'étend du mois d'octobre au mois de mars, et la saison sèche commence à partir du mois d'avril et se termine au mois de septembre. Les excès climatiques les plus à craindre sont le froid, la sécheresse et la chaleur.

Les données de la région d'étude ont été recueillies auprès de l'Office National de la Météorologie(O.N.M) de Dar El Beida.

L'analyse des paramètres climatiques se fera sur la base des données disponibles de la station météorologie du port de Skikda.

Tableau I.1 : Coordonnées de la station météorologique de port de Skikda :

Ville	station	coordonnées		Période d'observation
Skikda	port de Skikda	altitude	1m	1969-2014
		longitude	06°54'E	
		latitude	36°53'N	

a) la pluviométrie :

Le climat de la wilaya de Skikda est caractérisé par l'irrégularité des précipitations et par des variations annuelles et inter-saisonnières très importantes, l'humidité et la sécheresse se manifestent pendant de longues périodes consécutives.

Le tableau I.2 présente la variabilité des précipitations moyennes mensuelles durant la période (1969-2014).

Tableau I.2 : La variabilité des précipitations moyennes mensuelles (1969-2014).

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Jun	Juil	Août
pluie (mm)	53,8	54,0	83,6	130,7	95,9	83,5	55,0	52,1	26,4	5,8	2,9	5,6

*Station de port de Skikda.

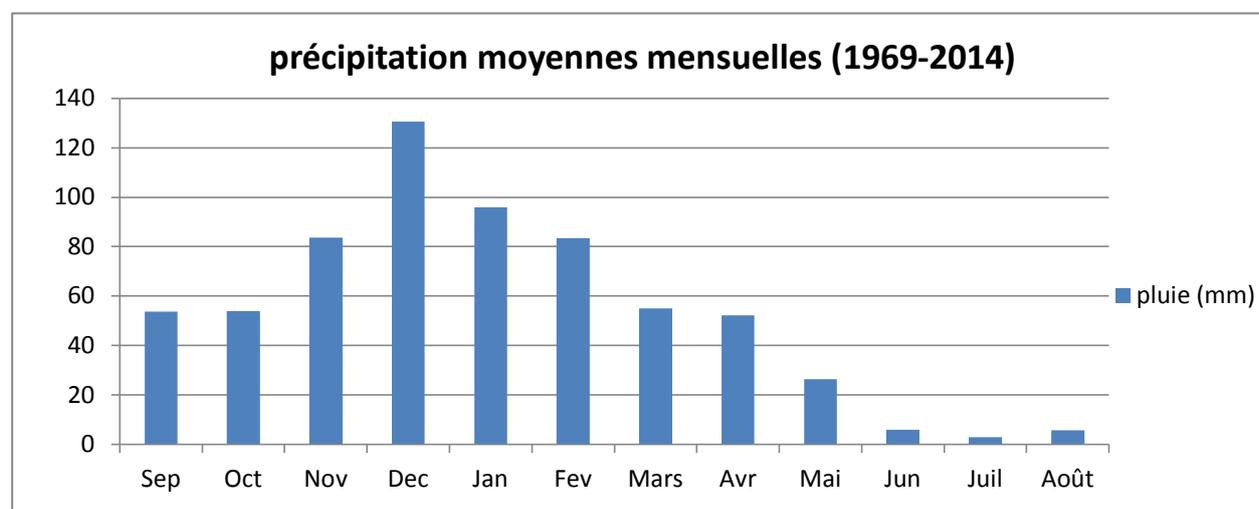


Figure I .4 : les précipitations moyennes mensuelles.

Chapitre I

PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

Le mois le plus humide est décembre tandis que les mois de juin à août sont les mois les plus secs.

Durant les vingt dernières années, le climat de l'Algérie a été caractérisé par des périodes de sécheresse récurrentes. Ce phénomène a été valable aussi dans la région est du pays. Cette situation n'a pas manqué d'avoir des répercussions sur l'évolution de la pluviométrie.

b) Températures :

La température dans la région de Skikda est soumise à l'influence de la Mer qui se traduit par un décalage du mois le plus chaud vers le mois d'août alors que le mois le plus froid reste janvier.

Le tableau I.3 présente les températures moyennes mensuelles enregistrées à Skikda (Source : O.N.M).

Tableau I.3: La variation moyenne mensuelle de la température. Période de (1969-2014)

Mois	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Jun	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Dec
T(°C)	12,6	13,3	16,4	20,6	28,9	32,3	34,4	35,5	31,9	28,5	22,7	16,8

* Station de port de Skikda.

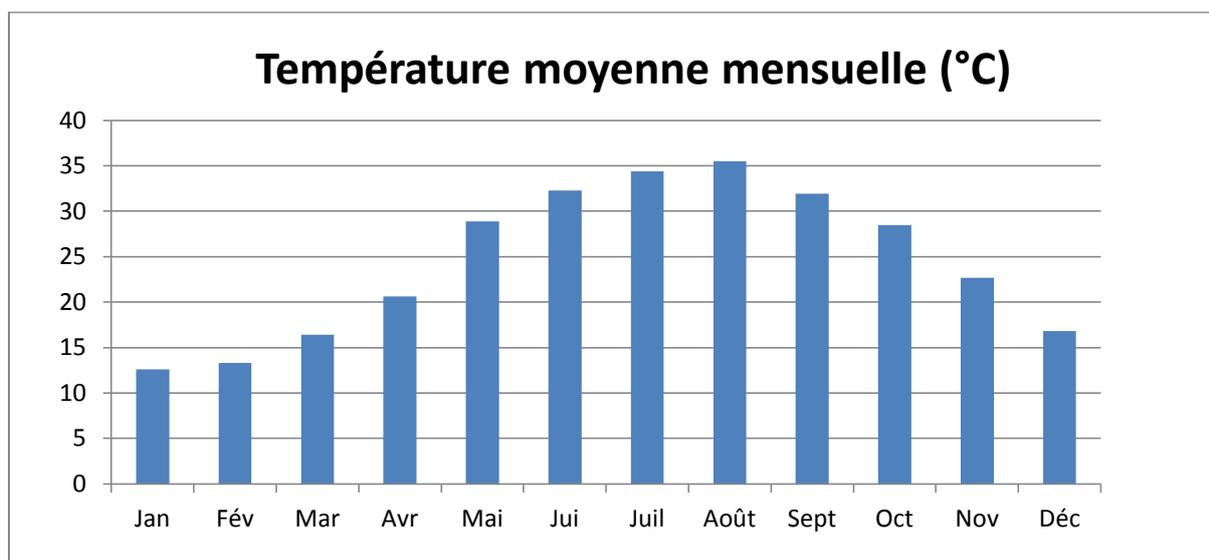


Figure I.5: Températures moyennes mensuelles.

D'après le tableau précédent, on distingue deux saisons typiques :

- Un été chaud avec une température moyenne maximale de 35.5 °C, en Août.
- Un hiver relativement doux avec une température moyenne minimale de 12.6 °C, en Janvier.

Chapitre I

PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

c) Humidité :

C'est un élément important du cycle hydrologique, contrôlant l'évaporation du sol et la couverture végétale et qui représente la quantité réelle de vapeur d'eau contenue dans l'air par rapport à celle que l'air pourrait contenir s'il était saturé à la même température.

Tableau I.4: Les moyennes mensuelles de l'humidité relative Période de (1969-2014)

mois	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Jun	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Dec
H(%)	74,31	75,04	74,23	74,19	75,69	74,5	72,81	74,69	75	74,73	74,54	74,58

* Station de port de Skikda.

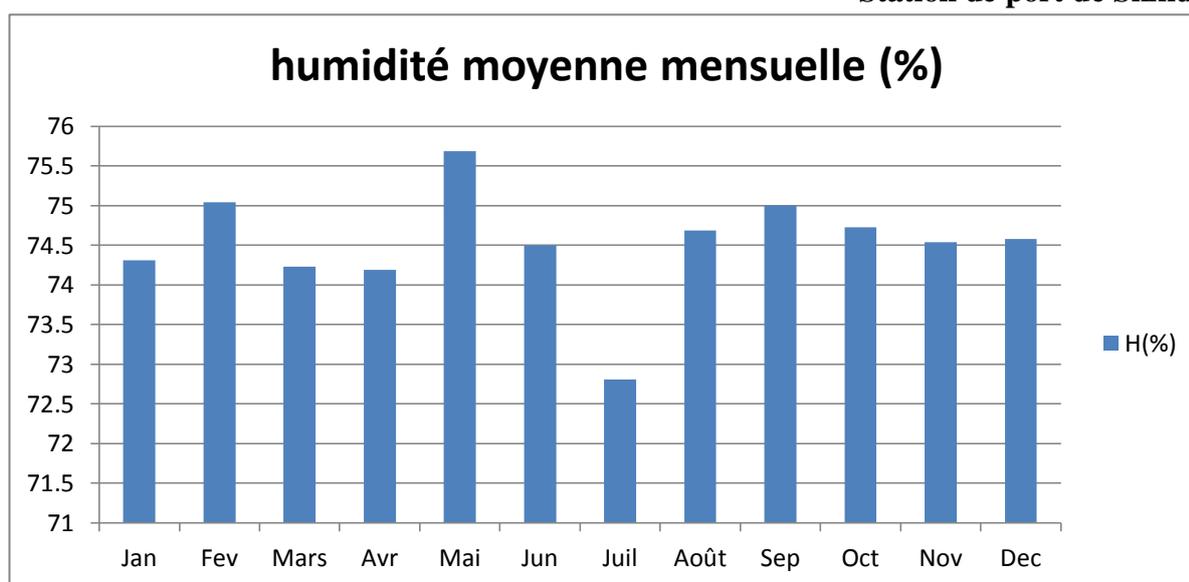


Figure I.6: Humidité relative moyenne mensuelle.

d) Vitesse des vents :

Le vent est un des éléments les plus caractéristiques du climat, car il favorise l'évapotranspiration. Son étude nous semble nécessaire pour l'orientation et l'implantation des brises vents.

Les moyennes mensuelles des vitesses du vent déterminées à la station de Skikda (Port) sont données par le tableau suivant :

Tableau I.5 : les vitesses du vent moyennes mensuelles (1969-2014)

Moi	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aoû	Sep	Oct	Nov	Déc
Vitesse (m/s)	3.51	3.56	2.9	3.07	2.47	2.29	2.07	2.46	2.46	2.83	3.52	4.01

* Station de port de Skikda.

Chapitre I

PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

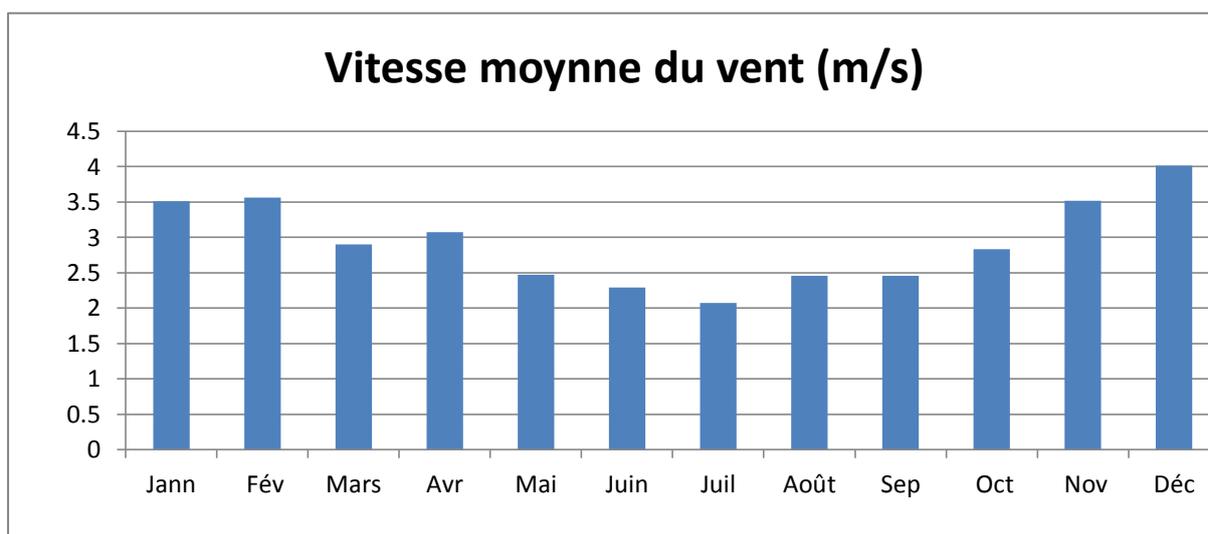


Figure I.7 : Les vitesses moyennes mensuelles des vents.

e) L'évapotranspiration :

C'est la somme des quantités d'eaux pouvant s'évaporer et être transpirées sur une surface donnée et pendant une période, elle est exprimée en **mm**.

Tableau I.6 : Moyennes mensuelles de l'évapotranspiration en (1969-2014):

Moi	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Jui	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Déc
E(m m)	25.8	40.5	74	108.6	133	152.6	173.9	164	113.5	73.4	41.2	22.5

* Station de port de Skikda.

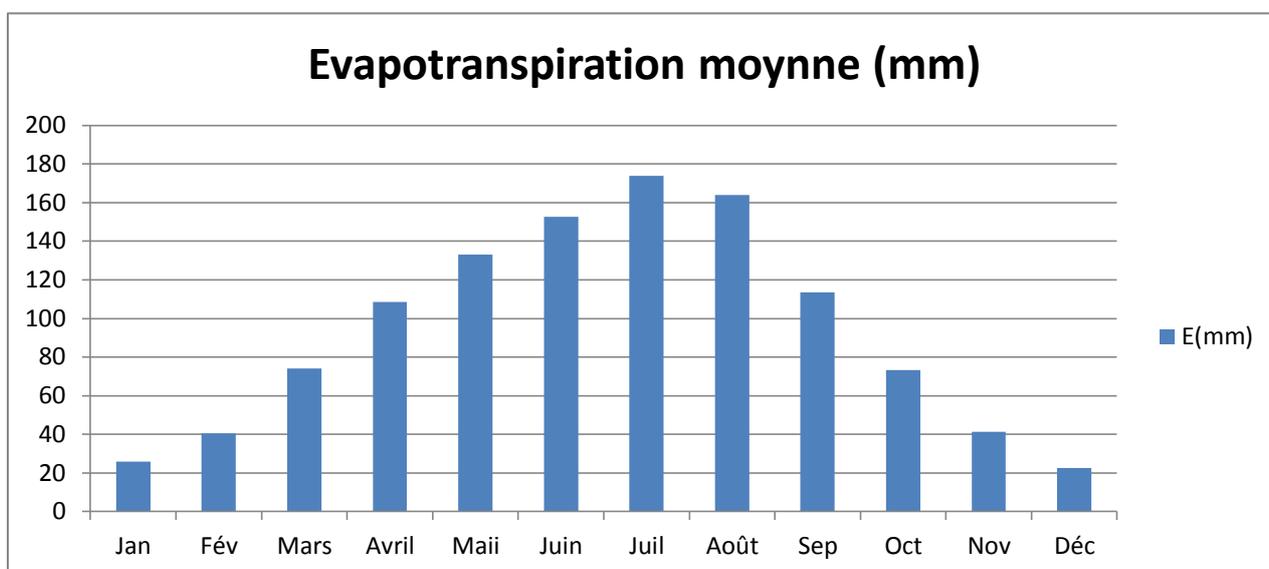


Figure I.8 : Evapotranspiration moyenne mensuelle.

Chapitre I

PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

f) Hydrographie :

Le réseau hydrographique de La commune de FIL-FILA est dense représentée dans une série d'oueds et chaaba. Leur direction d'écoulement est nord-sud et en particulier oued ksab , oued el guat, oued righa et oued marbouba

En ce qui concerne la composition de l'eau souterraine, elle est due à des formations calcaires et exploitée par des fouilles ou des puits.

I.6. Situation démographique:

Dans toutes les études d'assainissement et de planification, et afin de déterminer les perspectives à court, moyen, voir à long terme, on fixe le taux global d'accroissement naturel de la population de 2,4% (d'après l'A.P.C de la commune de FIL-FILA).

On peut estimer le nombre d'habitants pour différents horizons, en se référant à la loi des accroissements géométriques donnée par la relation suivante :

$$P_n = P_0 (1 + T)^n \quad \text{(I.1)}$$

Avec :

P_n : La population future (hab).

P_0 : La population de référence (hab).

- Population : $P_0 = 8108$ hab.

T : Taux d'accroissement, $T = 2,4\%$.

n : L'écart d'années entre les deux horizons (ans). Dans notre cas on prend $n = 37$ ans.

Nous pouvons dresser un tableau de la population pour l'horizon 2045.

Tableau I.7 : Population pour différents horizons :

Année	2008	2015	2045	T(%)
Population	8108	9573	19500	2,4

I.7.1. Situation hydraulique :

I.7.1. AEP

L'agglomération de FIL-FILA est alimentée à partir de puits de surface et souffrent du manque d'eau.

Le réseau de distribution est lui aussi dans un stade de vétusté total ; enregistrant un très fort taux de perte. Pour rectifier ce manque et le taux de perte, la DRE de Skikda lance une étude d'un réseau d'eau potable, pour l'agglomération de FIL-FILA a distribution proposée est par deux zones :

- Une zone sera desservie à partir d'un réservoir projeté à FIL-FILA; ce dernier alimentera le réseau de distribution constitué par des mailles principales avec des tronçons ramifiés et une pression de service étagées.
- Une zone sera alimentée à partir de cuve du réservoir d'eau dessalé par deux couloirs de distribution.

Chapitre I

PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

I.7.2. ASSAINISSEMENT

Le rejet direct des eaux usées dans la mer, l'oued et les châabas sans aucun traitement influent directement sur le tourisme (pollution de certaines plages et les infrastructures touristiques), ainsi que sur l'environnement et la santé publique des citoyens (danger de pollution des eaux souterraines).

Le but de ce projet est de proposer un système d'évacuation des eaux usées et les eaux pluviales de l'agglomération FIL-FILA Ouest.

I.8. Conclusion :

Ce chapitre concerne la collecte des données de notre agglomération du point de vue géographique, topographique, géologique, climatologique et démographique ainsi que l'urbanisation, nous procédons à l'élaboration d'une étude qui consiste à projeter un réseau d'assainissement pour l'agglomération de FIL-FILA Ouest.



Chapitre II

ETUDE HYDROLOGIQUE

Chapitre II

ETUDE HYDROLOGIQUE

II.1. Introduction :

Pour étudier et réaliser un projet d'assainissement, on doit passer à une étape très importante c'est l'évolution des débits en particulier les débits des eaux pluviales. Afin de pouvoir dimensionner le réseau d'assainissement et les ouvrages annexes.

Donc tout projet d'assainissement doit comporter une étude hydrologique pour la détermination de l'intensité moyenne pluviale.

II.2. Les petites pluies :

La précipitation comprise entre les averses orageuses et les bruines dont la hauteur d'eau très faible n'entraîne pas de ruissellement, est la caractéristique essentielle des petites pluies.

II.3. Les averses:

Ces sont des pluies subites, abondantes et généralement de courte durée, variant entre quelques minutes et plusieurs dizaines d'heures, les averses sont caractérisées par un volume important et une forte intensité par minute de temps. Les mesures de ces averses sont effectuées à l'aide des appareils suivants :

- **Les pluviomètres** : qui relèvent les hauteurs d'eau tombées en 24heures.
- **Les pluviographes** : qui enregistrent la variation de la hauteur d'eau dans le temps.

II.4. Choix de la période de retour : [01]

La période de retour est le temps que met une averse d'une intensité donnée pour se manifester. Une pluie de période de retour de 10 ans est une pluie qui peut se manifester une fois tous les 10 ans. Pour les projets d'assainissement, nous optons généralement pour une pluie décennale. Le choix de la période de retour est le résultat d'un compromis entre le coût du réseau d'égout, l'entretien et la protection de ce dernier contre les risques auxquels il est exposé et ceux qu'il risque de provoquer en cas d'insuffisance.

II.5. Détermination de l'intensité moyenne de précipitation :

En hydrologie urbaine ; il est assez rare de recourir à des données spécifiquement adaptées au projet étudié.

C'est la raison pour laquelle on s'est attaché à réunir une information de base, la plus complète possible, pour aider à analyser par la statistique les événements pluvieux tout en limitant leurs paramètres.

L'intensité moyenne I_m se définit par le rapport de la hauteur d'eau tombée dh pendant une durée donnée dt :

$$I_m = dh/dt \quad (II.1)$$

Pour le calcul de l'intensité ; on doit :

1. Analyser les données pluviométriques et faire le choix du type de la loi à laquelle il faut ajuster nos résultats.
2. Calculer les paramètres de la loi choisie, et vérifier son adéquation.
3. Calculer la valeur de l'intensité moyenne de précipitation.

Chapitre II

ETUDE HYDROLOGIQUE

II.6. Analyse des données pluviométriques et calcul des différents paramètres de la série :

II.6.1. Analyse des données statistiques :

En général, l'analyse des données disponibles est le premier pas à franchir dans l'étude d'un projet d'Assainissement. Pour cela ; on a besoin d'une série pluviométrique qui comporte les précipitations maximales journalières pour la période la plus longue possible.

Nous prenons comme base de calcul la série pluviométrique de la station expérimentale de Skikda (**Port**) dont l'indication de la station **355** sur une période de fonctionnement de 45 ans (de la période 1969-1970 à 2013-2014), qui nous a été fournie par l'ONM d'Alger (Office National de la Météorologie) et représenter dans le tableau II.1.

L'analyse statistique des données pluviométriques consiste à déterminer les caractéristiques empiriques d'un échantillon d'une série d'observation de précipitations mensuelles et maximales journalières de 45 années.

Tableau II.1 : Coordonnées géographiques de station météorologiques Skikda (Port)

Station	Indicatif	Latitude (N)	Longitude Est	Altitude (m)
Skikda	355	36° 53'	06° 54' E	1

Tableau II.2 : Série des pluies max journalières du poste pluviométrique de FIL-FILA

Année	Sept	oct	nov	dec	janv	fév	mars	avril	mai	juin	juil	aout	Annuel
1969-1970	2,6	5,4	46,2	65	68,5	48,8	54	17,5	2,2	1,7	0	1,7	313,6
1970-1971	10,4	19,1	26	46,8	79,5	77,5	49	3,7	2	0	0	2	316
1971-1972	0	20,5	18,6	53	62,5	77,4	107,4	44,6	7,7	3,6	0,4	0	395,7
1972-1973	24,7	49,5	53,9	41,8	99,5	68,8	89,1	25,3	8,5	7,4	0,1	2,5	471,1
1973-1974	28,6	67,9	42,4	82,6	92,6	109,5	132,4	23,2	0	10,9	0	3	593,1
1974-1975	42,6	43,9	16,8	74,7	83,4	89,9	32,2	83,4	15,5	0	0,5	0	482,9
1975-1976	39,6	70,6	102,6	45,1	102,4	75,9	82,9	2,6	24,8	1,6	0	1,4	549,5
1976-1977	17,9	26	85,3	113,8	90,2	119,2	105,3	54,8	18,3	1,8	1,6	0,9	635,1
1977-1978	35,2	27,1	93	90,1	87,2	110,1	55,6	40,3	25,9	6,8	0,4	1,3	573
1978-1979	3,1	27,3	55,5	70,5	77,3	123,4	59,2	84	22,4	0	0	3,3	526
1979-1980	1,9	49,1	84,9	60,1	69,3	114,6	75,1	104,8	12,4	15,5	1,1	1,2	590
1980-1981	36,4	32,7	92,7	17,6	88	95,3	104	65,2	12,4	2,2	0	0,2	546,7
1981-1982	32,2	40,1	75,5	108,1	97,4	86,2	61,4	26,9	12,4	11,5	0,3	2,2	554,2
1982-1983	23,9	36,3	40,4	104,9	118,6	111,9	113,4	65,2	17,7	0	0,6	1,7	634,6
1983-1984	23,3	24,3	102,1	64,2	74,7	126,8	35,2	38,1	16	5,7	0	0,4	510,8
1984-1985	26,9	47,8	53,6	80,4	118,8	96,3	159,8	38,3	14,8	0	0	1,2	637,9
1985-1986	34,7	14,9	40	35	86,6	96,8	90,3	33,5	1,3	7,4	1,3	0	441,8
1986-1987	22,6	53,4	122,6	95,6	106,6	118,8	101,8	40,4	20,5	0	0	0	682,3
1987-1988	26,9	38,7	85,7	24,3	75,7	76,3	105	17,8	18,8	9,3	0	0	478,5
1988-1989	34,9	0	32,6	90,7	96,1	100,9	50	31,2	1,4	6,1	0,4	1,3	445,6
1989-1990	9,9	44,6	52,9	53,1	113,4	98	30,8	49,3	16,1	7,9	0	2,2	478,2

Chapitre II

ETUDE HYDROLOGIQUE

1990-1991	0	42,3	106,5	127,6	102,5	80,7	68,6	14,5	0	6,1	0,4	1,3	550,5
1991-1992	24,1	45,9	101,9	137,3	95,6	83,1	58,6	36,3	9,6	8,4	0,3	0,3	601,4
1992-1993	0	12,3	50,9	130,6	86,5	62,6	66,4	24,5	15,3	0	0	0	449,1
1993-1994	19,2	61,1	14,6	117,3	94	105,3	65,3	32,4	10,6	0	0	0	519,8
1994-1995	6,9	60,8	26,8	96,2	146,4	86,9	94,8	17,2	0	2,3	0	0,4	538,7
1995-1996	29,4	2,2	78,8	78,1	85,7	131,1	85,4	31,4	11,5	0	0	1,7	535,3
1996-1997	17,3	6,1	13,6	96,4	104,8	25,7	38,7	19,8	0,3	0	0,9	0,7	324,3
1997-1998	15,7	95,3	88,1	149,2	99,3	119,7	94	47,2	10,4	5,3	0	2,1	726,3
1998-1999	41,1	26,6	72,2	85,4	115,4	90,7	61,4	40,7	0	5,8	0	0,4	539,7
1999-2000	2,7	22,5	79,3	162,5	68,3	78,9	8,4	41,5	16,9	3,1	0	2,3	486,4
2000-2001	0	47,6	27,3	84,6	120,2	101,4	17,4	42,6	11,9	0	0	0	453
2001-2002	21,4	9,8	48,5	45,3	72,5	80,9	6,3	28,2	1,6	0	1,9	1,9	318,3
2002-2003	7	26,4	97,8	90,8	86,5	143,7	26,3	36,8	10,6	0	0	3,3	529,2
2003-2004	15,2	21,4	27,4	128,8	103,2	112,9	39,9	57	35,3	20,5	0	0	561,6
2004-2005	21,4	11,4	121,4	114,1	98,3	97,7	59,8	34,3	0	1,3	0	1,9	561,6
2005-2006	2,7	6	19,8	94,8	136,1	90,6	27,5	15,9	8,1	0	0	2,8	404,3
2006-2007	11,1	74,2	22	141,6	85	78	99,4	20,7	2,7	3,5	1,7	0	539,9
2007-2008	4,4	48,8	76,9	129,4	106,5	73	75,3	32,3	37,1	0	0	1,1	584,8
2008-2009	24,7	8,3	75,5	82	84,7	55,4	65,7	42,3	12,6	1,3	0	1,4	453,9
2009-2010	14,6	41,4	72,6	92,2	160,6	60,8	28,9	20,5	15,7	4,6	0	0	511,9
2010-2011	21	44,2	64,3	79,3	151	54,8	80	28,5	17,8	15,6	0,4	2	558,9
2011-2012	23,6	25,2	64,1	125,1	57,4	54,6	75,8	48,4	19,9	8,8	0,9	0	503,8
2012-2013	32,6	28,5	72,1	68	57,5	101,3	72,2	17,4	11,8	1,1	0,4	1,9	464,8
2013-2014	19,9	82,4	98,7	113,9	149,2	100,1	69,8	45	12,4	14,1	2,6	2,8	710,9

*Station de port de Skikda.

II.6.1.1 Homogénéisation des données :[02]

L'homogénéisation des données est une analyse statistique de l'information aidant à une prise de décision conséquente.

Vérifier l'homogénéisation des données nous allons vérifier par le test de médiane (test de Mood).

Test de Mood:

Déterminons la médiane **M** de la série après avoir classé l'échantillon par ordre croissant. la médiane de telle sorte que 50% des échantillons lui soient inférieures et 50% soient supérieures. Remplaçons donc la série des valeurs non classées par une suite de signe :

(+) pour les échantillons > **M**

(-) pour les échantillons < **M**

Chapitre II

ETUDE HYDROLOGIQUE

Tableau II.3: Détermination du médiane **M** de la série :

P_{annuel} (mm)	Ordre croi	rang	Médiane :M	Signes
313,6	313,6	1	529,2	-
316	316	2	529,2	-
395,7	318,3	3	529,2	-
471,1	324,3	4	529,2	-
593,1	391,7	5	529,2	+
482,9	404,3	6	529,2	-
549,5	441,8	7	529,2	+
635,1	445,6	8	529,2	+
573	453,2	9	529,2	+
526	449,1	10	529,2	-
590	453	11	529,2	+
546,7	453,9	12	529,2	+
554,2	464,8	13	529,2	+
634,6	471,1	14	529,2	+
510,8	478,5	15	529,2	-
637,9	482,9	16	529,2	+
441,8	486,4	17	529,2	-
682,3	503,8	18	529,2	+
478,5	510,8	19	529,2	-
445,6	511,9	20	529,2	-
478,2	519,8	21	529,2	-
550,5	526	22	529,2	+
601,4	529,2	23	529,2	+
449,1	530,7	24	529,2	-
519,8	535,3	25	529,2	-
538,7	539,7	26	529,2	+
535,3	539,9	27	529,2	-
324,3	546,7	28	529,2	-
726,3	549,5	29	529,2	+
539,7	550,5	30	529,2	-
486,4	554,2	31	529,2	-
453	558,9	32	529,2	-
318,3	561,6	33	529,2	-
529,2	561,6	34	529,2	+
561,6	573	35	529,2	+
561,6	584,8	36	529,2	+
404,3	590	37	529,2	-
539,9	593,1	38	529,2	+
584,8	597,4	39	529,2	+
453,9	634,6	40	529,2	-
511,9	635,1	41	529,2	-
558,9	637,9	42	529,2	+
503,8	682,3	43	529,2	-
464,8	710,9	44	529,2	-
710,9	726,3	45	529,2	+

Chapitre II

ETUDE HYDROLOGIQUE

Après le classement de la série de la plus petite valeur jusqu'à la plus grande, on calcule :

La médiane :

Puisque la série est impaire, la médiane est observée en rang $(N+1)/2$ c'est-à-dire en rang 23.

$$\text{Médiane (X}_{50}\%) = 529,2 \text{ mm}$$

Ts : Taille de la plus grande série en (+) ou (-).

Ns : Nombre des valeurs supérieures ou inférieures à la médiane.

$$Ns = 24.$$

$$Ts = 4.$$

Pour que la série soit homogène, les deux conditions suivantes doivent être vérifiées :

$$Ns > \frac{1}{2} (N + 1 - u_{1-\frac{\alpha}{2}} \cdot \sqrt{N + 1}) = 15.16 \quad \text{(II.2)}$$

$$Ts < 3.3 (\log_{10}(N) + 1) = 5.48 \quad \text{(II.3)}$$

Avec : $\alpha = 5\% \quad u_{1-\frac{\alpha}{2}} = 1,96$

Les deux conditions sont vérifiées donc la série est homogène.

Chapitre II

ETUDE HYDROLOGIQUE

II.6.1.2 Les caractéristiques de la série :

- ❖ La moyenne des précipitations maximales journalières :

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^{N=45} X_i}{n} = \frac{5399,3}{45} = 119,98 \quad (\text{II.5})$$

donc $\bar{X} = 119,98 \text{ mm}$;

n : Le nombre d'années d'observations (n = 45 ans) ;

- ❖ L'écart type : σ_x : Pour n > 30 ans ; on a :

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N=45} (X_i - \bar{X})^2}{N-1}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N=45} (X_i - 119,98)^2}{44}} \quad (\text{II.6})$$

donc : $\sigma_x = 22,29 \text{ mm}$;

- ❖ Le coefficient de variation : C_v

$$C_v = \frac{\sigma}{\bar{X}} = \frac{22,29}{119,98} = 0,19 \quad \text{donc } C_v = 0,19 \text{ mm} ;$$

- ❖ L'exposant climatique :

Selon les études régionales de l'ANRH ; on a b=0.40

Tableau II.4: caractéristiques des pluies maximales de la station :

Station	Port de Skikda
Série	1969-2014
Moyenne	119,98
Ecart-type	22,29
Max	68,5
Min	162,5
Cv	0.19

Chapitre II

ETUDE HYDROLOGIQUE

II.6.2 Choix de la loi d'ajustement : [02]

Les lois d'ajustement sont nombreuses et ne peuvent être appliquées à un échantillon que si les conditions homogénéité-stationnarité sont réunies ;

Les critères de choix d'une loi sont liés à un ajustement graphique d'abord et ensuite à un test de dispersion. L'allure des points sur du papier à probabilité permet à prime abord d'accepter ou de rejeter la loi (Toute sinuosité, mauvaise courbure ou cassure de pente est considérée comme un mauvais ajustement).

En Assainissement les deux lois généralement utilisées sont :

- Loi de Gumbel.
- Loi de Galton.

✓ *Ajustement de la série pluviométrique à la loi de Gumbel :*

La fonction de répartition de la loi de Gumbel est :

$$F(x) = e^{-e^{-\alpha(x-x_0)}} \quad (\text{II.7})$$

$F(x)$: Fréquence au dépassement de la valeur de x ;

α, x_0 : Coefficients d'ajustement ;

- x_0 est le paramètre de position (mode) ;

- α est le paramètre d'échelle différent de zéro et positif appelé aussi « gradex » quand il se trouve sous forme $1/\alpha$.

Par un changement de variable $y = \alpha (x-x_0)$; la loi de Gumbel s'écrit :

$$F(x) = e^{-e^{-y}} \quad (\text{II.8})$$

$y = \alpha (x-x_0)$ est la variable réduite de Gumbel.

Et l'équation de la droite de Gumbel est $x = (1/\alpha) y + x_0$.

Procédé d'ajustement :

1-Classer les valeurs par ordre croissant en leur affectant un numéro d'ordre ;

2-Calculer la fréquence expérimentale en utilisant la formule de Hazen qui s'applique pour les lois normales et quasi normales :

Chapitre II

ETUDE HYDROLOGIQUE

$$F(x) = \frac{m - 0.5}{n} \times 100 \quad (\text{II.9})$$

- m : Numéro d'ordre ;

- n : Taille de la série ;

3-Calculer les caractéristiques empiriques de la série ;

4-Calculer la variable de Gumbel pour chaque valeur observée ;

$$y = -[Ln(-LnF(x))] \quad (\text{II.10})$$

5- Reporter les valeurs observées sur papier Gumbel ;

6-Calculer le coefficient de corrélation entre les valeurs observées et la variable de Gumbel dont la formule générale est :

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad (\text{II.11})$$

\bar{x} et \bar{y} : Sont respectivement les moyennes arithmétiques des variables x et y ;

7-Calculer les paramètres d'ajustement $1/\alpha$ et x_0 ; sachant que $1/\alpha$ est la pente de la droite et x_0 l'ordonnée à l'origine.

8-Tracer la droite de régression sur papier Gumbel.

Tableau II.5: Calcul des paramètres d'ajustement par la loi de Gumbel :

Ordre(m)	P max ;J = x(mm)	F (m) = $\frac{m - 0,5}{n}$	Y = - Ln (-Ln (F(x)))
1	68,5	0,011	-1,504
2	79,5	0,033	-1,224
3	80,9	0,056	-1,061
4	84,7	0,078	-0,938
5	89,9	0,100	-0,834
6	96,8	0,122	-0,743
7	99,5	0,144	-0,660
8	100,9	0,167	-0,583
9	101,3	0,189	-0,511

Chapitre II

ETUDE HYDROLOGIQUE

10	102,6	0,211	-0,442
11	104	0,233	-0,375
12	104,8	0,256	-0,311
13	105	0,278	-0,248
14	107,4	0,300	-0,186
15	108,1	0,322	-0,124
16	110,1	0,344	-0,064
17	113,4	0,367	-0,003
18	114,6	0,389	0,057
19	115,4	0,411	0,118
20	117,3	0,433	0,179
21	118,6	0,456	0,240
22	119,2	0,478	0,303
23	119,9	0,500	0,367
24	120,2	0,522	0,431
25	121,4	0,544	0,498
26	122,6	0,567	0,566
27	123,4	0,589	0,636
28	125,1	0,611	0,708
29	126,8	0,633	0,784
30	127,6	0,656	0,862
31	128,8	0,678	0,944
32	129,4	0,700	1,031
33	130,6	0,722	1,123
34	131,1	0,744	1,220
35	132,4	0,767	1,325
36	136,1	0,789	1,439
37	137,3	0,811	1,564
38	141,6	0,833	1,702
39	143,7	0,856	1,858
40	146,4	0,878	2,037
41	149,2	0,900	2,250
42	151	0,922	2,514
43	159,8	0,944	2,862
44	160,6	0,967	3,384
45	162,5	0,989	4,494

La droite de Gumbel est donnée par la formule :

$$x = \left(\frac{1}{\alpha}\right)y + x_0 \quad (\text{II.12})$$

$1/\alpha$: La pente de la droite de GUMBEL ;

$$1/\alpha = 0.78 * \sigma_x \implies 1/\alpha = 0.78 \times 22,29 = 17,39 ; \text{ donc } 1/\alpha = 17,39 \text{ mm ;}$$

Chapitre II

ETUDE HYDROLOGIQUE

x_0 représente l'ordonnée à l'origine :

$$x_0 = \bar{x} - \frac{1}{\alpha} \bar{y} \quad (\text{II.13})$$

\bar{y} : Moyenne de la variable réduite de Gumbel :

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^{N=42} y_i}{n} = 0.571 \text{mm} ;$$

$$x_0 = 119,98 - 17,39 * (0.571) = 110,05 \text{mm}$$

Donc ; la droite de Gumbel devient : $x = 17,39y + 110,05$

D'où : $P_{\text{maxj}} (p\%) = 17,39 y + 110,05$

Le coefficient de corrélation $r = 0.967$.

Remarque : La corrélation est satisfaisante ; donc ; à partir du graphe ; nous tirons la précipitation maximale journalière pour une fréquence au non dépassement de 10%. Le tracé de la droite est représenté sur papier Gumbel ;

L'intervalle de confiance du quantile :

$P_{\text{maxj}} (10\%) : [87.1 \div 116] = 107.438$ pour 95% .

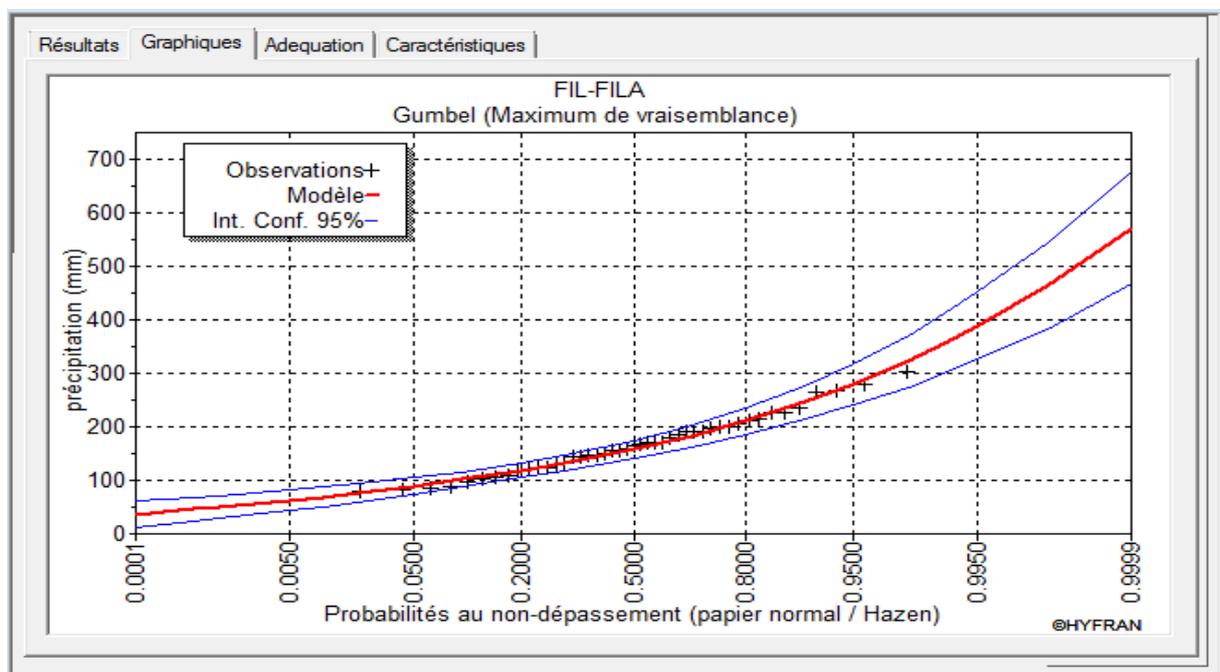


Figure II.1 :représentation de la droite de Gumbel

Chapitre II

ETUDE HYDROLOGIQUE

✓ *Ajustement de la série pluviométrique à la loi de Galton (Log normale) :*

Une variable aléatoire x a une distribution log normale lorsque $y = \ln x$ est normale. La loi de Galton résulte de la loi normale mais rendue dissymétrique par un changement de variables.

Sa fonction de répartition est donnée par :

$$F(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^u e^{-\frac{1}{2}u^2} du \quad (\text{II.14})$$

$F(x)$: Fréquence au non dépassement.

La variable réduite est de la forme :

$$u = \frac{x_i - \bar{x}}{\sigma_x} \quad (\text{II.15})$$

Et l'équation de la variable réduite présentée sous la forme $\overline{\text{Log}x} + u\sigma_{\text{Log}x}$ est l'équation d'une droite sur papier gauss-logarithmique avec en abscisse l'échelle gaussienne et en ordonnée l'échelle logarithmique.

Procédé d'ajustement :

- 1- Classement des valeurs par ordre décroissant (fréquence au non dépassement) ;
- 2- Calcul de la fréquence expérimentale par la formule de Henri ;
- 3- Calcul des caractéristiques empiriques de la série initiale ;
- 4- Calcul des caractéristiques de la série transformée en $\overline{\text{Log}x}$ et $\sigma_{\text{Log}x}$
- 5- Report des valeurs sur papier gauss-logarithmique ;
- 6- Détermination de la droite de Galton $\text{Log}x = \overline{\text{Log}x} + u\sigma_{\text{Log}x}$
- 7- Détermination de la valeur extrême soit graphiquement sur la droite, soit analytiquement par : $x_p\% = 10^{\text{Log}x_p\%}$ D'où :

$$x_p\% = 10^{\overline{\text{Log}x} + u_p\% \sigma_{\text{Log}x}} \quad (\text{II.16})$$

Chapitre II

ETUDE HYDROLOGIQUE

Calcul des paramètres d'ajustement par la loi de Galton :

$$\overline{\text{Log}x} = \frac{\sum \text{Log}x_i}{N} \Rightarrow \overline{\text{Log}x} = \frac{98.996}{45}, \text{ d'où : } \overline{\text{Log}x} = 2.2\text{mm}$$

Ainsi on aura : $\sigma_{\text{Log}x_i} = 0.146\text{mm}$

La droite de Galton est représentée sur la figure II.2 ;

L'intervalle de confiance du quantile :

Pmaxj (10%) : [88.8÷116] = 108.020 pour 95% .

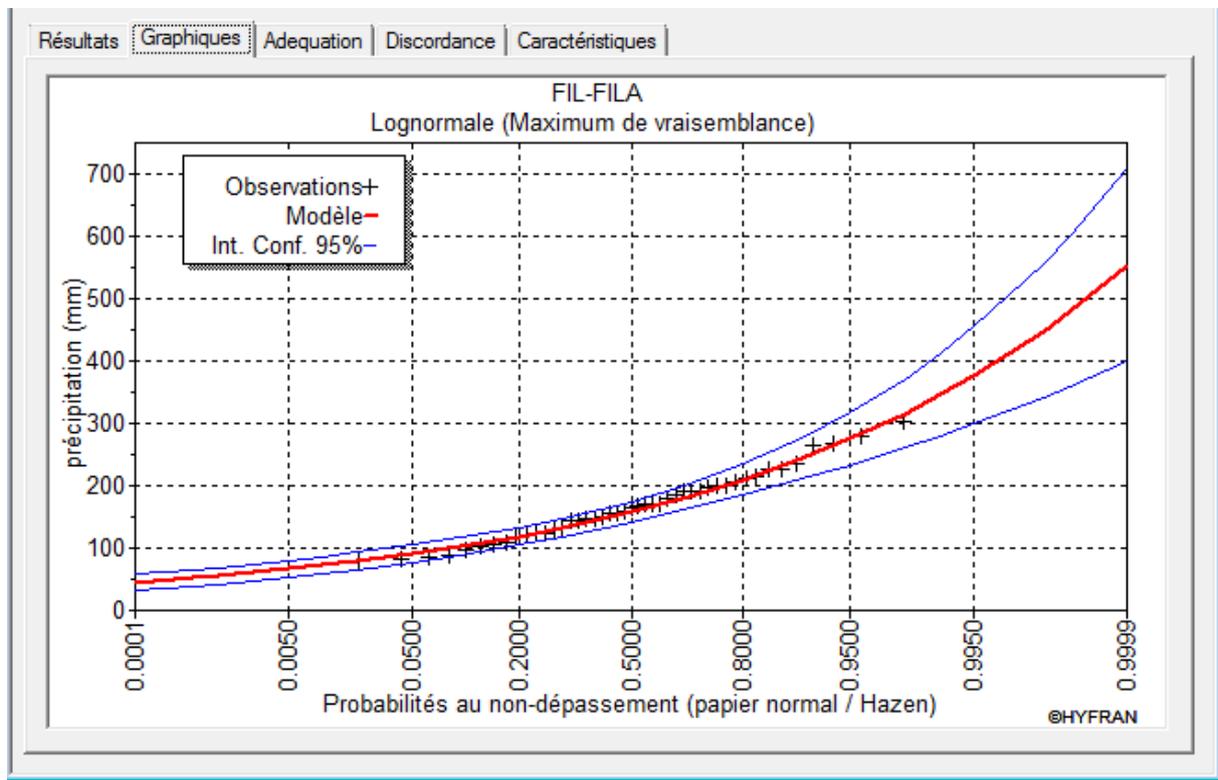


Figure II.2 : représentation de la droite de Galton.

II.6.3 Test de validité d'un ajustement : [2]

La loi choisie pour ajuster la distribution statistique de l'échantillon, ne représente qu'approximativement l'échantillon étudié, l'erreur commise en adoptant une loi donnée est une erreur d'adéquation. Il convient par conséquent de comparer l'adéquation de ces lois afin d'adopter le meilleur ajustement. L'un des tests le plus employé, est le test du Khi carré « χ^2 ».

Chapitre II

ETUDE HYDROLOGIQUE

Le test d'adéquation du χ^2 effectué à l'aide du logiciel Hyfran pour les 2 lois a donné les résultats suivants :

- pour la loi Gumbel :
 - Khi carré = 2.4
 - p-value $p(\chi^2) = 0.895$
 - Degrés de liberté : 6
 - Nombre des classes : 9

- pour la loi Log-Normale (Galton) :
 - Khi carré = 2
 - p-value $p(\chi^2) = 0.919$
 - Degrés de liberté : 6
 - Nombre des classes : 9

La visualisation des courbes est aussi un indicateur fiable sur le modèle à choisir, cela confirme le résultat du test qui privilégie une adéquation à **la loi Log-normale**.

II.7. Calcul de l'intensité de pluie de courte durée :[03]

Pour le calcul de l'intensité moyenne de précipitation ; nous utilisons la formule de

Montanari :

$$I_t(15 \text{ min})(p\%) = I_{24}(p\%) \left(\frac{t}{24} \right)^{b-1} \quad \text{(II.17)}$$

Pour une averse de fréquence (p%) ;

- $I_{24}(p\%)$: Intensité moyenne de précipitation pour une journée de fréquence (p%) donnée ;
- t : Durée de l'averse en heures, $t = 0.25\text{h} = 15 \text{ min}$ pour une période de retour de 10 ans ;
- b : Exposant climatique de la région ($b = 0.40$) qui est donné par l'ANRH (ALGER) ;

Pour l'estimation de l'intensité moyenne de précipitation, nous admettons qu'une averse ayant lieu une fois tous les 10 ans ; durant 15min, peut être la valeur optimale. Nous aurons donc :

$$I_{15 \text{ min}, 10\%} = I_{24}(10\%) \left(\frac{t}{24} \right)^{b-1} = \frac{P_{24}(10\%)}{24} \left(\frac{t}{24} \right)^{b-1} \quad \text{(II.18)}$$

Chapitre II

ETUDE HYDROLOGIQUE

D'après la loi de Gumbel :

$$I_{15 \text{ min}, 10\%} = \frac{107.438}{24} \left(\frac{0.25}{24} \right)^{0.4-1} = 69.232 \Rightarrow I_{15 \text{ min}, 10\%} = 69.232 \text{ mm/h}$$

D'après la loi de Galton :

$$I_{15 \text{ min}, 10\%} = \frac{108.020}{24} \left(\frac{0.25}{24} \right)^{0.4-1} = 69.607 \Rightarrow I_{15 \text{ min}, 10\%} = 69.607 \text{ mm/h}$$

Remarque : La projection des données expérimentales sur les graphes N°II.1 et N°II.2 a permis de voir **que la loi de Galton** est meilleure du moment que la donnée expérimentale est proche de la droite théorique.

Tableau N°II.6 : Intensité pour une période de retour de 10ans :

T (h)	I max(mm/h)	T (h)	I max(mm/h)
0,25	69,595	12	6,821
0,5	45,915	13	6,501
1	30,293	14	6,218
2	19,986	15	5,966
3	15,670	16	5,739
4	13,186	17	5,534
5	11,533	18	5,348
6	10,338	19	5,177
7	9,425	20	5,020
8	8,699	21	4,875
9	8,106	22	4,741
10	7,609	23	4,616
11	7,186	24	4,500

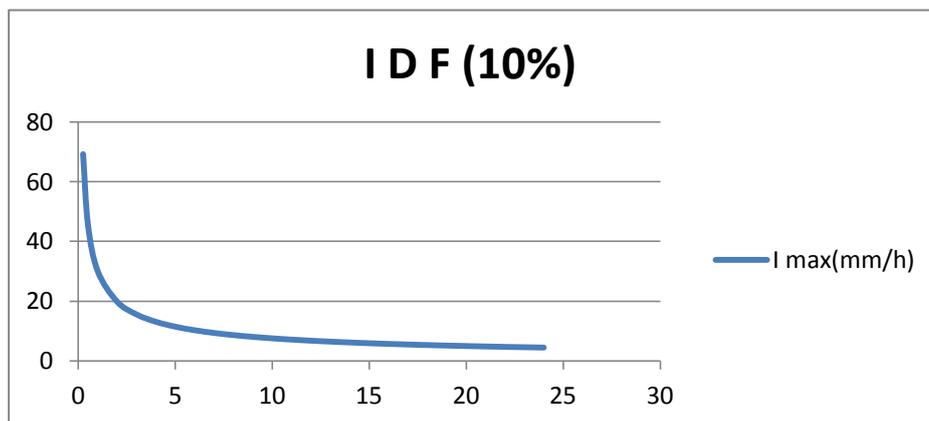


Figure II.3 : Courbes_Intensité_Durée_Fréquence faux plusieurs periodes

Chapitre II

ETUDE HYDROLOGIQUE

II.8. Conclusion :

L'étude hydrologique nous permet de déterminer l'intensité moyenne de précipitation. D'après la droite de Galton qui est le meilleur ajustement de précipitation maximale journalière, on aura : $I_{15\text{min},10\%} = 69.595\text{mm}/h$

Donc pour le dimensionnement de notre réseau d'évacuation d'eaux usées et pluviales ; on prend la valeur donnée par la loi de Galton qui est :

$I_{15\text{min},10\%} = 69.595\text{mm}/h$; D'où l'intensité pluviale sera :

$$I = \frac{69.595 \times 10000}{3600} = 193.319 \text{ . Donc : } I = 193.319 \text{ l/s/ha.}$$



Chapitre III

ELEMENTS DE BASE DE DIMENSIONNEMENT

Chapitre III

ELEMENTS DE BASE DE DIMENSIONNEMENT

III.1. Introduction :

Dans l'étude d'un projet d'Assainissement, il est nécessaire de définir tous les paramètres et la méthodologie à suivre pour effectuer cette étude.

Il est indispensable de prendre en considération la surface d'influence et sa pente, ainsi que les systèmes d'évacuation, leurs schémas et les coefficients caractérisant cette surface, pour avoir une meilleure estimation des débits à évacuer dans des conditions d'écoulement favorables.

Dans ce chapitre ; on va s'intéresser à énumérer les éléments de base qui sont nécessaires pour le dimensionnement du réseau appelé à assurer l'évacuation des eaux usées et pluviales sans qu'il y ait de débordement. Le système et le schéma de réseau, le nombre de sous bassins adoptés et le coefficient de ruissellement correspondant feront également l'objet de ce chapitre.

III.2.Situation démographique :

L'estimation de la population se fait pour l'horizon 2045, le calcul est établi à l'aide de la formule suivante :

$$P_n = P_0 [1 + \tau]^n \quad \text{(III.1)}$$

Avec :

- **P_n** : Nombre d'habitants à l'horizon futur (hab).
- **P₀** : population de l'année de référence (hab).
- **τ** : taux d'accroissement annuel de la population en (%) qui dépend de plusieurs facteurs:
 - mode de vie.
 - L'éducation (planning familial) ;
 - Le développement socioculturel ;

D'après l'A.P.C de la commune de FIL-FILA, le taux d'accroissement est de = **2,4%**.

- **n** : L'écart d'années entre les deux horizons (2008-2045) ; d'où n=37ans.

Les résultats des estimations de la population sont reportés dans le tableau III.1

Tableau III.1: estimation de la population de l'agglomération :

Année	2008	2015	2045	T(%)
Population	8108	9573	19500	2,4

*Source d'information APC

Chapitre III

ELEMENTS DE BASE DE DIMENSIONNEMENT

III.3. Découpage de l'aire d'étude en sous bassins :[01]

Le découpage de l'aire d'étude en sous bassins élémentaires doit être fait selon :

- Topographie du terrain.
 - La densité des habitations ;
 - Les courbes de niveau ;
 - Les routes et voiries existantes.
 - Nature d'occupation du sol, pour avoir des coefficients de ruissellement aussi proche que possible.
 - Limites naturelles : oueds, talweg, collines,...etc.
- Dans notre cas ; le découpage se fait selon la densité des habitants, les courbes de niveaux, ainsi, les pentes et les contres pentes.

III.4.Principe du tracé du réseau:

Le tracé des différents collecteurs se fait en fonction des paramètres suivants :

- La topographie du site.
- Implantation des canalisations dans le domaine public.
- Les conditions de rejet.
- Emplacement des cours d'eau et talweg.
- Emplacement du cours d'eau ou de la station d'épuration.

La profondeur des canalisations doit répondre à certain critères comme :

- La profondeur des caves avoisinante.
 - La résistance de la canalisation aux efforts physiques et au gel.
- Dans notre cas ; le tracé du réseau se fait selon la topographie du site, implantation des canalisations au milieu des routes et voiries ainsi les conditions de rejet

III.5.Systèmes d'évacuation du réseau d'Assainissement : [04]

Les systèmes d'évacuation sont composés principalement de conduites à écoulement à surface libre, de canaux et fossés, et accessoirement de postes de pompage pour refouler les eaux vers les collecteurs. Habituellement, on considère trois catégories de systèmes d'évacuation, soit:

- _ L'égout combiné ou unitaire.
- _ L'égout pseudo-séparatif.
- _ L'égout séparatif composé d'un égout sanitaire et d'un égout pluvial.

Chapitre III

ELEMENTS DE BASE DE DIMENSIONNEMENT

III.5.1. Système unitaire :

Ce système prévoit l'évacuation en commun dans une même conduite les eaux usées et les eaux pluviales, il nécessite des ouvrages d'égout et station d'épuration relativement importante afin de pouvoir absorber les pointes de ruissellement.

III.5.2. Système séparatif :

Ce système prévoit l'évacuation des eaux usées domestiques et industrielle dans un réseau, et les eaux pluviales dans un autre.

III.5.3. Système pseudo séparatif :

Ce système est conçu de telle manière à recevoir les eaux usées et une fraction des eaux de ruissellement (toiture et cours ...), l'autre fraction des eaux pluviales qui sera transitée par des caniveaux et quelques tronçons d'ouvrages pluviaux.

Chapitre III

ELEMENTS DE BASE DE DIMENSIONNEMENT

Tableau III.2 : Avantages et inconvénients des différents systèmes : [04]

Système	Domaine d'utilisation	Avantages	Inconvénients	Contraintes d'exploitation
Unitaire	<ul style="list-style-type: none"> - milieu récepteur éloigné des points de collecte - topographie à faible relief - débit d'étiage du cours d'eau récepteur important. 	<ul style="list-style-type: none"> - conception simple - encombrement réduit du sous-sol - à priori économique - pas de risque d'inversion de branchement. 	<ul style="list-style-type: none"> - débit à la STEP très variable - la dilution des eaux usées est variable - apport de sable important à la station d'épuration; - rejet direct vers le milieu récepteur du mélange " eaux usées eaux pluviales" au droit des déversoirs d'orage. 	<ul style="list-style-type: none"> - entretien régulier des déversoirs d'orage et des bassins de stockage - difficulté d'évaluation des rejets directs vers le milieu récepteur.
Séparatif	<ul style="list-style-type: none"> - petites et moyennes agglomérations ; - extension des villes ; - faible débit d'étiage du cours d'eau récepteur 	<ul style="list-style-type: none"> - diminution des sections des collecteurs - exploitation plus facile de la STEP - meilleure nature préservée 	<ul style="list-style-type: none"> - encombrement important du sous sol - coût d'investissement élevé - risque important d'erreur de branchement. 	<ul style="list-style-type: none"> - Surveillance accrue des branchements - entretien d'un linéaire important de collecteurs (eaux usées et pluviales)
Pseudo séparatif	<ul style="list-style-type: none"> - petits et moyennes agglomération. - présence d'un milieu récepteur proche. 	<ul style="list-style-type: none"> - Le problème des faux branchements est éliminé. - Le plus gros des eaux pluviales étant acheminé en d'heur de la ville, ce qui nous donne des collecteurs traversant la ville de moindre dimension 	<ul style="list-style-type: none"> - le fonctionnement de la station d'épuration est perturbé, la charge polluante est variable en qualité et en quantité 	<ul style="list-style-type: none"> - Entretien régulier des déversoirs d'orage et des bassins de stockage ; - Surveillance accrue des branchements.

Chapitre III

ELEMENTS DE BASE DE DIMENSIONNEMENT

III.6. Choix du système d'évacuation :

Le choix du système d'évacuation se fait en tenant compte des paramètres prépondérants suivants :

- de l'urbanisation de l'agglomération et son encombrement.
- des ouvrages existants, encore utiles pour le projet.
- du cours d'eau récepteur.
- de la comparaison des variantes (système séparatif, unitaire).
- La topographie du terrain naturel.

➤ Pour notre agglomération, nous avons opté pour le système unitaire.

III.7.Schémas d'évacuation :[01]

Les réseaux d'Assainissement fonctionnent essentiellement en écoulement gravitaire et peuvent avoir des dispositions très diverses selon le système choisi. Leur schéma se rapproche le plus souvent de l'un des types suivants :

III.7.1.Schéma perpendiculaire :

L'écoulement se fait directement dans le cours d'eau. Ce type de schéma ne permet pas la concentration des eaux vers un point unique d'épuration et rend celle-ci difficile.

Il n'est guère utilisable que pour les réseaux d'eaux pluviales dans les systèmes séparatifs, avec un rejet dans un cours d'eau. (Figure III.1)

III.7.2.Schéma par déplacement latéral :

On adopte ce type de schéma quand il y a obligation de traitement des eaux usées.

Où toutes les eaux sont acheminées vers un seul point dans la mesure du possible.(figure III.2)

III.7.3.Schéma transversal ou oblique :

Ce schéma comporte des ramifications de collecteurs qui permettent de rapporter l'effluent à l'aval de l'agglomération. Ce type de schéma est adopté lorsque la pente du terrain est faible. (Figure III.3)

III.7.4.Schéma par zone étagée :

C'est une transposition de schéma à déplacement latéral, mais avec une multiplication des collecteurs longitudinaux pour ne pas charger certains collecteurs.(Figure III.4)

III.7.5.Schéma radial :

C'est un schéma adopté pour les terrains plats, où les eaux sont collectées en un point bas, pour en suite être relevées vers :

- Un cours d'eau récepteur.
- Une station d'épuration.
- Un collecteur fonctionnant à surface libre.(Figure III.5)

Chapitre III

ELEMENTS DE BASE DE DIMENSIONNEMENT

SCHEMAS DES TYPES DE RESEAUX

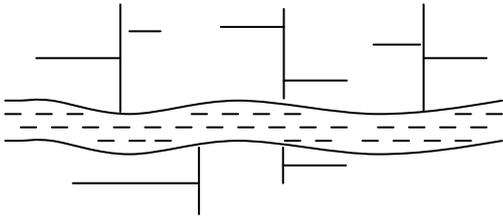


Figure III.1 : Schéma perpendiculaire

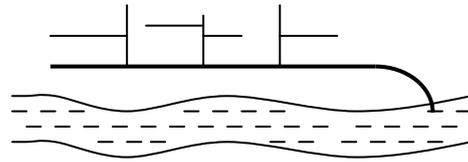


Figure III.2: Schéma par déplacement latéral

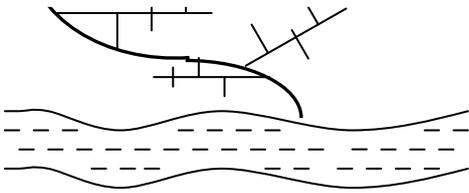


Figure III.3: Schéma transversal

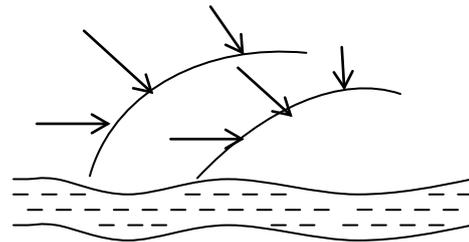


Figure III.4 : Schéma par zone étagé

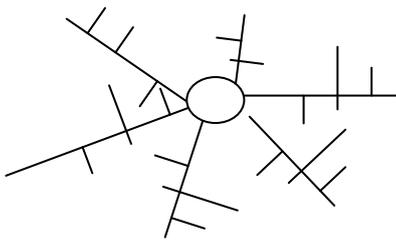
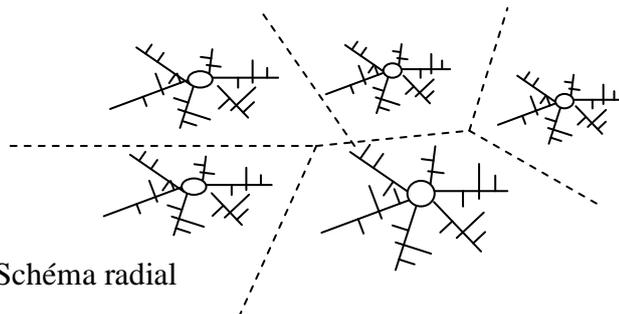


Figure III.5 : Schéma radial



Remarque :

Pour notre agglomération nous utilisons un schéma par déplacement latéral pour les raisons suivantes :

- La position de l'exutoire qui se trouve à l'aval de l'agglomération considérée ;
- Les conditions topographiques.
- La position de l'Oued par rapport à la structure de l'agglomération.

Chapitre III

ELEMENTS DE BASE DE DIMENSIONNEMENT

III.8. Evaluation du coefficient de ruissellement :

Le coefficient de ruissellement est défini comme étant le rapport entre le volume d'eau ruisselée et le volume d'eau tombée sur cette aire, sa valeur varie de 0.05 à 1, elle dépend de plusieurs facteurs :

- La nature du sol ;
- La pente du terrain ;
- Le mode d'occupation du sol ;
- La densité de la population ;
- La durée de pluie, et l'humidité de l'air.

Comme une estimation erronée du coefficient de ruissellement conduit à un sous ou surdimensionnement du réseau ; tous ces facteurs doivent être pris en considération pour la détermination de ce coefficient. (Voir tableau III.3).

Tableau III.3 : Différentes valeurs du coefficient de ruissellement.

1)- Coefficient de ruissellement en fonction de la densité de population.	
Densité de la population (hab / ha)	Cr
20	0.20
30-80	0.20-0.25
60-150	0.25-0.30
150-200	0.30-0.45
200-300	0.45-0.60
300-400	0.60-0.80
400 et plus	0.80-0.90
2)- Coefficient de ruissellement en fonction des catégories d'urbanisation.	
Catégorie d'urbanisation	Cr
Habitation très dense	0.90
Habitation dense	0.60-0.70
Habitation moins dense	0.40-0.50
Quartiers résidentiels	0.20-0.30
Square-Garde-Prairie	0.05-0.20

Chapitre III

ELEMENTS DE BASE DE DIMENSIONNEMENT

3)- Coefficient de ruissellement en fonction de la zone d'influence.	
Zone d'influence	Cr
Surface imperméable	0.90
Pavage à large joints	0.60
Voirie non goudronnée	0.35
Allée en gravier	0.20
Surfaces boisées	0.05

Remarque :

Puisque notre agglomération est à caractère urbain ; alors le coefficient de ruissellement sera fort vu l'influence des facteurs suivants :

- Le site est composé des terrains revêtus ;
- Les voies et les routes sont goudronnées ;
- Les constructions ont un faible gabarit ;
- Les habitations sont très denses.

III.9.Calcul de la population de chaque sous bassin:

A défaut de connaître le nombre exacte du nombre d'habitants de chaque sous bassin, on suit les étapes suivantes afin de pouvoir estimer ce dernier.

- On estime le coefficient de ruissellement.
- On calcul le coefficient de ruissellement pondéré total
- On calcul la densité partielle de chaque sous bassin.
- On déduit le nombre d'habitant de chaque sous bassin.

III.9.1.Coefficient de ruissellement pondéré :[05]

Dans le cas où la surface du bassin est découpée en plusieurs aires élémentaires « Ai », aux quelles, on affecte le coefficient de ruissellement « Cri », on calcule le coefficient de ruissellement pondéré par la formule suivante :

$$C_{rp} = \frac{\sum A_i C_{ri}}{A} \quad \text{(III.2)}$$

Avec :

A : Surface totale en ha ;

A_i : Surface élémentaire ;

C_{ri} : Coefficient de ruissellement partiel ;

C_{rp} : Coefficient de ruissellement total pondéré.

Chapitre III

ELEMENTS DE BASE DE DIMENSIONNEMENT

Tableau III.4 : Détermination du coefficient de ruissellement pour chaque surface drainée:

N° de la surface drainée	Surface Ai (ha)	Cr
1	4,53	0,82
2	5,8	0,81
3	4,17	0,84
4	6,77	0,85
5	6,35	0,84
6	6,74	0,68
7	6,8	0,68
8	4,17	0,84
9	6,77	0,85

III.9.2. Calcul de la densité partielle:

Le calcul de la population nécessite la détermination de la densité partielle propre à chaque sous bassin qui est obtenue d'après la formule

$$D_i = \frac{C_{ri}.P_t}{C_{rp}.A} \quad \text{(III.3)}$$

Avec :

Di : Densité partielle pour chaque sous bassin ;

Pt : Nombre d'habitation total à l'horizon futur ;

Pt = 19500 hab ;

Crp = 0,79.

A = 51.71 ha.

Chapitre III

ELEMENTS DE BASE DE DIMENSIONNEMENT

III.9.3. Calcul du nombre d'habitant de chaque surface drainée:

Le nombre d'habitant de chaque surface élémentaire est donné par l'expression :

$$P_i = d_i \cdot A_i \quad \text{(III.4)}$$

Avec:

D_i : Densité partielle du sous bassin considéré en (hab/ha).

P_i : Population partielle du sous bassin considéré.

A_i : Surface partielle du sous bassin considéré (ha).

Remarque: les résultats de calcul du nombre d'habitants des surfaces élémentaires, sont reportés dans le tableau III.5.

Tableau III.5 : Détermination du nombre d'habitants Pour chaque surface drainée:

N° de surface drainée	Surface (ha)	Ai	Cri	Ai.Cri	Densité Di (hab/ha)	Nombre d'habitants
1	4,53		0,82	3,715	389,852	1766
2	5,8		0,81	4,698	385,097	2234
3	6,35		0,84	5,334	399,360	2536
4	5,75		0,83	4,773	394,606	2269
5	4,8		0,84	4,032	399,360	1917
6	6,74		0,68	4,583	323,292	2179
7	6,8		0,68	4,624	323,292	2199
8	4,17		0,84	3,503	399,360	1666
9	6,77		0,85	5,755	404,115	2736

III.10.Conclusion :

Notre agglomération comprend 19500 habitants et se répartie sur 09 surfaces élémentaires.

Les coefficients de ruissellements sont déterminés en fonction de la nature des surfaces drainées.

De point de vue technico-économique, nous avons décidé du choix du système unitaire et du schéma d'évacuation par déplacement latéral.

Les débits d'eaux usées et pluviaux de chaque sous bassin sera présenté dans le prochain chapitre.



Chapitre IV

**EVALUATION DES
DEBITS D'EAU
PLUVIALE
ET
USEE**

Chapitre IV

EVALUATION DES DEBITS D'EAU PLUVIALE ET USEE

IV.1. Introduction :

Le système de canalisation en Assainissement quel que soit sa nature projeté au niveau d'une zone rurale, urbaine ou industrielle ; permet d'évaluer :

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

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, c'est-à-dire en système unitaire.

Pour notre agglomération, le système choisi est le système unitaire donc, il faut maîtriser le dimensionnement des débits d'eaux usées et pluviales, c'est le but principal de ce chapitre.

IV.2. Evaluation des débits d'eaux usées :

IV.2.1 Généralités :

Le but principal de l'évaluation les débits des eaux usées à considérer dans l'étude des réseaux d'assainissement correspondent essentiellement :

- aux points des rejets qui conditionnent la détermination des sections des canalisations.
- aux flots minimaux actuels qui permettent d'apprécier les capacités d'auto curage des Canalisations.

IV.2.2 Origine des eaux usées :

a- Les eaux usées domestiques :

Les eaux de ménage trouvent leur origine dans les centres d'agglomération.

Les eaux doivent être collectées d'une façon adéquate du milieu naturel et évacuées à travers le réseau .Parmi ces eaux, on distingue :

- Les eaux de vannes.
- Les eaux de vaisselle, de lavage, de bain et douche.
- Les eaux usées des cours.

Ces eaux sont évacuées à travers des canalisations à normes respectées.

Chapitre IV

EVALUATION DES DEBITS D'EAU PLUVIALE ET USEE

b- Les eaux du service public :

Les eaux de lavage (marché, 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.

c- Eaux usées d'équipements

On appelle équipements différents services publics : éducatifs, sanitaires, touristiques, administratifs et différents autres services d'utilité publique. L'estimation se fait à base du nombre de personnes qui fréquentent le lieu et sur la dotation requise pour chaque activité.

d- Eaux parasites

Ce sont des eaux d'infiltration dans le collecteur qui changent parfois les propriétés hydrauliques de l'écoulement.

IV.2.3 Consommation en eau potable :

La quantité d'eau nécessaire à l'alimentation d'une agglomération dépend de certains paramètres :

- La disponibilité de la ressource.
- Le nombre d'habitants.
- Le développement urbain de la ville.
- Le niveau de vie de la population.

Dans notre cas, nous prendrons comme base une dotation d'eau potable de 150 l/j hab. (Source A.P.C),

IV.3. Evaluation de la quantité d'eaux usées à évacuer :

Le débit d'eaux usées dans la canalisation est sujet à des variations, celles-ci sont essentiellement influencées par la consommation d'eau.

Les quantités d'eau usées sont plus grandes pendant la journée que pendant la nuit. Toute l'eau utilisée par le consommateur n'est pas rejetée dans le réseau en totalité, il est admis que l'eau évacuée n'est que les 70% à 80% de l'eau consommée, c'est ce qu'on appelle le coefficient de rejet (K_r).

Dans notre cas, Nous considérons que les 80% de l'eau consommée sont rejetées comme eaux usées dans le réseau d'évacuation.

Chapitre IV

EVALUATION DES DEBITS D'EAU PLUVIALE ET USEE

IV.3.1. Estimation des débits d'eaux usées domestiques :

Le calcul des débits d'eaux usées domestiques nécessite la détermination de la consommation moyenne journalière qui est égale au produit de la dotation (norme) moyenne journalière par le nombre de consommateurs (N).

a) Evaluation du débit moyen journalier :

Le débit moyen journalier rejeté Q_{moyj} est calculé par la relation suivante :

$$Q_{moyj} = \frac{K_r D_i N_i}{86400} \quad (\text{IV.1})$$

Avec :

N_i : le nombre de consommateurs dans le sous bassin i ;

D : dotation prise égale à 150 l/j hab ;

K_r : coefficient de rejet supposé égal à 80% .

b) Evaluation du débit de pointe :

Le débit de pointe est donné par la formule suivante :

$$Q_{pte} = K_p \cdot Q_{moyj} \quad (\text{IV.2})$$

Avec K_p : Coefficient de pointe ;

Le coefficient de pointe peut être estimé par trois méthodes à savoir:

❖ De façon moyenne :

$$K_p = 24/14 \approx 1.71 \quad \text{ou} \quad K_p = 24/10 \approx 2.4$$

❖ Relié à la position de la conduite dans le réseau :

$$K_p = 3 \quad \text{en tête du réseau ;}$$

$$K_p = 2 \quad \text{à proximité de l'exutoire.}$$

❖ Calculé à partir du débit moyen Q_{moy} :

$$K_p = 1.5 + \frac{2.5}{\sqrt{Q_{moy}}} ; \quad \text{Si } Q_{moy} \geq 2.8 \text{ l/s ;}$$

$$K_p = 3 \quad ; \quad \text{Si } Q_{moy} < 2.8 \text{ l/s ;}$$

Dans notre étude ; l'évaluation du coefficient de pointe est estimée à partir du débit moyen, vu le manque de données concernant le régime de rejet.

Chapitre IV

EVALUATION DES DEBITS D'EAU PLUVIALE ET USEE

IV.3.2. Estimation du débit des équipements et débit de pointe :

Les débits d'eaux usées des équipements et les débits d'eaux usées de pointe sont respectivement illustrés dans le tableau IV.1 et le tableau IV.2

Tableau IV.1: Détermination des débits des eaux usées des équipements pour chaque surface élémentaire drainée:

N° du SB	Type d'équipement	Unité	S, usager(m ² /hab)	D l/j.hab l/j.m ²	Q _{equi,moy} (m ³ /j)	Q _{equi} (m ³ /j)	Q _{equi total} (m ³ /j)	Q _{equi total} (l/s)
2	Ecole primaire	élève	300	10	3	2.4	7.2	0.083
	CEM	élève	600	10	6	4.8		
3	polyclinique	lits	100	50	5	4	4	0.046
6	stade	m ²	1000	10	10	8	12.4	0.143
	jardin	m ²	1100	5	5.5	4.4		
7	Ecole primaire	élève	300	10	3	2.4	7.2	0.083
	CEM	élève	600	10	6	4.8		
8	cinéma	assistant	60	15	0.9	0.72	15.44	0.178
	Maison de jeunes	personne	40	10	0.4	0.32		
	Mosquée	Fidèle	600	30	18	14.4		
9	Lycée	élève	750	10	7.5	6	6.84	0.079
	équipements	Employeur	70	15	1.05	0.84		

Tableau IV.2: Détermination des débits de pointe d'eaux usées de chaque surface drainée:

N°du SB	Surface élém. Ai (ha)	Nbre d'habitant (ha)	Q _{moy} (l/s)	K _p	Q _{eu^{pte}} (l/s)	Q _{eu^{eq}} (l/s)	Q _{eu^t} (l/s)
1	4,53	1766	2,943	3	8,704	0	8,704
2	5,8	2234	3,723	3	10,409	0,083	10,492
3	6,35	2536	4,227	3	12,680	0,046	12,726
4	5,75	2269	3,782	3	10,534	0	10,534
5	4,8	1917	3,195	3	9,585	0	9,585
6	6,74	2179	3,632	3	10,212	0,143	10,355
7	6,8	2199	3,665	3	10,995	0,083	11,078
8	4,17	1666	2,777	3	8,331	0,178	8,509
9	6,77	2736	4,560	3	12,179	0,079	12,258

Chapitre IV

EVALUATION DES DEBITS D'EAU PLUVIALE ET USEE

Avec :

Q_{eu}^{pte} : Débit de pointe d'eaux usées ;

Q_{eu}^{eq} : Débit des équipements ;

Q_{eu}^t : Débit total d'eaux usées.

IV.4. Evaluation des débits d'eaux pluviales :[01]

Toute étude d'un réseau d'assainissement nécessite une détermination des débits pluviaux. Les débits d'eaux pluviales seront calculés pour une précipitation de fréquence décennale et d'une durée de 15mn. Car ces eaux doivent être collectées dans les canalisations d'évacuation pour éviter les débordements (inondation) .Deux méthodes essentielles se présentent pour l'estimation des débits pluviaux :

- La méthode superficielle
- La méthode rationnelle

IV.4.1. La méthode rationnelle :

C'est une méthode qui consiste à estimer le débit a partir d'un découpage du bassin versant en secteurs limités par les lignes isochrones, cette méthode fut découverte en 1889, mais ce n'est qu'en 1906 qu'elle a été généralisée. Elle est connue aussi par la méthode de LLOYD DAVIS*, c'est une méthode qui a fait et fait ses preuves surtout pour les bassins urbains à faible surface (≤ 10 ha).

Elle consiste à estimer les débits (Q) pluviaux suite à une averse d'intensité moyenne « i » supposée constante durant la chute de pluie sur des surfaces d'influence de superficie « A », caractérisée par un coefficient de ruissellement « Cr ». La méthode rationnelle s'exprime par la formule suivante :

$$Q = \alpha.Cr.i.A \quad (IV.3)$$

Avec:

Q : en (l / s)

A : en (ha)

i : en (l / s / ha)

α : Coefficient correcteur de l'intensité tenant compte de la distribution de la pluie dans l'espace, dont sa détermination est en fonction de la forme du bassin.

Chapitre IV

EVALUATION DES DEBITS D'EAU PLUVIALE ET USEE

a) Les Hypothèses de la méthode rationnelle :

Les hypothèses de base sont, par conséquent, les suivantes :

- ✓ L'intensité de l'averse en mm/h est uniforme, dans le temps et dans l'espace, sur l'ensemble du bassin drainé ;
- ✓ Le débit de pointe Q_p de l'hydrogramme de ruissellement est une fonction du débit précipité : i.A.
- ✓ L'intervalle de la récurrence du débit de pointe Q_p est le même que celui de l'averse d'intensité uniforme i ;
- ✓ En fin, le coefficient de ruissellement est invariable d'une averse à l'autre.

b) Validité de la méthode rationnelle :

Cette méthode est efficace pour des aires relativement limitées, le résultat est meilleur pour des aires plus faibles du faite de la bonne estimation du coefficient de ruissellement, aussi, elle est applicable pour des surfaces où le temps de concentration ne ne dépasse pas 30 minutes.

c) Démarche de la méthode rationnelle :

- Il faut délimiter l'aire générale du bassin afin d'y tracer le schéma d'ossature. Ensuite, il convient d'étudier les subdivisions correspondant aux sous bassins d'apport avec toutes les caractéristiques concernant : Les surfaces, les longueurs, les pentes, les coefficients de ruissellement moyens et pondérés,...etc.

- On procèdera ensuite au calcul proprement dit ; étant entendu que l'essentiel des calculs élémentaires préalables ont été effectués pendant la première étape.

d) Temps de concentration :

Le temps de concentration d'un bassin est défini comme étant le temps mis par la pluie tombée du point le plus éloigné et, qui s'exprime par :

$$T_c = t_1 + t_2 + t_3 \quad (\text{IV.4})$$

Où t_1 : Temps mis par l'eau pour s'écouler dans les canalisations :

$$t_1 = \frac{L}{60v} = \frac{\text{Longueur}}{\text{Vitesse}} (\text{min}) ;$$

- t_2 : Temps mis par l'eau pour atteindre le premier ouvrage d'engouffrement, ce temps varie de 2 à 20 min ;

Chapitre IV

EVALUATION DES DEBITS D'EAU PLUVIALE ET USEE

- t_3 : Temps de ruissellement dans un bassin ne comportant pas de canalisations :

$$t_3 = \frac{L}{11\sqrt{I}} (\text{min})$$

Avec :

I : La pente du terrain en (%)

L : Longueur du plus long parcours de l'eau en (Km).

Trois cas peuvent être envisagés :

- ❖ Le bassin ne comporte pas de canalisation : $t_c = t_3$;

- ❖ Le bassin comporte un parcours superficiel, puis une canalisation: $t_c = t_1 + t_3$;
- ❖ Le bassin est urbanisé et comporte une canalisation : $t_c = t_1 + t_2$.

Dans le cas général, pour les zones peu allongées, le temps de concentration est donné par la

relation suivante :

$$t_c = 3.98 \left[\frac{L}{\sqrt{I}} \right]^{0.77}$$

où :

L : Longueur du plus grand parcours de l'eau (Km).

- Pour le cas de notre agglomération qui a un fort pourcentage d'urbanisation, on considère : $t_c = t_1 + t_2$ pour la majorité des cas.
- Pour faciliter les calculs, on admettra un temps de circulation superficielle pour atteindre le premier ouvrage d'engouffrement de 10 min.

IV.4.2. La méthode superficielle (méthode de Caquot) :

Cette méthode a été proposée par M.Caquot en 1949. Elle tien compte de l'ensemble des paramètres qui influent sur le ruissellement, elle se traduit par l'équation suivante :

$$Q(f) = K^{\frac{1}{u}} \cdot I^{\frac{v}{u}} \cdot C_r^{\frac{1}{u}} \cdot A^{\frac{w}{u}} \tag{IV.5}$$

Où :

Q (f) : Débit pluvial de fréquence f ; f=90% en (m³/s)

K, u, v, w : Coefficients d'expression.

I : Pente moyenne du collecteur du sous bassin considéré en (m/m).

A : Surface drainée considérée en (ha).

Chapitre IV

EVALUATION DES DEBITS D'EAU PLUVIALE ET USEE

La pente moyenne du collecteur du sous bassin considéré est donnée par la relation :

$$I = \frac{Cam - Cav}{L} \quad (\text{IV.6})$$

Cam : cote amont du collecteur (m) ;

Cav : cote aval du collecteur (m) ;

L : longueur du collecteur (m) ;

Remarque :

La valeur du débit $Q_{(f)}$ donnée par l'expression (IV.3) correspond à une valeur brute, celle-ci doit tenir compte d'un coefficient m d'où :

$$Q_{(f) \text{ corrigé}} = m Q_{(f) \text{ brute}} \quad (\text{IV.7})$$

Avec :

m : coefficient d'influence donné par l'expression qui suit :

$$m = \left(\frac{M}{2} \right)^{\frac{0.84.b(f)}{1+0.287.b(f)}} = \left(\frac{M}{2} \right)^b \quad (\text{IV.8})$$

M : coefficient d'allongement $M = \frac{L}{\sqrt{A}}$

Où : L : longueur du plus long parcours hydraulique en (m)

A : surface du bassin considéré supposée carrée en (m²)

❖ *Validité de la méthode superficielle :*

- La limite supérieure de la surface du bassin est 200 ha ;
- La pente est comprise entre 0.2 % et 5% ;
- Le coefficient de ruissellement supérieur à 20 % ;
- Le coefficient d'allongement $M \geq 0.8$;

De façon plus qualitative ; la méthode de Caquot ne s'applique correctement qu'à des bassins versants urbains, homogènes, équipé d'un réseau d'Assainissement correctement dimensionné, sans ouvrages spéciaux (particulièrement de stockage), et fonctionnant à surface libre.

Chapitre IV

EVALUATION DES DEBITS D'EAU PLUVIALE ET USEE

❖ *Choix de la méthode*

Toutefois selon les conditions aux limites de chacune de ces méthodes, nous choisissons la méthode rationnelle pour l'évaluation des débits pluviaux, car elle est mieux adoptée aux critères de notre site d'étude.

IV.5. Calcul des débits pluviaux:

IV.5.1 : Coefficient de correction (Minorateur) :

Pour tenir compte de la distribution de la pluie dans l'espace, il y a lieu d'appliquer un coefficient minorateur α déterminé d'après une loi de répartition de pluie :

Pour des bassins longs (rectangle étroit, largeur = $\frac{1}{2}$ de la longueur), ce coefficient sera égal à : $\alpha = 1 - 0.006 \sqrt{d/2}$;

- Pour des bassins ramassés (carrés ou cercles), $\alpha = 1 - 0.005 \sqrt{d/2}$.

d : Distance du milieu du bassin.

Remarque :

Nous supposons que la répartition de la pluie dans chaque bassin est régulière et constante durant la chute de pluie, les valeurs du coefficient réducteur α s'approchent de l'unité, par conséquent sera pris égal à 1.

Les débits d'eaux pluviaux sont illustrés dans le tableau N° IV.3 ;

$$Q = \alpha \cdot Cr \cdot i \cdot A$$

Avec:

Q : en (l / s)

A : en (ha)

i = 193.319 (l / s / ha)

On prend les eaux parasites = 0.15 l/s.h. (source DRE)

Chapitre IV

EVALUATION DES DEBITS D'EAU PLUVIALE ET USEE

Tableau IV.3 : Calcul des débits pluviaux pour chaque sous bassin par la méthode rationnelle :

N°du SB	Ai (ha)	Cri	α	I moy (l/s/ha)	Q _p (l/s)	Q _{parasit} (l/s)	Q _{total} (l/s)
1	4,53	0,82	1	193,319	718,103	0,684	718,787
2	5,8	0,81	1	193,319	908,213	0,876	909,088
3	6,35	0,84	1	193,319	1031,164	0,959	1032,122
4	5,75	0,83	1	193,319	922,615	0,868	923,483
5	4,8	0,84	1	193,319	779,462	0,725	780,187
6	6,74	0,68	1	193,319	886,020	1,018	887,037
7	6,8	0,68	1	193,319	893,907	1,027	894,934
8	4,17	0,84	1	193,319	677,158	0,630	677,787
9	6,77	0,85	1	193,319	1112,454	1,022	1113,476

IV.6. Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons calculé les différents débits pour connaître la quantification des débits à évacuer pour chaque surface élémentaire.

Ces débits incluent les débits d'eaux usées et d'eaux pluviales. Nous avons conclu notre travail par une évaluation des débits afin de pouvoir procéder au calcul hydraulique du réseau d'évacuation.



Chapitre V

CALCUL

HYDRAULIQUE ET

DIMENSIONNEMENT

DU

RESEAU

Chapitre V

CALCUL HYDRAULIQUE ET DIMENSIONNEMENT DU RESEAU

V.1.Introduction :

Une fois que la totalité des débits fut déterminée, nous passons au dimensionnement proprement dit des ouvrages tout en respectant certaines normes d'écoulement .Du point de vue sanitaire les réseaux d'assainissement devront assurer :

- L'évacuation rapide des matières fécales hors de l'habitation ;
- Le transport des eaux usées dans des conditions d'hygiène satisfaisantes ;

Les ouvrages d'évacuation (collecteurs et regards), doivent respecter certaines normes d'écoulement. L'implantation en profondeur se fait d'une manière à satisfaire aux conditions de résistance mécanique due aux charges extérieures et avec un meilleur choix du tracé des collecteurs.

V.2. Conception du réseau :

La conception d'un réseau d'assainissement est la concrétisation de tous les éléments constituant les branches du réseau sur un schéma global conçu en fonction de la structure de l'agglomération, l'exutoire, et l'emplacement de la station d'épuration si elle existe.

- Les collecteurs sont définis par leur :
 - Emplacement (en plan).
 - Profondeur.
 - Diamètres (intérieur et extérieur).
 - Pente.
 - Les joints et leur confection.
- Les ouvrages spéciaux sont également définis par leur.
 - Emplacement (en plan).
 - Profondeur.
 - Leurs rôles à jouer

V.3. Dimensionnement du réseau d'assainissement :[06]

V.3.1. Conditions d'écoulement et de dimensionnement :

Dans le cadre de l'assainissement, le dimensionnement du réseau d'assainissement du type unitaire doit dans la mesure du possible permettre l'entraînement des sables par les débits pluviaux pour empêcher leur décantation et éviter les dépôts, sans provoquer l'érosion de la paroi de la conduite.

Chapitre V

CALCUL HYDRAULIQUE ET DIMENSIONNEMENT DU RESEAU

Lorsqu'il s'agit de réseau d'évacuation des eaux pluviales et des eaux usées dans une même conduite, les conditions d'auto curage doivent être satisfaites. Il faut assurer une vitesse minimale de 0.6 m /s pour le (1/10) du débit de pleine section, et une vitesse de 0.3 m / s pour le (1/100) de ce même débit avec un diamètre minimal de 300 mm.

Si ces vitesses ne sont pas respectées, il faut prévoir des chasses automatiques ou des curages périodiques.

A l'opposé des considérations relatives à l'autocurage, le souci de prévenir la dégradation des joints sur les canalisations circulaires et leur revêtement intérieur, nous conduit à poser des limites supérieures aux pentes admissibles.

Donc, il est déconseillé de dépasser des vitesses de l'ordre de (4 à 5) m / s à pleine section.

Pour les ouvrages d'importance moyenne les sections les plus favorables sont :

- De type circulaire ;
- De type ovoïde ;

❖ L'hypothèse de dimensionnement du système d'évacuation en gravitaire est :

- L'écoulement est uniforme à surface libre, le gradient hydraulique de perte de charge est égal à la pente du radier ;

- La perte de charge engendrée par unité de longueur est une énergie potentielle égale à la différence de la cote du plan d'eau en amont et en aval :

$$I_r = \frac{C_{am} - C_{av}}{L} \quad (\text{V.1})$$

V.3.2 Formules des écoulements:

Dans le calcul des canalisations on utilise les différentes formules d'écoulement qui ont été développées par des chercheurs scientifiques. Parmi ses formules nous avons :

a) La formule de Chézy :

$$V = C \sqrt{R_h \cdot I} \quad (\text{V.2})$$

Où :

I : Pente du collecteur (m/m).

Rh : Rayon hydraulique (m).

C: Coefficient de Chézy, qui dépend des paramètres hydrauliques et géométriques de l'écoulement. Le coefficient « C » est donné à son tour par la formule de Bazin :

Chapitre V

CALCUL HYDRAULIQUE ET DIMENSIONNEMENT DU RESEAU

$$C = \frac{87.R_h}{\delta + \sqrt{R_h}} \quad (\text{V.3})$$

δ : Coefficient de Bazin qui varie suivant les matériaux employés et la nature des eaux transportées. Dans laquelle :

$\delta = 0.06$ pour les collecteurs d'eaux pluviales.

$\delta = 0.16$ pour les collecteurs d'eaux usées.

b-Formule de Manning-Strickler:

$$V = K_s \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot \sqrt{I_m} \quad (\text{V.4})$$

K_s : Coefficient de rugosité dépend de la nature des parois.

Le tableau VI.1 donne des valeurs indicatives du coefficient de rugosité de Strickler pour divers types de matériaux.

Tableau V.1 : valeurs indicatives du coefficient de rugosité de Strickler K_s .

types de matériaux	coefficient de rugosité K_s
Conduites métalliques rivées ou avec de nombreuses soudures	60
Béton rugueux	60
Conduites en fonte ou en béton (très vieilles)	70
Conduites en fonte en service ou en béton avec joints serrées	75
Fonte neuve, maçonnerie très lisse	80
Acier revêtu, béton bien lissé	85
Conduites en béton très lisse, en fibro-ciment, en tôle sans soudures	90 à 100
Acier galvanisé	100 à 110
Fonte revêtue intérieurement neuve	110 à 125
Amiante-ciment (Eternit)	100 à 120
Cuivre, laiton, PE, PVC lisse	120 à 150

Chapitre V

CALCUL HYDRAULIQUE ET DIMENSIONNEMENT DU RESEAU

Avant de procéder au calcul hydraulique du réseau d'assainissement en gravitaire, on considère les l'hypothèse suivantes :

- L'écoulement est uniforme à surface libre, le gradient hydraulique de perte de charge est égal à la pente du radier.
- La perte de charge engendrée est une énergie potentielle perdue égale à la différence des côtes du plan d'eau en amont et en aval.
- Les canalisations d'égouts dimensionnées pour un débit en pleine section Q_{ps} ne débitent en réalité et dans la plupart du temps que des quantités d'eaux plus faibles que celles pour lesquelles elles ont été calculées.

A partir de l'abaque N°1 (en annexe) valable pour le réseau pluvial en système unitaire ou séparatif, et pour les valeurs données des pentes, des débits, on déduit des diamètres normalisés, le débit Q_{ps} et la vitesse V_{ps} de la conduite remplie entièrement.

L'écoulement dans les collecteurs est un écoulement à surface libre régi par l'équation de la continuité :

$$Q = v.S \quad (V.5)$$

Avec :

Q : Débit véhiculé par le collecteur (m^3/s).

V : Vitesse moyenne d'écoulement dans le collecteur qui est le rapport entre le débit volumique (m^3/s) et la section mouillée (m/s).

- S : Section mouillée transversale de la conduite occupée par l'eau (m^2).

Les relations (V.4) et (V.5) serviront de base pour le dimensionnement de notre réseau, qui après combinaison, aboutissent à la relation suivante donnant le débit :

$$Q = K_s . S . R^{\frac{2}{3}} . \sqrt{I_m} \quad (V.6)$$

La relation (V.6) permet de déduire le diamètre d'un collecteur appelé à véhiculé le débit total dans les hypothèses suscitées :

$$D_{cal} = \left(\frac{3,2036 * Q_t}{K_s * \sqrt{I}} \right)^{\frac{3}{8}} \quad (V.7)$$

Chapitre V

CALCUL HYDRAULIQUE ET DIMENSIONNEMENT DU RESEAU

Avec :

Q_{eu} (m³/s): Débit d'eau usée.

Q_{pl} (m³/s): Débit d'eau pluviale.

Le débit en pleine section est donné donc par la relation :

$$Q_{ps} = V_{ps} * \frac{\pi * (D_{nor})^2}{4} \quad (V.8)$$

D'après la méthode des régressions polynomiales et à partir des valeurs fournies par l'annexe (voir abaque N°1) nous avons établi les relations entre R_q et R_v , ainsi entre R_q et R_h .

Les relations sont les suivantes :

$$R_v = -25,63 * R_q^6 + 93,647 * R_q^5 - 134,25 * R_q^4 + 95,24 * R_q^3 - 35,151 * R_q^2 + 7,0395 * R_q + 0,2263 \quad (V.9)$$

$$R_h = -11,423 * R_q^6 + 40,641 * R_q^5 - 55,497 * R_q^4 + 37,115 * R_q^3 - 12,857 * R_q^2 + 2,8373 * R_q + 0,0359 \quad (V.10)$$

Tel que : $R_q = Q_t / Q_{ps}$

$R_{q,min} = Q_{eu} / Q_{ps}$

La vitesse moyenne et la hauteur de remplissage dans la conduite sont calculées à partir des relations suivantes :

- Rapport des débits : $R_Q = \frac{Q_t}{Q_{ps}}$

- Rapport des vitesses : $R_v = \frac{V}{V_{ps}}$

- Rapport des hauteurs : $R_h = \frac{h}{D_{nor}}$

Avec : R_q : rapport des débits.

R_v : rapport des vitesses.

R_q ; R_v et R_h sont obtenus aussi à partir de l'abaque N°3(en annexe).

Q : Débit véhiculé par la conduite circulaire. (m³/s).

V : Vitesse d'écoulement de l'eau (m/s).

h : Hauteur de remplissage dans la conduite (m).

Q_{ps} : Débit de pleine section (m³/s).

V_{ps} : Vitesse à pleine section (m/s).

D : Diamètre normalisé de la conduite (mm).

Chapitre V

CALCUL HYDRAULIQUE ET DIMENSIONNEMENT DU RESEAU

Pour la vérification de la vitesse d'auto-curage nous avons deux conditions à vérifier:

Condition 1: Vitesse d'écoulement ($V > 1.00 \text{ m / s}$)

Condition 2:

* $V_{\min} > 0.60 \text{ m / s}$ pour $(Q_{PS} / 10) \approx Q_{\min i}$

* $V_{\min} > 0.30 \text{ m / s}$ pour $(Q_{PS} / 100) \approx Q_{\min}$

V.4. Principe de tracé des collecteurs :

Les collecteurs doivent être placés dans les rues prévues par le plan d'urbanisation ; les contre-inclinaisons sont à éviter dans la mesure du possible.

Les égouts collecteurs principaux et secondaires doivent être placés dans les grandes rues larges aussi rectilignes que possible ; les rues à circulation peu intense sont à préférer.

Lors du choix de la profondeur à laquelle se fait la pose des canalisations d'eau usée ; on doit tenir compte :

- Des profondeurs des caves avoisinantes ; si les caves sont anormalement profondes, les maisons doivent être reliées à l'aide des pompes aux collecteurs.

En général, les épaisseurs de terre au dessus des canalisations ne doivent pas dépasser 2 à 2.5m sauf cas particulier ;

- la résistance au gel des canalisations : L'épaisseur de terre nécessaire et minimale pour empêcher la congélation du contenu des canalisations dépend du climat local (1.2 à 1.6m).

- Dans le cas où la nappe est proche de la surface du sol ; le tracé choisi doit l'éviter dans toute la mesure du possible pour limiter le problème de pose de canalisation, sinon, il faut analyser les eaux afin de choisir le matériau de la canalisation ; il faut veiller à l'étanchéité des canalisations et des joints afin d'éviter de drainer la nappe.

Remarque :

Pour le cas de notre agglomération ; il existe une seule variante pour tracer les collecteurs. Cette variante se compose de :

- ❖ trois collecteurs principaux
- ❖ des collecteurs secondaires tracés suivant les pistes et les voix secondaires existantes.
- ❖ Les résultats sont dans l'annexe N°03.

Chapitre V

CALCUL HYDRAULIQUE ET DIMENSIONNEMENT DU RESEAU

Tableau V.2: calcul hydraulique des collecteurs secondaires :

SB	Tron	CTN		CP		Dist (m)	I (m/m)	Qt (m ³ /s)	Dcal (m)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m ³ /s)	Rq	Rqmin	Rv	Rvmin	Rh	Rhmin	V (m/s)	Vmin (m/s)	H (mm)	Hmin (mm)	Vitesse Autocurage
		CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)																		
01	A1-A2	84,900	82,840	83,400	81,840	45,590	0,045	0,043	0,168	300	2,835	0,200	0,215	0,075	0,815	0,593	0,319	0,191	2,310	1,682	95,741	57,196	Autocurage vérifie
	A2-2	82,840	78,320	81,840	77,120	63,770	0,054	0,083	0,202	300	3,374	0,239	0,348	0,063	0,896	0,553	0,404	0,172	3,025	1,865	121,087	51,707	Autocurage vérifie
	A3-A4	95,000	91,040	93,800	89,840	51,150	0,067	0,030	0,137	300	3,453	0,244	0,123	0,062	0,709	0,548	0,248	0,170	2,449	1,890	74,331	51,014	Autocurage vérifie
	A4-A6	91,040	86,320	89,840	85,120	72,550	0,058	0,046	0,165	300	3,212	0,227	0,203	0,066	0,806	0,564	0,311	0,177	2,588	1,812	93,366	53,220	Autocurage vérifie
	A5-A6	89,410	86,320	88,210	85,120	63,930	0,048	0,028	0,142	300	2,932	0,207	0,135	0,073	0,730	0,585	0,259	0,187	2,140	1,716	77,798	56,104	Autocurage vérifie
	A6-A7	86,320	78,180	84,320	77,180	70,830	0,059	0,074	0,186	300	3,749	0,265	0,279	0,057	0,855	0,529	0,360	0,162	3,207	1,984	107,987	48,582	Autocurage vérifie
	A7-R7	78,180	68,480	75,680	67,280	69,230	0,052	0,091	0,199	300	3,820	0,270	0,337	0,056	0,890	0,525	0,397	0,160	3,398	2,005	118,969	48,045	Autocurage vérifie
02	B1-B2	73,750	70,120	72,550	68,920	55,100	0,056	0,034	0,148	300	3,156	0,223	0,152	0,068	0,755	0,568	0,274	0,179	2,382	1,793	82,294	53,767	Autocurage vérifie
	B2-B3	70,120	64,980	68,120	63,980	47,560	0,057	0,056	0,168	300	3,701	0,262	0,214	0,058	0,814	0,532	0,319	0,163	3,014	1,969	95,641	48,955	Autocurage vérifie
	B3-B4	64,980	63,030	63,980	61,830	51,920	0,041	0,073	0,209	300	2,714	0,192	0,380	0,079	0,917	0,604	0,425	0,195	2,490	1,639	127,456	58,629	Autocurage vérifie
	B4-R8	63,030	60,340	61,830	59,140	60,340	0,045	0,042	0,167	300	2,816	0,199	0,211	0,076	0,812	0,595	0,317	0,191	2,287	1,675	95,038	57,416	Autocurage vérifie
	B5-B6	56,330	52,840	55,130	51,640	53,110	0,056	0,088	0,212	300	3,156	0,223	0,394	0,068	0,927	0,568	0,434	0,179	2,925	1,793	130,208	53,767	Autocurage vérifie
	B6-B7	52,840	49,730	51,640	48,530	45,860	0,057	0,088	0,211	300	3,184	0,225	0,391	0,067	0,924	0,566	0,432	0,178	2,944	1,803	129,521	53,491	Autocurage vérifie
	B7-R13	49,730	47,870	48,630	46,370	54,980	0,041	0,110	0,244	300	2,704	0,191	0,575	0,079	1,043	0,605	0,548	0,196	2,821	1,635	164,331	58,751	Autocurage vérifie
	B8-R14	48,850	45,020	47,350	43,820	72,870	0,048	0,080	0,210	300	2,936	0,208	0,386	0,073	0,921	0,585	0,428	0,187	2,703	1,718	128,449	56,068	Autocurage vérifie
03	C1-C2	84,9	84,5	83,7	83,3	51,79	0,008	0,03	0,20	300	1,17	0,08	0,36	0,18	0,91	0,79	0,41	0,30	1,06	0,92	123,83	89,06	Autocurage vérifie
	C2-21	84,5	84,04	83,3	82,84	56,29	0,008	0,077	0,29	300	1,21	0,09	0,90	0,18	1,12	0,78	0,75	0,29	1,34	0,94	225,34	87,97	Autocurage vérifie
	C3-23	85,05	82,32	83,85	81,12	59,34	0,046	0,083	0,21	300	2,86	0,20	0,41	0,07	0,94	0,59	0,44	0,19	2,68	1,69	133,38	56,90	Autocurage vérifie
	C4-C5	84,14	83,1	82,64	81,5	54,83	0,021	0,112	0,28	300	1,92	0,14	0,82	0,11	1,11	0,69	0,69	0,24	2,13	1,32	206,18	70,58	Autocurage vérifie
	83,1	83,1	80,24	81,5	79,04	45,79	0,054	0,144	0,26	300	3,09	0,22	0,66	0,07	1,08	0,57	0,59	0,18	3,33	1,77	177,87	54,42	Autocurage vérifie
	C6-C7	80,58	78,05	79,38	76,85	48,27	0,052	0,065	0,19	300	3,05	0,22	0,30	0,07	0,87	0,58	0,37	0,18	2,65	1,76	112,10	54,81	Autocurage vérifie
	C7-25	78,05	76,95	76,85	75,75	53,98	0,020	0,135	0,30	400	1,90	0,13	1,00	0,11	1,12	0,69	0,86	0,15	2,25	1,18	192,34	61,39	Autocurage vérifie
	C8-26	81,11	74,31	79,51	73,11	89,95	0,058	0,139	0,25	300	3,21	0,23	0,61	0,07	1,06	0,56	0,57	0,18	3,41	1,81	157,46	53,22	Autocurage vérifie
04	D1-D2	72,98	72,28	71,78	71,08	26,57	0,026	0,03	0,16	300	2,165	0,153	0,196	0,098	0,800	0,658	0,307	0,658	1,733	1,424	92,036	66,364	Autocurage vérifie
	D-27	72,28	71,55	71,08	70,35	55,69	0,013	0,065	0,25	300	1,527	0,108	0,602	0,140	1,056	0,737	0,563	0,737	1,612	1,125	168,799	79,020	Autocurage vérifie
	D3-D4	60,54	59,88	59,34	58,68	52,43	0,013	0,031	0,19	300	1,497	0,106	0,293	0,142	0,863	0,741	0,369	0,741	1,292	1,109	110,580	79,773	Autocurage vérifie
	D4-30	59,88	59,38	58,68	57,88	52,56	0,015	0,042	0,20	300	1,646	0,116	0,361	0,130	0,905	0,721	0,412	0,721	1,489	1,186	123,642	76,258	Autocurage vérifie
	D5-D6	70,65	65,4	68,15	64,4	44,11	0,055	0,095	0,20	300	3,889	0,275	0,346	0,055	0,895	0,521	0,402	0,521	3,480	2,027	120,619	47,530	Autocurage vérifie
	D6-D7	65,42	56,12	62,42	55,12	53,95	0,059	0,178	0,25	300	3,979	0,281	0,633	0,054	1,068	0,516	0,579	0,516	4,251	2,054	173,757	46,883	Autocurage vérifie
	D7-32	56,12	54,22	55,12	53,02	82,50	0,025	0,299	0,39	400	2,578	0,324	0,923	0,047	1,118	0,487	0,770	0,487	2,882	1,255	307,844	57,420	Autocurage vérifie

Chapitre V

CALCUL HYDRAULIQUE ET DIMENSIONNEMENT DU RESEAU

Tableau V.3: calcul hydraulique des collecteurs secondaires (suit) :

SB	Tron	CTN		CP		Dist (m)	I (m/m)	Qt (m ³ /s)	Dcal (m)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m ³ /s)	Rq	Rqmin	Rv	Rvmin	Rh	Rhmin	V (m/s)	Vmin (m/s)	H (mm)	Hmin (mm)	Vitesse Autocurage
		CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)																		
05	E1-E2	49,050	47,350	47,850	45,850	47,280	0,042	0,062	0,196	300	2,743	0,194	0,320	0,078	0,879	0,601	0,385	0,194	2,412	1,649	115,640	58,277	Autocurage vérifie
	E2-E3	47,350	43,470	45,850	42,270	49,930	0,052	0,078	0,198	300	3,321	0,235	0,332	0,064	0,887	0,556	0,393	0,174	2,945	1,848	118,042	52,192	Autocurage vérifie
	E3-35	43,470	40,750	42,270	39,550	40,200	0,058	0,089	0,211	300	3,212	0,227	0,392	0,066	0,925	0,564	0,432	0,177	2,971	1,812	129,723	53,220	Autocurage vérifie
	E4-35	41,230	40,750	40,030	39,550	72,610	0,007	0,028	0,206	300	1,084	0,077	0,365	0,197	0,907	0,801	0,415	0,307	0,984	0,868	124,461	92,149	Autocurage vérifie
	E5-E6	38,850	37,220	37,650	36,020	36,470	0,045	0,079	0,212	300	2,820	0,199	0,396	0,076	0,928	0,595	0,435	0,191	2,617	1,677	130,589	57,374	Autocurage vérifie
	E6-37	37,220	36,750	36,020	35,550	43,630	0,011	0,135	0,338	400	1,677	0,211	0,641	0,072	1,071	0,581	0,583	0,185	1,796	0,975	233,314	74,096	Autocurage vérifie
06	F1-F2	118,08	116,75	116,88	115,55	54,89	0,024	0,03	0,17	300	2,08	0,15	0,204	0,103	0,807	0,6677	0,31	0,226	1,68	1,39	93,73	67,844	Autocurage vérifie
	F2-F3	116,75	115,5	115,55	114,3	56,11	0,022	0,05	0,20	300	1,99	0,14	0,355	0,107	0,901	0,6776	0,41	0,231	1,79	1,35	122,51	69,341	Autocurage vérifie
	F3-F4	115,5	114,02	114,3	112,82	41,04	0,036	0,05	0,19	300	2,53	0,18	0,279	0,084	0,855	0,6202	0,36	0,203	2,17	1,57	107,99	60,943	Autocurage vérifie
	F4-46	114,02	113,53	112,82	112,33	44,98	0,011	0,05	0,23	300	1,39	0,10	0,508	0,153	1,004	0,7557	0,51	0,275	1,40	1,05	152,31	82,480	Autocurage vérifie
	F5-F6	112,08	109,75	110,88	108,55	33,88	0,059	0,035	0,15	300	3,24	0,23	0,153	0,066	0,755	0,5621	0,27	0,177	2,45	1,82	82,40	52,955	Autocurage vérifie
	F6-47	109,75	108,71	108,55	107,51	39,42	0,026	0,05	0,20	300	2,17	0,15	0,326	0,098	0,883	0,6576	0,39	0,221	1,91	1,42	116,94	66,340	Autocurage vérifie
	F7-F8	111,5	109,66	110,3	108,46	39,36	0,047	0,06	0,19	300	2,88	0,20	0,294	0,074	0,864	0,5893	0,37	0,189	2,49	1,70	110,82	56,643	Autocurage vérifie
	F8-49	109,66	106,7	108,46	105,5	50	0,050	0,06	0,19	300	2,98	0,21	0,285	0,071	0,859	0,581	0,36	0,185	2,56	1,73	108,99	55,561	Autocurage vérifie
	F10-F11	112,55	111,85	111,35	110,65	51,06	0,014	0,04	0,20	300	1,56	0,11	0,362	0,137	0,906	0,732	0,41	0,261	1,41	1,14	123,89	78,188	Autocurage vérifie
	F11-F12	111,85	107,77	109,25	106,57	47,73	0,049	0,07	0,20	300	2,95	0,21	0,335	0,072	0,889	0,584	0,40	0,186	2,62	1,72	118,65	55,884	Autocurage vérifie
	F12-F13	107,77	104,04	106,57	102,84	58,67	0,059	0,09	0,21	300	3,24	0,23	0,393	0,066	0,926	0,562	0,43	0,177	3,00	1,82	129,93	52,955	Autocurage vérifie
	F13-F14	104,04	101,12	102,84	99,92	72,36	0,040	0,012	0,11	300	2,68	0,19	0,063	0,080	0,553	0,607	0,17	0,197	1,48	1,63	51,79	59,058	Autocurage vérifie
	F14-52	101,12	97,36	99,62	96,16	58,74	0,059	0,014	0,11	300	3,24	0,23	0,061	0,066	0,545	0,562	0,17	0,177	1,77	1,82	50,74	52,980	Autocurage vérifie
	F15-50	107,7	104,32	105,7	103,12	42,3	0,061	0,06	0,18	300	3,29	0,23	0,258	0,065	0,843	0,558	0,35	0,175	2,78	1,84	103,95	52,443	Autocurage vérifie
07	G1-53	97,07	94,98	95,87	93,78	60,73	0,034	0,06	0,20	300	2,47	0,17	0,343	0,893	0,893	0,40	0,40	0,096	2,21	0,92	120,13	28,742	Autocurage vérifie
	F11-G2	101,12	98,95	99,92	97,75	81,13	0,027	0,13	0,28	300	2,18	0,15	0,843	1,108	1,108	0,70	0,70	0,103	2,42	0,85	210,34	30,877	Autocurage vérifie
	G2-G3	98,95	96,13	97,75	94,93	53,38	0,053	0,14	0,25	300	3,07	0,22	0,646	1,073	1,073	0,59	0,59	0,085	3,29	1,07	175,85	25,567	Autocurage vérifie
	G3-G4	96,13	93,08	94,93	91,58	77,05	0,043	0,17	0,28	300	2,78	0,20	0,865	1,110	1,110	0,72	0,72	0,090	3,09	1,00	215,36	26,942	Autocurage vérifie
	G4-55	93,08	89,12	91,58	87,92	64,03	0,049	0,21	0,30	300	2,95	0,21	1,006	1,121	1,121	0,86	0,86	0,087	3,31	1,04	257,80	26,085	Autocurage vérifie
	G3-G5	96,13	94,14	94,93	92,74	84,47	0,026	0,066	0,22	300	2,15	0,15	0,435	0,954	0,954	0,46	0,46	0,104	2,05	0,84	138,19	31,156	Autocurage vérifie
G5-G6	94,14	90	92,74	88,8	71,53	0,055	0,11	0,23	300	3,13	0,22	0,497	0,997	0,997	0,50	0,50	0,084	3,12	1,08	150,25	25,286	Autocurage vérifie	

Chapitre V

CALCUL HYDRAULIQUE ET DIMENSIONNEMENT DU RESEAU

Tableau V.4 : calcul hydraulique des collecteurs secondaires (suite) :

SB	Tron	CTN		CP		Dist (m)	I (m/m)	Qt (m ³ /s)	Deal (m)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m ³ /s)	Rq	Rqmin	Rv	Rvmin	Rh	Rhmin	V (m/s)	Vmin (m/s)	H (mm)	Hmin (mm)	Vitesse Autocurage
		CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)																		
07	G6-56	90	86,39	88,8	85,19	72,78	0,050	0,171	0,28	300	2,97	0,21	0,814	0,020	1,104	0,020	0,68	0,351	3,28	1,04	204,24	26,00	Autocurage vérifie
	G7-G8	88,72	86,06	87,52	84,86	78,85	0,034	0,054	0,19	300	2,45	0,17	0,312	0,024	0,874	0,024	0,38	0,374	2,14	0,92	114,13	28,90	Autocurage vérifie
	G8-57	86,06	84,58	84,86	83,38	54,55	0,027	0,079	0,23	300	2,20	0,16	0,51	0,097	1,00	0,097	0,51	0,654	2,21	1,44	152,42	65,85	Autocurage vérifie
	G9-G10	84,7	83,83	83,5	82,63	77,57	0,011	0,04	0,21	300	1,41	0,10	0,40	0,151	0,93	0,151	0,44	0,753	1,31	1,06	131,43	81,93	Autocurage vérifie
	G10-58	83,83	83,08	82,63	81,88	72,76	0,010	0,08	0,28	300	1,35	0,10	0,84	0,157	1,11	0,157	0,70	0,761	1,50	1,03	208,72	83,52	Autocurage vérifie
08	H1-60	80,230	77,140	79,030	75,940	60,000	0,048	0,060	0,189	300	2,922	0,207	0,290	0,073	0,862	0,586	0,367	0,187	2,519	1,713	108,208	56,216	Autocurage vérifie
	H2-61	78,050	74,930	76,850	73,730	83,840	0,037	0,030	0,153	300	2,573	0,182	0,165	0,083	0,770	0,616	0,284	0,201	1,981	1,586	85,293	60,412	Autocurage vérifie
	H3-H4	77,950	74,420	76,450	73,220	46,950	0,059	0,050	0,169	300	3,240	0,229	0,218	0,066	0,817	0,562	0,322	0,177	2,649	1,821	91,494	52,955	Autocurage vérifie
	H4-62	74,420	72,040	73,220	70,840	82,050	0,029	0,080	0,231	300	2,272	0,161	0,498	0,094	0,998	0,646	0,502	0,216	2,266	1,468	150,460	64,680	Autocurage vérifie
	H4-H6	74,420	70,840	73,220	69,640	73,130	0,049	0,070	0,199	300	2,951	0,209	0,336	0,072	0,889	0,584	0,396	0,186	2,623	1,723	118,681	55,900	Autocurage vérifie
	H5-H6	73,610	70,840	72,410	69,640	67,350	0,041	0,040	0,167	300	2,705	0,191	0,209	0,079	0,811	0,604	0,316	0,196	2,193	1,635	94,686	58,742	Autocurage vérifie
	H6-63	70,840	68,730	69,640	67,530	82,940	0,025	0,110	0,267	300	2,127	0,150	0,731	0,100	1,094	0,662	0,631	0,223	2,327	1,408	189,333	66,981	Autocurage vérifie
09	K1-K2	55,380	54,420	54,180	53,220	63,610	0,015	0,140	0,322	400	1,985	0,249	0,561	0,060	1,036	0,543	0,540	0,168	2,056	1,077	215,849	67,145	Autocurage vérifie
	K2-68	54,420	53,600	53,220	52,400	65,640	0,012	0,190	0,374	400	1,806	0,227	0,837	0,066	1,107	0,564	0,697	0,177	1,999	1,019	278,718	70,981	Autocurage vérifie
	K3-K4	45,170	43,230	43,970	42,030	51,210	0,038	0,130	0,263	300	2,596	0,184	0,708	0,082	1,090	0,614	0,619	0,200	2,829	1,595	185,626	60,113	Autocurage vérifie
	K4-71	43,230	42,120	42,030	40,920	38,580	0,029	0,150	0,293	300	2,262	0,160	0,938	0,094	1,120	0,647	0,785	0,216	2,533	1,464	235,359	64,822	Autocurage vérifie

Chapitre V

CALCUL HYDRAULIQUE ET DIMENSIONNEMENT DU RESEAU

Tableau V.5 : calcul hydraulique du collecteur principal 01 :

Tron	CTN		CP		Dist (m)	I (m/m)	Qt (m ³ /s)	Dcal (m)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m ³ /s)	Rq	Rqmin	Rv	Rvmin	Rh	Rhmin	V (m/s)	Vmin (m/s)	H (mm)	Hmin (mm)	Vitesse Autocurage
	CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)																		
R1-R2	80	78,32	78,8	77,12	34,45	0,049	0,092	0,22	300	2,946	0,208	0,442	0,072	0,959	0,584	0,465	0,187	2,946	1,721	139,588	55,961	Autocurage vérifie
R2-R3	78,32	75	77,12	73,8	54,14	0,050	0,12	0,24	300	2,983	0,211	0,569	0,071	1,040	0,581	0,544	0,185	2,983	1,734	163,261	55,561	Autocurage vérifie
R3-R4	75	74,01	73,8	72,81	44,56	0,022	0,19	0,34	400	2,408	0,303	0,628	0,050	1,066	0,501	0,577	0,150	2,408	1,206	230,600	59,821	Autocurage vérifie
R4-R5	74,01	72,55	72,81	71,35	50,77	0,029	0,19	0,32	400	2,740	0,344	0,552	0,044	1,030	0,475	0,534	0,138	2,740	1,300	213,646	55,346	Autocurage vérifie
R5-R6	72,55	71,08	71,35	69,88	56,34	0,026	0,28	0,38	400	2,610	0,328	0,854	0,046	1,109	0,484	0,709	0,142	2,610	1,264	283,671	56,994	Autocurage vérifie
R6-R7	71,08	68,49	69,88	67,29	63	0,041	0,344	0,37	400	3,276	0,412	0,836	0,037	1,107	0,441	0,696	0,124	3,276	1,446	278,241	49,701	Autocurage vérifie
R7-R8	68,48	65	67,29	63,8	67	0,052	0,41	0,38	400	3,688	0,463	0,885	0,033	1,113	0,421	0,734	0,116	3,688	1,553	293,799	46,314	Autocurage vérifie
R8-R9	65	60,34	63,8	59,14	70,94	0,056	0,49	0,40	400	3,824	0,481	1,020	0,031	1,119	0,415	0,875	0,113	3,824	1,588	350,015	45,333	Autocurage vérifie
R9-R10	60,34	55,31	58,5	54,11	59,24	0,050	0,575	0,44	500	4,193	0,823	0,698	0,018	1,087	0,344	0,614	0,084	4,193	1,442	306,762	41,877	Autocurage vérifie
R10-R11	55,31	53,52	54,11	52,02	45,58	0,046	0,68	0,47	500	4,015	0,788	0,863	0,019	1,110	0,349	0,716	0,086	4,015	1,400	358,068	42,846	Autocurage vérifie
R11-R12	53,52	51,94	52,02	50,74	62,34	0,021	0,76	0,57	600	3,034	0,858	0,886	0,018	1,113	0,340	0,736	0,082	3,034	1,030	441,339	49,183	Autocurage vérifie
R12-R13	51,94	47,87	50,14	46,57	46,93	0,056	0,76	0,47	600	5,011	1,417	0,536	0,011	1,021	0,297	0,525	0,065	5,011	1,490	315,013	38,802	Autocurage vérifie
R13-R14	47,87	45,02	46,37	43,52	44,12	0,050	0,87	0,51	600	4,734	1,339	0,650	0,011	1,074	0,301	0,588	0,066	4,734	1,426	352,913	39,758	Autocurage vérifie
R14-R15	45,02	42,3	43,52	40,8	54,87	0,050	0,95	0,53	600	4,714	1,333	0,713	0,011	1,090	0,302	0,621	0,066	4,714	1,421	372,625	39,833	Autocurage vérifie
R15-R16	42,3	40	40,8	38,5	50,85	0,045	0,95	0,54	600	4,503	1,273	0,746	0,012	1,096	0,305	0,639	0,068	4,503	1,373	383,517	40,645	Autocurage vérifie
R16-R17	40	37,79	38,5	35,99	35,74	0,058	1,11	0,54	600	5,099	1,442	0,770	0,003	1,099	0,246	0,653	0,044	5,099	1,255	391,687	26,319	Autocurage vérifie
R17-R18	37,79	37,01	35,99	35,01	63,76	0,015	1,122	0,70	800	3,180	1,598	0,702	0,003	1,088	0,244	0,615	0,043	3,180	0,776	492,276	34,475	Autocurage vérifie
R18-R37	37,1	36,75	35,1	34,75	79,15	0,004	1,184	0,90	1000	1,979	1,554	0,76	0,010	1,098	0,291	0,648	0,062	1,979	0,577	648,012	62,231	Autocurage vérifie

Chapitre V

CALCUL HYDRAULIQUE ET DIMENSIONNEMENT DU RESEAU

Tableau V.6 : calcul hydraulique du collecteur principal 02 :

Tron	CTN		CP		Dist (m)	I (m/m)	Qt (m ³ /s)	Dcal (m)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m ³ /s)	Rq	Rqmin	Rv	Rvmin	Rh	Rhmin	V (m/s)	Vmin (m/s)	H (mm)	Hmin (mm)	Vitesse Autocurage
	CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)																		
R19-R20	91,41	87,2	90,21	85,7	57,15	0,079	0,100	0,208	300	3,747	0,265	0,378	0,057	0,915	0,529	0,423	0,162	3,430	1,983	126,880	48,598	Autocurage vérifie
R20-R21	87,2	84,04	85,7	82,84	60,82	0,047	0,177	0,284	300	2,892	0,204	0,866	0,074	1,110	0,589	0,719	0,188	3,212	1,702	215,600	56,548	Autocurage vérifie
R21-R22	84,04	83,55	82,84	82,35	45,89	0,011	0,250	0,427	400	1,670	0,210	1,192	0,072	0,788	0,582	1,005	0,186	1,316	0,973	401,876	74,285	Autocurage vérifie
R22-R23	83,55	82,32	82,35	81,12	40,25	0,031	0,333	0,390	400	2,825	0,355	0,938	0,042	1,120	0,469	0,785	0,136	3,163	1,324	313,895	54,340	Autocurage vérifie
R23-R24	82,32	80,24	81,12	78,74	65,72	0,036	0,477	0,433	500	3,568	0,701	0,681	0,022	1,083	0,362	0,604	0,091	3,865	1,293	302,158	45,670	Autocurage vérifie
R24-R25	80,24	77,88	78,74	76,38	43,38	0,054	0,542	0,421	500	4,373	0,859	0,631	0,018	1,068	0,340	0,578	0,082	4,669	1,485	289,157	40,965	Autocurage vérifie
R25-R26	77,88	75,9	76,38	74,4	42,1	0,047	0,612	0,452	500	4,066	0,798	0,767	0,019	1,099	0,347	0,651	0,085	4,468	1,412	325,419	42,558	Autocurage vérifie
R26-R27	75,9	73,31	74,3	72,11	25,03	0,087	0,751	0,435	500	5,546	1,089	0,690	0,014	1,085	0,317	0,609	0,073	6,020	1,759	304,449	36,399	Autocurage vérifie
R27-R28	73,31	70,55	71,81	69,35	53,48	0,046	0,816	0,506	600	4,541	1,284	0,636	0,012	1,069	0,304	0,581	0,067	4,856	1,382	348,371	40,494	Autocurage vérifie
R28-R29	70,55	68,32	69,05	66,82	34,39	0,065	0,980	0,508	600	5,392	1,524	0,643	0,010	1,072	0,293	0,584	0,063	5,779	1,577	350,688	37,636	Autocurage vérifie
R29-R30	68,32	64,05	65,22	62,85	37,61	0,063	0,980	0,511	600	5,315	1,503	0,652	0,010	1,075	0,293	0,589	0,063	5,714	1,560	353,605	37,858	Autocurage vérifie
R30-R31	64,05	59,38	61,1	58,38	31,25	0,060	1,022	0,524	600	5,186	1,466	0,697	0,010	1,087	0,295	0,613	0,064	5,638	1,530	367,631	38,244	Autocurage vérifie
R31-R32	59,38	54,22	55,88	52,72	32,13	0,070	1,123	0,527	600	5,602	1,584	0,709	0,010	1,090	0,290	0,619	0,062	6,104	1,626	371,441	37,058	Autocurage vérifie
R32-R33	54,22	49,88	50,72	48,08	31,52	0,070	1,422	0,576	600	5,602	1,584	0,898	0,010	1,115	0,290	0,746	0,062	6,244	1,626	447,601	37,058	Autocurage vérifie
R33-R34	49,88	46,75	48,08	44,95	54,17	0,058	1,422	0,597	800	6,166	3,099	0,459	0,005	0,971	0,260	0,476	0,049	5,987	1,601	381,089	39,518	Autocurage vérifie
R34-R35	46,75	43,02	44,95	41,22	54,14	0,069	1,582	0,601	800	6,733	3,384	0,467	0,004	0,977	0,257	0,482	0,048	6,577	1,730	385,566	38,627	Autocurage vérifie
R35-R36	43,02	40,75	41,22	38,95	56,86	0,040	1,699	0,684	800	5,125	2,576	0,660	0,006	1,077	0,266	0,593	0,052	5,521	1,365	474,573	41,652	Autocurage vérifie
R36-R37	40,75	38	38,25	36,2	29,6	0,069	1,855	0,638	800	6,750	3,393	0,547	0,004	1,027	0,257	0,531	0,048	6,936	1,734	424,899	38,601	Autocurage vérifie
R37-R38	38	36,75	36	35,15	43,12	0,020	1,855	0,807	1000	4,179	3,282	0,565	0,005	1,038	0,258	0,542	0,049	4,336	1,078	541,905	48,660	Autocurage vérifie
R38-R39	36,75	36,3	35,15	34,8	46,01	0,008	1,990	0,990	1000	2,596	2,039	0,976	0,007	1,122	0,276	0,825	0,056	2,914	0,718	825,126	56,184	Autocurage vérifie
R39-R40	36,3	36,06	34,3	34,06	30,03	0,008	1,990	0,981	1000	2,661	2,090	0,952	0,007	1,121	0,275	0,799	0,056	2,983	0,732	799,348	55,706	Autocurage vérifie
R40-R41	36,06	35,81	33,86	33,61	53,09	0,005	1,990	1,084	1200	2,306	2,609	0,763	0,006	1,098	0,266	0,649	0,052	2,533	0,613	778,463	62,244	Autocurage vérifie
R41-R42	35,81	35,02	33,61	32,82	47,18	0,017	1,990	0,854	1200	4,349	4,919	0,405	0,003	0,934	0,248	0,441	0,044	4,060	1,077	528,872	53,368	Autocurage vérifie
R42-R43	35,02	34,75	32,82	32,55	38,46	0,007	1,990	1,005	1200	2,816	3,185	0,625	0,005	1,065	0,259	0,575	0,049	3,000	0,729	689,902	58,849	Autocurage vérifie
R43-R69	34,750	34,45	32,250	31,95	43,56	0,007	3,174	1,202	1500	3,237	5,720	0,555	0,003	1,032	0,245	0,536	0,043	3,341	0,792	803,924	64,931	Autocurage vérifie

Chapitre V

CALCUL HYDRAULIQUE ET DIMENSIONNEMENT DU RESEAU

Tableau V.7 : calcul hydraulique du collecteur principal 03 :

Tron	CTN		CP		Dist (m)	I (m/m)	Qt (m ³ /s)	Deal (m)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m ³ /s)	Rq	Rqmin	Rv	Rvmin	Rh	Rhmin	V (m/s)	Vmin (m/s)	H (mm)	Hmin (mm)	Vitesse Autocurage
	CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)																		
R44-R45	118,510	115,000	117,310	113,800	68,700	0,051	0,100	0,226	300	3,015	0,213	0,469	0,019	0,978	0,349	0,483	0,086	2,949	1,053	144,927	25,795	Autocurage vérifie
R45-R46	115,000	113,530	113,800	112,330	52,040	0,028	0,150	0,294	300	2,242	0,158	0,947	0,026	1,121	0,386	0,793	0,101	2,512	0,866	238,031	30,397	Autocurage vérifie
R46-R47	113,530	110,710	112,330	109,510	42,630	0,066	0,210	0,284	300	3,431	0,242	0,866	0,017	1,110	0,336	0,719	0,080	3,810	1,152	215,667	24,111	Autocurage vérifie
R47-R48	110,710	107,000	109,510	105,800	52,100	0,065	0,260	0,309	400	4,120	0,518	0,502	0,008	1,000	0,280	0,504	0,058	4,120	1,153	201,625	23,033	Autocurage vérifie
R48-R49	107,000	106,700	105,800	105,500	40,040	0,007	0,260	0,463	500	1,623	0,319	0,816	0,047	0,900	0,490	0,400	0,145	1,461	0,795	200,000	72,490	Autocurage vérifie
R49-R50	106,700	104,320	105,500	103,120	60,610	0,039	0,380	0,391	500	3,716	0,730	0,521	0,021	1,012	0,358	0,516	0,089	3,760	1,328	257,793	44,670	Autocurage vérifie
R50-R51	104,320	101,940	103,120	100,740	38,760	0,061	0,400	0,367	500	4,646	0,912	0,438	0,017	0,957	0,333	0,463	0,079	4,446	1,549	231,529	39,712	Autocurage vérifie
R51-R52	101,940	97,960	99,150	96,760	37,830	0,053	0,540	0,422	500	4,317	0,848	0,637	0,018	1,070	0,341	0,581	0,082	4,618	1,471	290,731	41,244	Autocurage vérifie
R52-R53	97,960	94,980	95,900	93,480	49,060	0,049	0,600	0,445	500	4,164	0,818	0,734	0,018	1,094	0,345	0,632	0,084	4,556	1,435	316,188	42,026	Autocurage vérifie
R53-R54	94,980	91,410	93,480	89,910	72,630	0,049	0,720	0,477	500	4,157	0,816	0,882	0,018	1,113	0,345	0,732	0,084	4,625	1,434	366,134	42,065	Autocurage vérifie
R54-R55	91,410	89,120	89,910	87,620	47,320	0,048	0,930	0,526	600	4,658	1,317	0,706	0,011	1,089	0,302	0,618	0,067	5,073	1,408	370,541	40,043	Autocurage vérifie
R55-R56	89,120	86,390	87,620	84,890	70,400	0,039	1,101	0,584	600	4,169	1,179	0,934	0,013	1,119	0,311	0,780	0,070	4,666	1,296	468,279	42,087	Autocurage vérifie
R56-R57	86,390	84,580	84,890	82,780	54,370	0,039	1,180	0,600	800	5,053	2,540	0,465	0,006	0,975	0,267	0,480	0,052	4,926	1,348	384,073	41,832	Autocurage vérifie
R57-R58	84,580	82,770	82,780	80,970	56,500	0,032	1,260	0,637	800	4,591	2,308	0,546	0,007	1,027	0,271	0,531	0,054	4,715	1,243	424,568	43,113	Autocurage vérifie
R58-R59	83,080	80,000	80,000	78,200	39,500	0,046	1,310	0,605	800	5,475	2,752	0,476	0,005	0,983	0,264	0,487	0,051	5,381	1,444	389,939	40,845	Autocurage vérifie
R59-R60	80,000	77,140	77,500	75,340	40,780	0,053	1,370	0,598	800	5,903	2,967	0,462	0,005	0,973	0,261	0,478	0,050	5,743	1,542	382,580	39,987	Autocurage vérifie
R60-R61	77,140	74,930	75,340	73,130	45,440	0,049	1,390	0,611	800	5,657	2,843	0,489	0,005	0,991	0,263	0,496	0,051	5,608	1,486	396,513	40,466	Autocurage vérifie
R61-R62	74,930	72,040	73,130	70,240	68,070	0,042	1,470	0,640	800	5,285	2,657	0,553	0,006	1,031	0,265	0,535	0,052	5,450	1,401	428,019	41,271	Autocurage vérifie
R62-R63	72,040	68,730	70,240	66,930	72,580	0,046	1,580	0,649	800	5,478	2,753	0,574	0,005	1,042	0,264	0,547	0,051	5,709	1,445	437,490	40,840	Autocurage vérifie
R63-R64	68,730	65,190	65,500	63,390	33,760	0,063	1,630	0,619	800	6,412	3,223	0,506	0,005	1,002	0,258	0,506	0,049	6,428	1,657	404,978	39,111	Autocurage vérifie
R64-R65	65,190	62,330	62,400	60,530	38,350	0,049	1,660	0,653	800	5,664	2,847	0,583	0,005	1,047	0,263	0,552	0,051	5,930	1,487	441,659	40,451	Autocurage vérifie
R65-R66	62,330	60,030	60,530	58,230	58,030	0,040	1,710	0,687	800	5,106	2,567	0,666	0,006	1,079	0,266	0,597	0,052	5,511	1,361	477,357	41,698	Autocurage vérifie
R66-R67	60,030	56,900	58,230	55,100	52,890	0,059	1,760	0,644	800	6,240	3,136	0,561	0,005	1,036	0,259	0,540	0,049	6,461	1,618	431,654	39,392	Autocurage vérifie
R67-R68	56,900	53,600	54,000	51,800	42,470	0,052	1,950	0,686	800	5,838	2,934	0,665	0,005	1,079	0,262	0,596	0,050	6,298	1,527	476,658	40,110	Autocurage vérifie
R68-R69	53,600	48,980	51,800	47,180	56,220	0,068	2,040	0,663	800	6,689	3,362	0,607	0,004	1,058	0,257	0,565	0,048	7,076	1,720	452,150	38,690	Autocurage vérifie
R69-R70	48,980	45,000	47,180	43,200	50,000	0,064	2,080	0,675	800	6,489	3,262	0,638	0,005	1,070	0,258	0,582	0,049	6,944	1,675	465,416	38,991	Autocurage vérifie
R70-R71	45,000	42,120	42,000	40,320	26,670	0,058	2,230	0,706	800	6,177	3,105	0,718	0,005	1,091	0,260	0,624	0,049	6,742	1,604	499,160	39,498	Autocurage vérifie
R71-R72	42,120	39,410	39,200	37,610	26,120	0,052	2,390	0,740	800	5,849	2,940	0,813	0,005	1,104	0,261	0,680	0,050	6,459	1,529	543,859	40,088	Autocurage vérifie
R72-R73	39,410	37,330	37,610	35,830	42,880	0,042	2,510	0,786	800	5,226	2,627	0,956	0,006	1,121	0,266	0,803	0,052	5,860	1,388	642,257	41,409	Autocurage vérifie
R73-R74	37,330	34,450	34,330	32,650	26,800	0,063	2,600	0,737	800	6,422	3,228	0,805	0,005	1,103	0,258	0,675	0,049	7,086	1,659	539,899	39,096	Autocurage vérifie
R74-DO	34,45	33,02	31,95	30,52	95,05	0,010	5,772	1,403	1500	3,900	6,892	0,84	0,002	1,11	0,24	0,70	0,042	4,318	0,94	1045,50	63,06	Autocurage vérifie

Chapitre V

CALCUL HYDRAULIQUE ET DIMENSIONNEMENT DU RESEAU

Avec :

Cam : côte amont de terrain naturel (m) ;

Ctav : côte aval de terrain naturel (m) ;

CPam : côte projet amont (m) du terrain ;

CPav: côte projet aval (m) du terrain ;

L : longueur du collecteur entre deux regards (m) ;

V_{\min} : vitesse de l'écoulement en temps sec(m/s) .

h_{\min} :hauteur de remplissage en temps sec (mm) ;

D_{exi} : diamètre de conduite existante (mm) ;

D_{cal} : diamètre calculé (mm) ;

D_{nor} : diamètre normalisé.

V.5. Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons abordé le calcul hydraulique à savoir le dimensionnement du réseau d'évacuation d'eaux usées et pluviales dans l'hypothèse d'un système unitaire. Les diamètres des collecteurs principaux varient de 300 à 1500mm sachant que certain pentes des collecteurs restent importantes malgré que nous avons utilisé des regards de chutes pour baisser les pentes et cela est à cause du relief accidenté.

La méthode de calcul adoptée montre que les diamètres des collecteurs obtenus assurent l'auto-curage d'une part et que les débits maximums avec les vitesses correspondantes vérifient la fourchette recommandée donnée par les normes d'assainissement d'autre part. Ce calcul permet de passer au dimensionnement de tous les ouvrages spéciaux qui contribuent au bon fonctionnement de notre système d'évacuation.



Chapitre VI

ELEMENTS

CONSTITUTIFS DU

RESEAU ET

OUVRAGES

ANNEXES

Chapitre VI

ELEMENTS CONSTITUTIFS DU RESEAU ET OUVRAGES ANNEXES

V.1. Introduction :

Un égout est concédé comme un aqueduc à écoulement libre dont la mise en charge est exceptionnelle et limitée par le débordement éventuel des regards et autres ouvrages annexes.

Les éléments constitutifs d'un réseau d'égout devront assurer :

- Une évacuation correcte et rapide sans stagnation des eaux de pluie ;
- Le transport des eaux usées susceptibles de provoquer une pétrification, (odeur) dans les conditions d'hygiène favorable.

Les réseaux d'assainissement sont constitués par :

1-Des ouvrages principaux qui correspondent au développement de l'ensemble du réseau jusqu'à l'entrée des effluents dans la station d'épuration.

2- Des ouvrages annexes qui constituent toutes les constructions et les installations ayant pour but de permettre l'exploitation rationnelle et correcte du réseau (bouches d'égout, regards, déversoirs d'orage... etc).

VI.2. Les ouvrages principaux :

VI.2.1 Les canalisations :

Les canalisations des réseaux d'Assainissement sont constituées de tuyaux généralement circulaires, mais on peut rencontrer d'autres formes (rectangulaires, ovoïdes...). Les principaux produits utilisés sont :

- Les tuyaux métalliques ;
- Les tuyaux en amiante ciment ;
- Les tuyaux en béton armé et non armé ;
- Les tuyaux en grés ;
- Les tuyaux en polychlorure de vinyle non plastifié (PVC).

L'utilisation des conduites circulaires est surtout réservée pour les faibles sections par rapport aux autres formes de sections. La forme circulaire est très simple à fabriquer comme elle peut être utilisée pour les grandes sections avec certains inconvénients :

- Largeur importante de la tranchée.
- Vitesse d'écoulement faible pour des tirants d'eau faibles dans les sections de la canalisation, d'où surgit la difficulté du curage et entretien.

VI.2.1.1 Conduite en fonte :

Les canalisations en fonte ductile sont résistantes et peu influencées par le sol environnant, elles peuvent donc être utilisées dans des conditions de contraintes difficiles (terrains instables, peu porteur, forte charge ...) Le matériau fonte conserve les mêmes caractéristiques mécaniques à 50 ans.

La fonte est un matériau sujet à la corrosion, cependant ce problème est limité par l'utilisation de revêtements de protection (interne ou externe). Il s'agit également d'un matériau couteux. Le diamètre nominal des canalisations en fonte correspond à leur diamètre intérieur.

Chapitre VI

ELEMENTS CONSTITUTIFS DU RESEAU ET OUVRAGES ANNEXES

VI.2.1.2 Conduite en amiante ciment :

Les conduites en amiante ciment à utiliser sont celles de la série « assainissement » du type sans emboîtement. Le revêtement intérieur de la paroi est à base d'enduit anti-acide. Les diamètres couramment utilisés varient de 80 à 500 mm. Les longueurs utiles varient de 0,5 à 5 m. il existe des pièces de raccords classique ; coude au 1/4, ou 1/8, branchement et cônes de jonction.

VI.2.1.3. Conduite en grès :

Les principales qualités du grès sont sa durabilité, son absence de corrosion et ses possibilités de recyclage. Les canalisations en grès sont rigides et peuvent, suivant la classe de résistance adoptée, reprendre des efforts importants liés aux remblais et aux charges roulantes. Le diamètre nominal des canalisations en grès correspond à leur diamètre intérieur.

VI.2.1.4. Conduite en matière plastique :

On peut distinguer :

Les conduites en matières thermodurcissables, conservent totalement la forme acquise après l'action de la chaleur. Après moulage à chaud, les conduites deviennent dures au refroidissement.

- Les conduites en matières thermoplastiques, ne peuvent être travaillées que sous l'action de la chaleur sans aucune réaction. Ces conduites se solidifient très vite après refroidissement.
- **Types des Joints :** Les conduites peuvent être assemblées soit par collage, soit par bagues d'étanchéité.

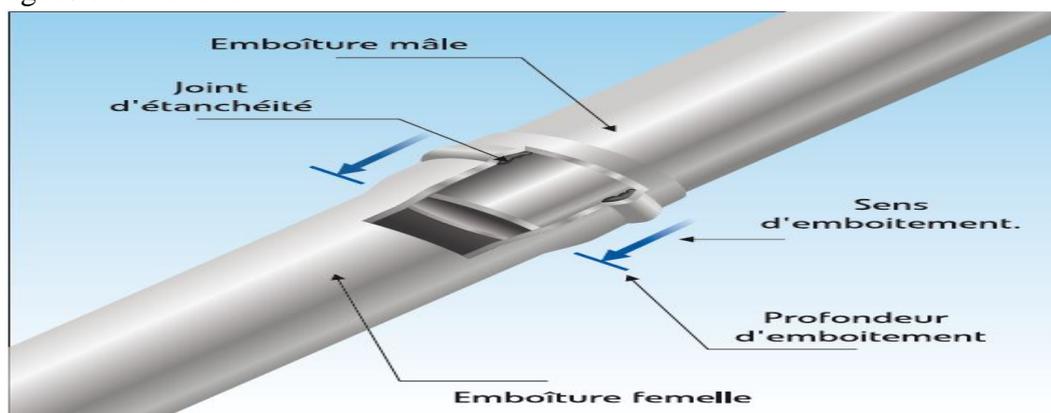


Figure VI.1 : Assemblage des tubes PVC.

VI.2.1.5. Conduite en béton armé :

Le béton est un matériau résistant, mais lourd, ce qui nécessite des engins de chantier puissants pour la pose des canalisations. L'armature formant la conduite en béton armé se compose de :

- Génératrices disposées en parallèle le long de la canalisation. On peut rencontrer plusieurs couches de génératrices en fonction des conditions de pose en tranchée pour les quelles cette dernière est utilisée. Généralement lorsque le diamètre est supérieur à 1000 mm.

Chapitre VI

ELEMENTS CONSTITUTIFS DU RESEAU ET OUVRAGES ANNEXES

- Cercles disposés de telle façon à former les grilles avec les génératrices et écartées d'environ 15 cm l'une de l'autre, ou bien disposées en hélice à pas de 15 cm au maximum.

o Types des Joints :

➤ Bague roulante à appliquer sur l'about mâle :

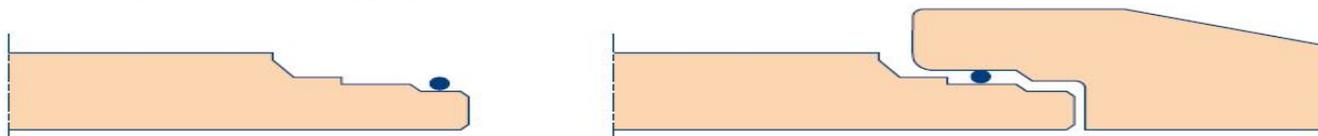


Figure VI.2 : Assemblage par Bague roulante.

➤ Bague glissante à appliquer dans une encoche dans l'about mâle :



Figure VI.3: Assemblage par Bague glissante à appliquer dans une encoche dans l'about mâle.

➤ Bague glissante à appliquer contre un rebord de l'about mâle :

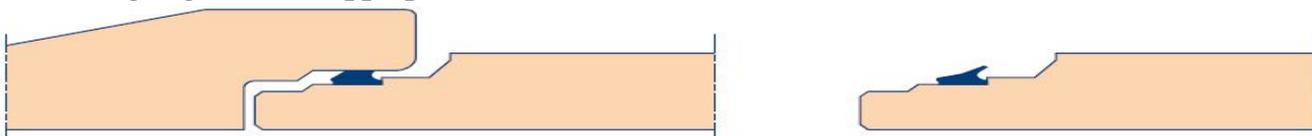


Figure VI.4: Assemblage par Bague glissante à appliquer contre un rebord de l'about mâle.

➤ Bague glissante à appliquer dans une encoche du collet :

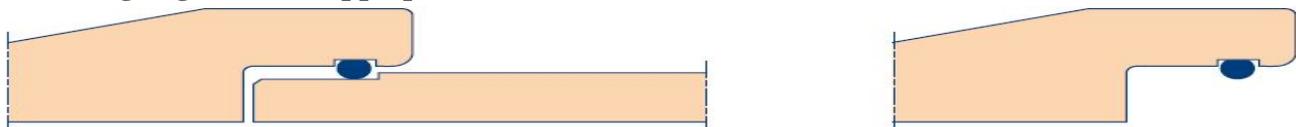


Figure VI.5: Assemblage par Bague glissante à appliquer dans une encoche du collet.

VI.2.2 Choix du type de canalisation :

Pour faire le choix des différents types de conduites on doit tenir compte :

- De la pente du terrain.
- Des diamètres utilisés.
- De la nature du sol traversé.
- De la nature chimique des eaux usées transportées.
- Des efforts extérieurs dus sur remblai.

-Pour notre projet on a utilisées le béton armé et le pvc, le tableau suivant donne les avantages et les inconvénients de ces deux matériaux :

Chapitre VI

ELEMENTS CONSTITUTIFS DU RESEAU ET OUVRAGES ANNEXES

Tableau VI.1. Avantages et Inconvénients des types de canalisations utilisées

Matériau	Avantages	Inconvénients
béton armé	<ul style="list-style-type: none">- Faible coût- Matériau classique et connu (expérience de mise en œuvre, etc..)- Sites de production répartis sur l'ensemble du territoire.	<ul style="list-style-type: none">- Transport délicat (poids, calage), risque de fissure, écaillage- Manutention, déchargement, stockage- Pose non recommandée à basse température (-5° joints intégrés, -15° joints coulissants mobiles)- Risque de fissuration circulaire et/ou longitudinale
Matières plastiques	<ul style="list-style-type: none">- Légèreté, facilité de manutention, de transport et rapidité de mise en œuvre- Manipulation manuelle possible pour les faibles diamètres- Flexibilité- Simplification de mise en place du réseau (pièces de branchement, coudes, etc.)- Pas de corrosion- Résistance à l'abrasion- Rugosité faible (plus facilement utilisable pour des faibles pentes)- Faible coût pour les tuyaux PVC	<ul style="list-style-type: none">- Lit de pose soigné- Dilatation thermique importante- Déformation longitudinale.- Percement, poinçonnement- Ovalisation

VI.3. Les ouvrages annexes :

Les ouvrages annexes comprennent :

- Les branchements ;
- Les bouches d'égout ;
- Les regards ;
- Les déversoirs d'orage.

VI.3.1. Les branchements :

Ce sont des conduites de diamètres inférieurs aux diamètres de la canalisation publique (environ de 7/10) reliant le réseau vertical d'eau usée et pluviale des immeubles à cette dernière.

Le raccordement du côté égout peut être perpendiculaire en présence de galerie visitable et incliné ne général à 60° sur les canalisations pour ne pas perturber l'écoulement.

- Le tracé de la conduite de branchement doit avoir une pente d'environ 3% pour favoriser un écoulement avec rinçage interne de la conduite.

Chapitre VI

ELEMENTS CONSTITUTIFS DU RESEAU ET OUVRAGES ANNEXES

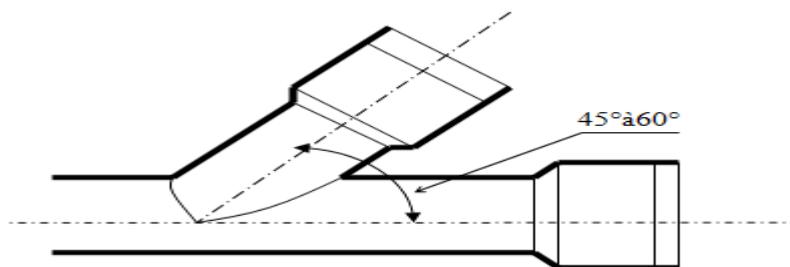


Figure VI.6: Schéma représentatif d'un branchement simple.

VI.3.2. Les bouches d'égout :

Elles servent à l'absorption de l'eau de surface (pluviale et de lavage des chaussées). Elles sont utilisées au point bas des caniveaux, soit dans le trottoir (absorption du côté latéral, soit dans les chaussées adsorption par le haut). La distance entre les bouches d'égout est en moyenne de 50m. La section d'entrée est fonction de l'écartement entre les deux bouches afin d'absorber le flot d'orage venant de l'amont.

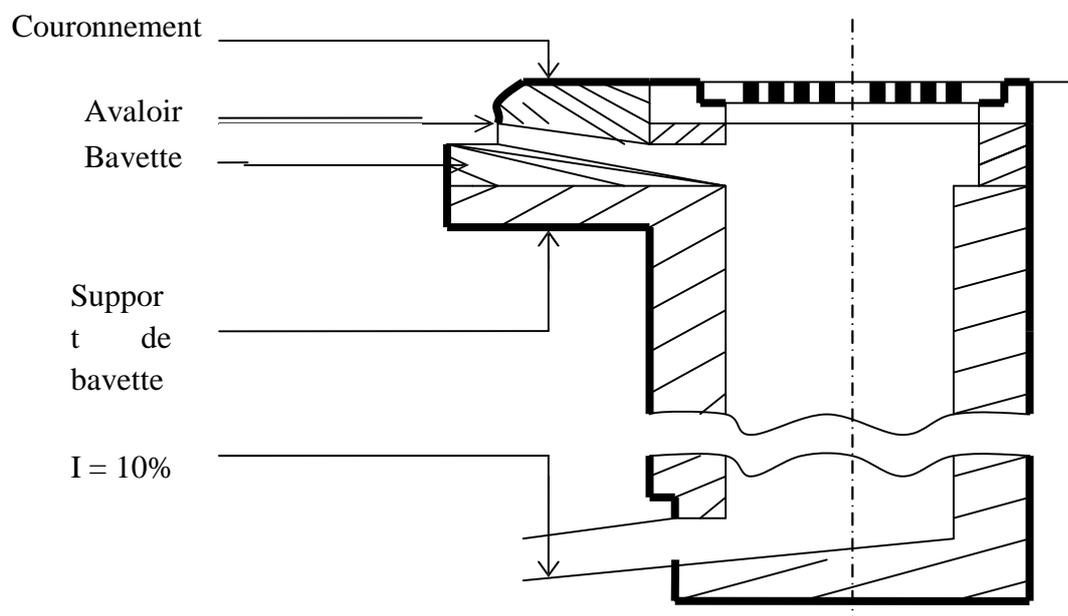


Figure VI.7 : exemple d'une bouche d'égout sans décantation.

Chapitre VI

ELEMENTS CONSTITUTIFS DU RESEAU ET OUVRAGES ANNEXES

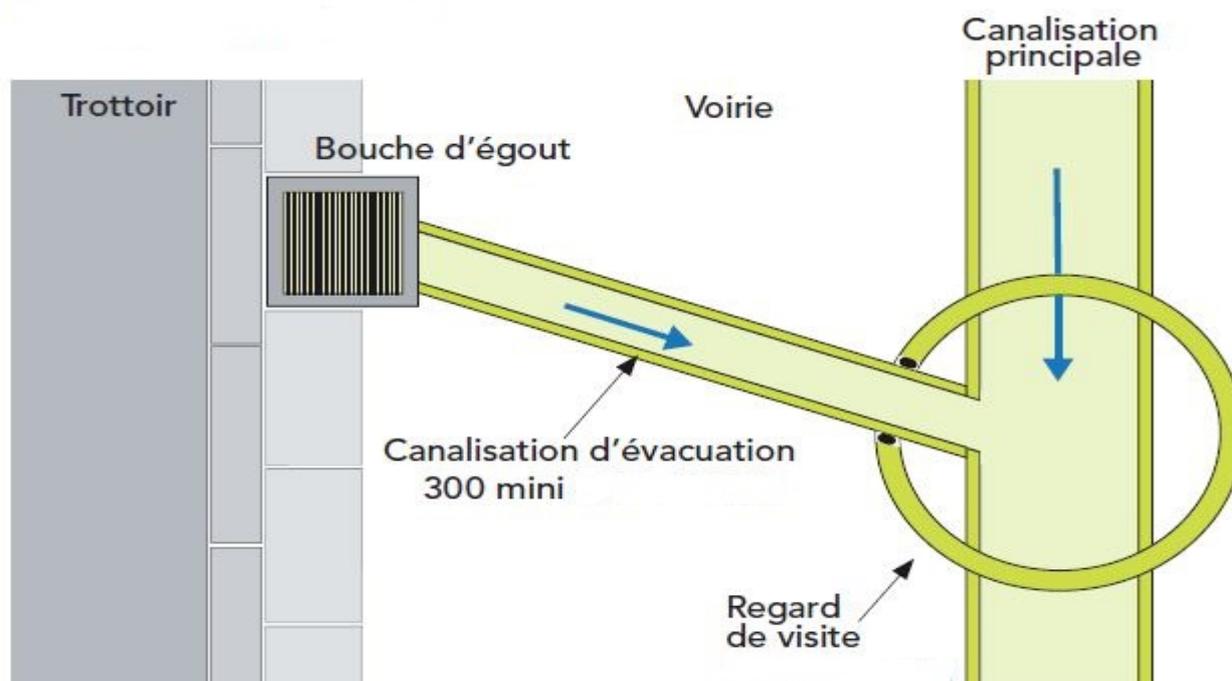


Figure VI.8: Emplacement d'une bouche d'égout.

VI.3.3. Les regards :

Les regards d'assainissement se présentent sous une forme cylindrique, cubique, parallélépipédique, etc. ils sont fabriqués à partir de nombreux matériaux de fabrication tels que le béton, l'acier, l'aluminium, la fonte, les polymères..., Leur rôle est de permettre l'accès aux ouvrages visitables, pour le débouage, le nettoyage des canaux, et l'aération des canaux.

La fonction doit respecter la forme du canal. L'emplacement et la distance entre deux regards varient avec la topographie du site et la nature des ouvrages.

Un regard doit être installé sur les canalisations :

- A tous les points de jonction ;
- A chaque changement de direction ;
- Au changement de pente de canaux ;
- Aux points de chute ;
- A chaque changement de diamètre ;
- Pour les canalisations plus petites et non visibles.

Chapitre VI

ELEMENTS CONSTITUTIFS DU RESEAU ET OUVRAGES ANNEXES

VI.3.3.1.Types des regards :

- **Regard de visite:** Ces regards sont destinés à l'entretien courant et le curage régulier des canalisations tout en assurant une bonne ventilation de ces dernières ; l'intervalle d'espacement est de 35 à 80m.

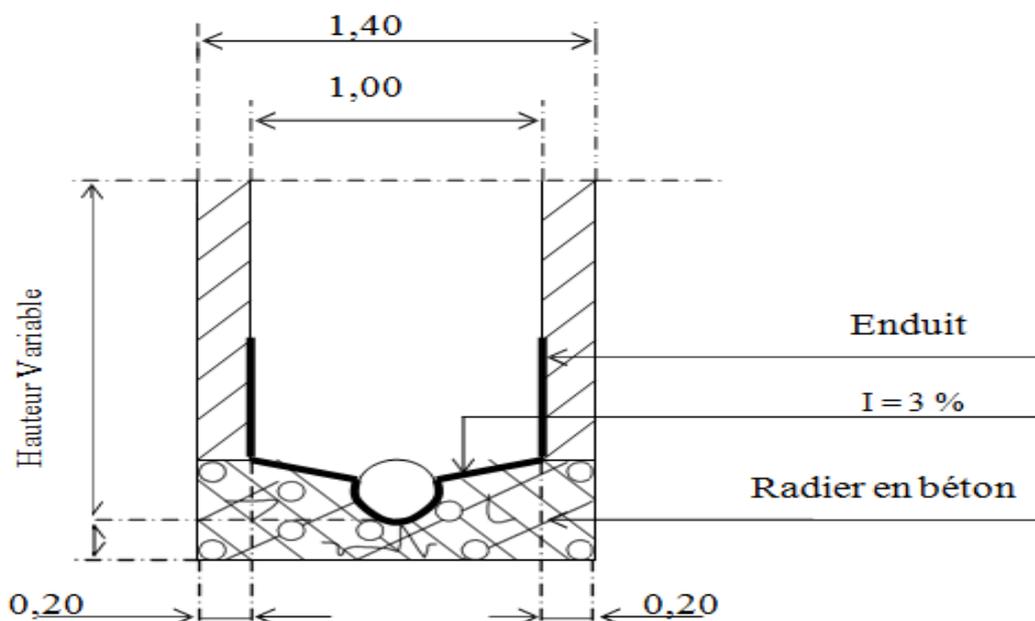


Figure VI.9: Exemple d'un regard de visite.

Remarque : pour notre agglomération, les regards de visite mis en place sont espacés de 35m à 45m. Les dimensions minimales de ses regards sont les suivantes :

- Profondeur inférieure à 1.5m ; diamètre 800 mm ;
- Profondeur supérieure à 1.5m ; diamètre 1000 mm ;
- L'épaisseur des parois est de 8cm en béton préfabriqué en usine, 12cm en béton coulé sur place avec un enduit étanche de 2cm.

- **Regard de jonction :** Ils servent à unir deux collecteurs de même ou de différentes sections ;

Ils sont construits de telle manière à avoir :

- Une bonne aération des collecteurs en jonction (regard) ;
- Les dénivelées entre les radiers des collecteurs ;
- Une absence de reflux d'eau par temps sec ;
- Les niveaux d'eau des conduites doivent être à la même hauteur.

Chapitre VI

ELEMENTS CONSTITUTIFS DU RESEAU ET OUVRAGES ANNEXES

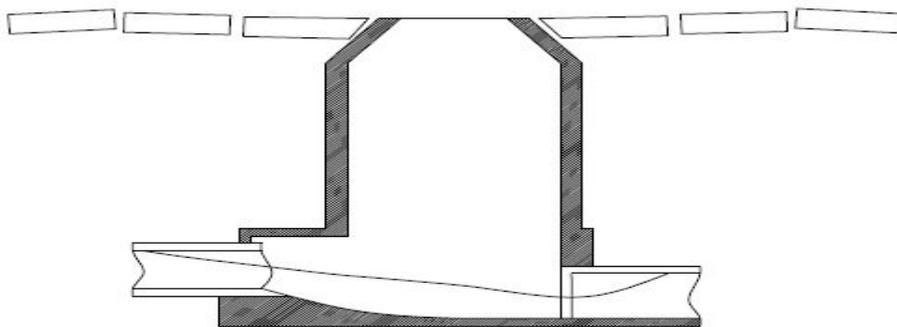


Figure VI.10: Exemple d'un regard de jonction.

Remarque : Pour notre agglomération ; les regards de jonction sont indispensables, ce sont les plus réponsus, car le terrain est accidenté, ainsi les pistes suivent plusieurs directions ; d'où, l'utilité de projeter ces derniers.

➤ **Regard latéral:** en cas d'encombrement du V.R.D ou collecteurs de diamètre important;

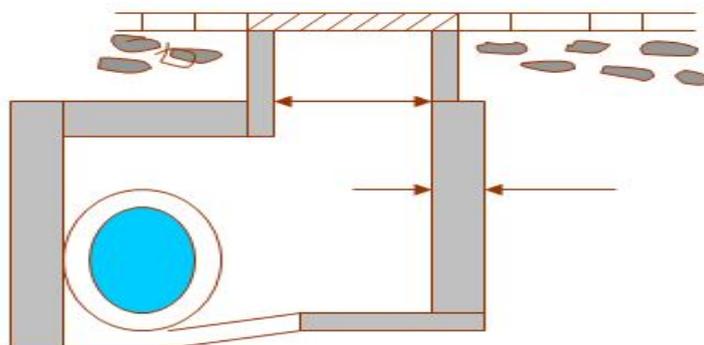


Figure VI.11: Exemple d'un regard latéral.

➤ **Regard double :** Dans certaines agglomérations exigeant un système séparatif et plus précisément dans les quartiers où le tracé est commun pour les deux canalisations véhiculant les eaux de différentes natures ,il serait plus avantageux de prévoir un regard commun aux deux canalisations ;

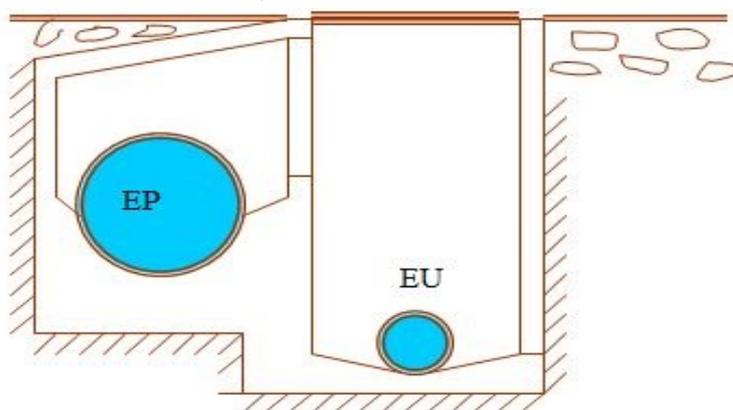


Figure VI.12: Exemple d'un regard double.

Remarque : Pour notre agglomération ; on n'a pas besoin des regards latéraux et doubles car notre système est unitaire avec des diamètres qui ne sont pas trop importants.

Chapitre VI

ELEMENTS CONSTITUTIFS DU RESEAU ET OUVRAGES ANNEXES

- **Regard de chute** : C'est l'ouvrage le plus répandu en Assainissement, il permet d'obtenir une dissipation d'énergie en partie localisée, il est très utilisé dans le cas où le terrain d'une agglomération est trop accidenté.

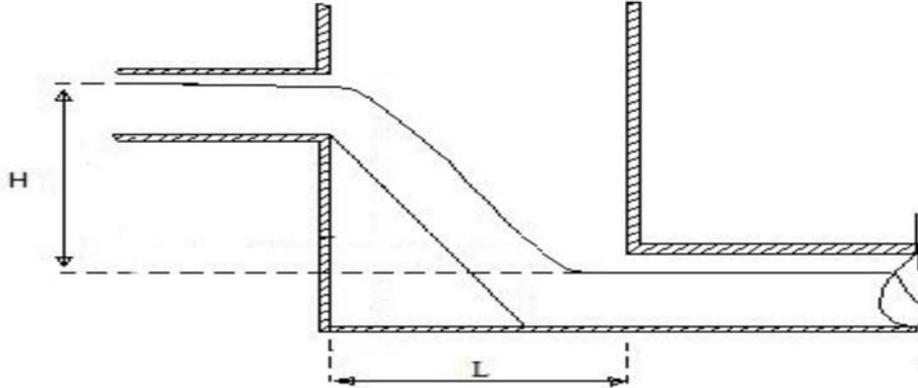


Figure VI.13: Exemple d'un regard de chute.

Ils sont généralement utilisés pour deux différents types de chutes :

1- La chute verticale profonde :

Utilisée pour un diamètre faible et un débit important ; leur but est de réduire la vitesse.

2- La chute toboggan : Cette chute est utilisée pour des diamètres assez importants, elle assure la continuité d'écoulement et permet d'éviter le remous.

Avec :

- type I : $\phi \leq 500$ mm : hauteur de chute $p \leq 6$ m.
- type II : $\phi \geq 500$ mm : hauteur de chute $p \leq 3$ m.

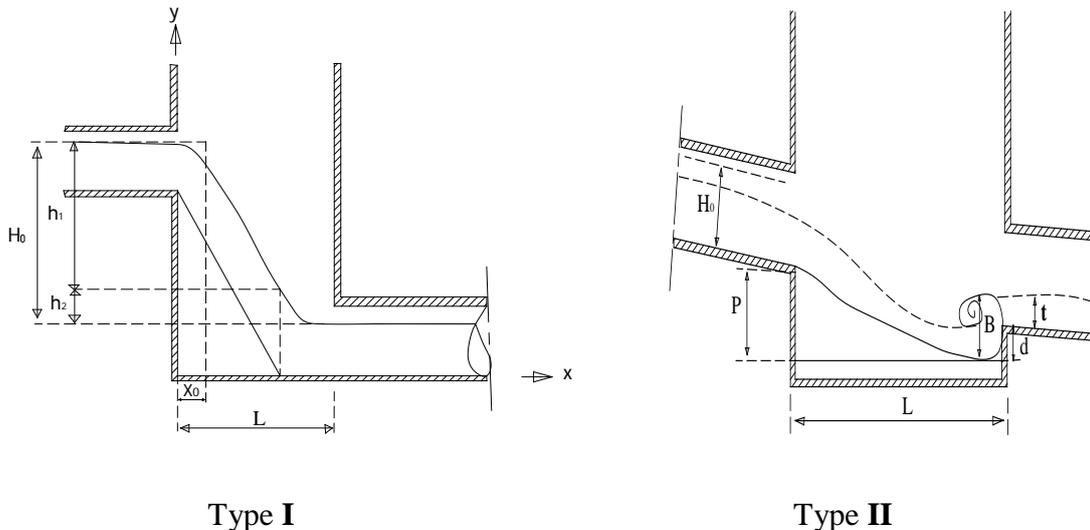


Figure VI.14: Types des regards de chute

Chapitre VI

ELEMENTS CONSTITUTIFS DU RESEAU ET OUVRAGES ANNEXES

VI.3.3.2. Dimensionnement des regards de chute :

Le flux d'eau sortant d'un collecteur prend la forme d'un projectile, donc régie par les deux lois suivantes :

$$L = Vt \quad (\text{VI.1})$$

$$y = \frac{1}{2}gt^2 \quad (\text{VI.2})$$

Avec :

$$t = \frac{L}{V} \quad (\text{VI.3})$$

Ou : L : Largeur du regard (m).

y : La différence de niveau entre les deux collecteurs (m) à partir de la cote du radier.

V : Vitesse d'écoulement dans la conduite. (m/s).

Des trois équations on aura : $L = \sqrt{\frac{2y}{g}}.V$ (m) (VI.4)

VI.3.3.3. Exemple de dimensionnement :

➤ Regards R51 (il se trouve sur le tronçon du collecteur principal III)

V = 4,013 m/s. et y = 1,59 m.

Donc : L = 1.89 m.

Pour les autres regards de chute leur dimensionnement est reporté dans le tableau VI.2

Tableau VI.2 : dimensionnement des regards :

Regards	Vitesse (m/s)	Profondeur Y (m)	Largeur L (m))	Regards	Vitesse (m/s)	Profondeur Y (m)	Largeur L(m)
R9	4.278	0.64	1.55	R64	6.428	0.99	2.26
R12	3.377	0.6	1.17	R67	6.461	1.1	2.43
R27	6.06	0.6	2.09	R71	6.742	1.12	2.72
R30	5.904	1.5	2.9	R73	5.86	1.5	3.01
R32	6.6	1.75	3.57	R74	6.086	0.7	2.65
R36	5.521	0.7	2.1	A6	2.14	0.8	2.86
R59	5.381	0.7	2.02	A7	3.207	1.5	1.76
R63	5.709	1.43	3.05	D6	3.48	1.98	2.2

Chapitre VI

ELEMENTS CONSTITUTIFS DU RESEAU ET OUVRAGES ANNEXES

Remarque :

Après avoir calculé les largeurs des regards nous avons remarqués que nous avons trouvés des valeurs importantes et inacceptables à cette effet nous proposons de mettre en place des **défecteurs** au niveau des regards, qui sont en acier de forme demi cylindrique. Et ces défauteurs protègent les parois du regard de l'érosion due à la grande vitesse de l'effluent entrant au regard.

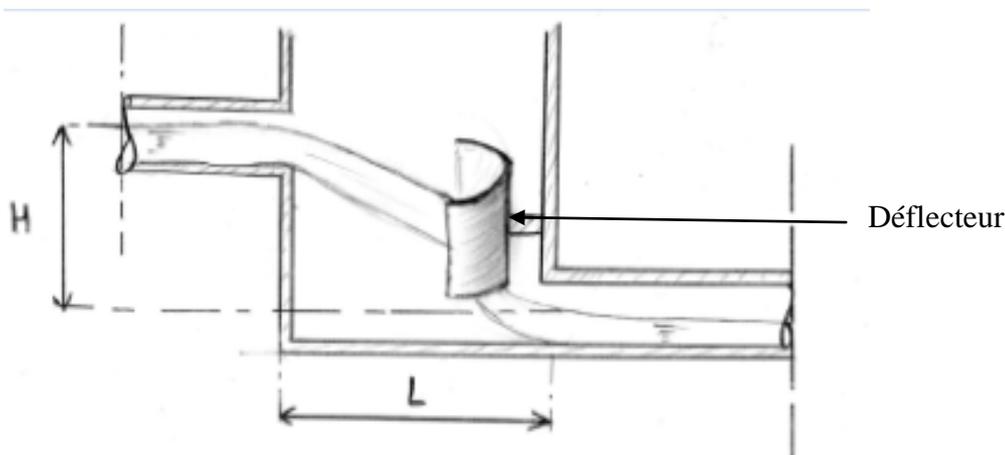


Figure VI.15: Exemple d'un regard de chute avec défauteur.

VI.3.4 Déversoirs d'orage : [07]

En hydraulique urbaine, un déversoir est un dispositif dont la fonction réelle est d'évacuer par les voies les plus directes, les pointes exceptionnelles des débits d'orage vers le milieu récepteur. Par conséquent, un déversoir est un ouvrage destiné à décharger le réseau d'une certaine quantité d'eaux pluviales de manière à réagir sur l'économie d'un projet en réduction du réseau aval et d'éviter les débordements.

Les déversoirs sont appelés à jouer un rôle essentiel notamment dans la conception des réseaux en système unitaire.

VI.3.4.1 Emplacement des déversoirs d'orage :

Avant l'emplacement des déversoirs d'orage, il faut connaître :

- ✓ Le milieu récepteur et son équilibre après le rejet des effluents dont il faut établir un degré de dilution en fonction du pouvoir auto épurateur du milieu récepteur.
- ✓ Les valeurs du débit compatibles avec la valeur de dilution et avec l'économie générale du projet, c'est à dire rechercher le facteur de probabilité de déversement de façon à limiter la fréquence des lâchées d'effluents dans le milieu récepteur.
- ✓ La capacité et les surfaces des ouvrages de la station d'épuration pour éviter les surcharges et le mauvais fonctionnement.
- ✓ Le régime d'écoulement et le niveau d'eau dans les canalisations amont et aval.
- ✓ La topographie du site et les variations des pentes.

Chapitre VI

ELEMENTS CONSTITUTIFS DU RESEAU ET OUVRAGES ANNEXES

VI.3.4.2 Types des déversoirs :

On distingue différents types des déversoirs :

➤ **Déversoir à seuil latéral :**

Dans le cas du déversoir à seuil latéral pur, le seuil est rectiligne et strictement parallèle à l'écoulement.

➤ **Déversoirs latéral à double seuil :**

Le seuil est placé de chaque côté de l'ouvrage. Ce type de déversoirs représente environ 15% des déversoirs à seuil. Ce sont des déversoirs suspendus.

➤ **Déversoirs à seuil frontal :**

Le seuil est alors rectiligne et perpendiculaire à l'écoulement. Parmi les déversoirs à seuils frontaux, on peut encore établir une sous-catégorie selon la présence ou non d'une contraction au niveau du seuil, selon la mise en charge de la conduite aval et selon l'orientation de cette même conduite par rapport à la crête.

➤ **Déversoirs type Escalier :**

Ce dernier a pour rôle les fonctions suivantes :

- Alléger la surcharge dans la partie basse de l'agglomération.
- Il est utilisé en cas de décharge de collecteur de part et d'autre, il est placé dans des endroits où il n'y a pas de charriage.
- Si le terrain est à forte pente, il est utilisé pour éviter la surcharge.

➤ **Déversoir d'orage à ouverture de fond :**

Dans ce type d'ouvrage, le débit d'eau usée transite à travers une ouverture pratiquée dans le radier de la canalisation.

Remarque :

Etant donné que les collecteurs se trouvent à proximité de l'oued et que l'écoulement se fait en parallèle à ce dernier avec un débit fort, nous allons utiliser un déversoir d'orage type latéral.



Figure VI.16: Déversoir d'orage à seuil latéral.

Chapitre VI

ELEMENTS CONSTITUTIFS DU RESEAU ET OUVRAGES ANNEXES

VI.3.4.3 Dimensionnement du déversoir d'orage :

Pour le calcul des déversoirs d'orage à seuil frontal.

On doit adopter :

-Le débit total de dimensionnement qui est égal à la somme des débits en temps sec (Q_{US}) et du débit pluvial (Q_P)

$$Q_T = Q_P + Q_{US}$$

-Débit de pointe transité vers le collecteur de rejet qui transporte les eaux vers la station d'épuration :

$$Q_{ST} = 3 \cdot Q_{US} ;$$

-Le débit déversé vers l'Oued:

$$Q_{dév} = Q_T - Q_{ST}$$

-On détermine la valeur de la lame déversée ($H_{dév}$)

-On détermine la longueur du seuil déversant (L).

❖ Dimensionnement du déversoir d'orage type latéral:

** Les données de base sont les suivantes :*

- Diamètre d'entrée : $D_e = 1500\text{mm}$
- Débit pluvial à l'entrée : $Q_{pl} = 5,512 \text{ m}^3/\text{s}$
- Débit à pleine section : $Q_{ps} = 6,89 \text{ m}^3/\text{s}$
- Débit du temps sec : $Q_{ts} = 0,26 \text{ m}^3/\text{s}$
- Débit de pointe allant vers la station : $Q_{st} = 0,78 \text{ m}^3/\text{s}$
- La pente égale à $0,01\text{m/m}$
- Hauteur d'eau à l'entrée : $H_e = 1045,5\text{mm}$.

**Calcul du coefficient de retardement :*

Le coefficient de retardement a pour but la diminution des débits pluviaux, cette diminution peut être prise en considération dans le dimensionnement des déversoirs d'orage.

$$Z = 1 - \frac{t_c}{100} \quad (\text{VI.5})$$

t_c = temps de concentration (min)

- Pour le cas de notre agglomération qui a un fort pourcentage d'urbanisation, on considère : $t_c = t_1 + t_2$ pour la majorité des cas.

Où t_1 : Temps mis par l'eau pour s'écouler dans les canalisations :

$$t_1 = \frac{L}{60v} = \frac{\text{Longueur}}{\text{Vitesse}} (\text{min}) ;$$

t_2 : Temps mis par l'eau pour atteindre le premier ouvrage d'engouffrement, ce temps varie de 2 à 20 min ;

Chapitre VI

ELEMENTS CONSTITUTIFS DU RESEAU ET OUVRAGES ANNEXES

Avec :

L(m) : la longueur entre deux regards

V(m/s) : la vitesse d'écoulement.

Les résultats sont illustrés dans le tableau VI.3 :

Tableau VI.3 : calcul du coefficient de retardement :

Tronçon	Distance (m)	V(m/s)	Tc(mn)	Cumulé (mn)
R44-R45	68,7	2,949	0,388	0,388
R45-R46	52,04	2,512	0,345	0,734
R46-R47	42,63	3,81	0,186	0,920
R47-R48	52,1	7,372	0,118	1,038
R48-R49	40,04	1,259	0,530	1,568
R49-R50	60,61	3,587	0,282	1,849
R50-R51	38,76	4,413	0,146	1,996
R51-R52	37,83	4,675	0,135	2,131
R52-R53	49,06	4,556	0,179	2,310
R53-R54	72,63	4,625	0,262	2,572
R54-R55	47,32	5,073	0,155	2,727
R55-R56	70,4	4,666	0,251	2,979
R56-R57	54,37	4,926	0,184	3,163
R57-R58	56,5	4,715	0,200	3,363
R58-R59	39,5	5,381	0,122	3,485
R59-R60	40,78	5,743	0,118	3,603
R60-R61	45,44	5,608	0,135	3,738
R61-R62	68,07	5,45	0,208	3,946
R62-R63	72,58	5,709	0,212	4,158
R63-R64	33,76	6,428	0,088	4,246
R64-R65	38,35	5,93	0,108	4,354
R65-R66	58,03	5,511	0,175	4,529
R66-R67	52,89	6,461	0,136	4,666
R67-R68	42,47	6,298	0,112	4,778
R68-R69	56,22	6,076	0,154	4,932
R69-R70	50	6,944	0,120	5,052
R70-R71	26,67	6,742	0,066	5,118
R71-R72	26,12	6,459	0,067	5,186
R72-R73	42,88	5,86	0,122	5,307
R73-R74	26,8	6,086	0,073	5,381
R74-DO	95,05	4,318	0,367	5,748

Chapitre VI

ELEMENTS CONSTITUTIFS DU RESEAU ET OUVRAGES ANNEXES

En grand :

$$t_2 = 6 \text{ min et } t_2 = 11 \text{ min}$$

Donc :

$$t_c = 17 \text{ min}$$

$$Z = 0.83.$$

**Calcul du débit critique :*

$$Q_{cr} = Z * Q_t = 0.83 * 5,772 = 4,79 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{cr} = 4,79 \text{ m}^3/\text{s}.$$

Donc :

$$\text{Le débit total : } Q_{cr} = Q_{dev} + Q_{step} = 4,79 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{dev} = 4.01 \text{ m}^3/\text{s}.$$

**Hauteur d'eau allant vers la station de l'épuration :*

Pour calculer la hauteur d'eau transitée vers la station d'épuration on doit passer au calcul de :

$$R_Q = \frac{Q_{st}}{Q_{ps}} \text{ et } R_h = \frac{H_{st}}{D_e}$$

D'après le programme :

$$R_Q = 0,11 \Rightarrow \text{d'après l'abaque N}^\circ 2 \text{(en annexe) } R_h = f(R_Q) \Rightarrow R_h = 0.2$$

$$h_{stp} = D_e \cdot R_h = 1500 * 0,2 = 300 \text{ mm}$$

$$h_{stp} = 300 \text{ mm}$$

**Hauteur de la lame déversant :*

On doit calculer la hauteur de la lame d'eau déversant par la formule suivante :

$$R_{cr} = 0.695 \quad \text{d'après l'abaque N}^\circ 2 \text{(en annexe) } R_h = f(R_Q) \Rightarrow R_{h_{cr}} = 0.6$$

$$h_{cr} = 900 \text{ mm}$$

$$h_{dv} = h_{cr} - h_{step} = 600 \text{ mm ;}$$

$$h_{dv} = 600 \text{ mm}$$

Chapitre VI

ELEMENTS CONSTITUTIFS DU RESEAU ET OUVRAGES ANNEXES

* La longueur du seuil déversant :

On applique la formule de **BAZIN** :

$$Q_d = 2/3 \mu L \sqrt{2g} (H_d)^{3/2} \quad \text{(VI.6)}$$

Avec

- μ : coefficient de contraction de la lame déversant qui tient compte de l'écoulement ($\mu=0,6$)
- L : La longueur du déversoir (longueur de la lame déversant) exprimée en mètres
- g : La pesanteur : $g = 9,81 \text{ m/s}^2$
- H_d : La hauteur de charge en m au-dessus du seuil du déversoir

Donc :

$$L = \frac{Q_d}{0,4 (2 * g)^{0,5} (H_d)^{1,5}}$$
$$L = \frac{4,01}{0,45(2 * 9,81)^{0,5} (0,402)^{1,5}} = 4,2m$$

On prend : **L= 4,2 m.**

VI.3.4.4 Les ouvrages annexes du déversoir d'orage :

1- Chambre de tranquillisation et de dessablement :

Cette chambre, située à l'amont du déversoir d'orage a pour but en réduisant la vitesse du flux d'assurer une décantation des matières en suspension les plus lourdes et de faire remonter en surface les flottants.

2- les grilles et les degriilleurs :

Pour éviter l'intrusion d'éléments susceptibles de perturber l'écoulement ; il convient de placer les degriilleurs à l'entrée des déversoirs d'orage.

Leur rôle est de retenir les corps les plus volumineux transportés par les effluents pluviaux ou par les effluents d'eaux usées lors de leur écoulement dans le réseau.

Ces ouvrages sont très efficaces en amont des bassins de dessablement, les déversoirs d'orage et les stations de relevage.

Les grilles servent à retenir les matières grossières charriées par l'eau qui pourraient nuire à l'efficacité du traitement. Elles se composent des grilles à barreaux placés en biais dans le canal et sont en fer plat simple ou profilé ou bien en fer rond.

Pour éviter des inondations lors de l'engorgement de la grille par des pluies soudaines ou un maniement est attentif, chaque grille est équipée d'un by-pass.

La vitesse d'écoulement entre les barreaux de la grille ne doit pas dépasser (0.5 à 1.5) m/s

Chapitre VI

ELEMENTS CONSTITUTIFS DU RESEAU ET OUVRAGES ANNEXES

Les grilles peuvent être fixes ou mobiles, avec nettoyage installé à des profondeurs faibles. On distingue des grilles verticales et inclinées. L'écartement (e) entre les barreaux de la grille est fonction de la finesse de tamisage qu'on désire obtenir.

Dans certaines installations l'encrassement des grilles crée une perte de charge qui fait monter le niveau amont.

Dans notre projet les grilles seront placées juste à l'entrée des déversoirs d'orage.

* Dimensionnement de La grille :

On a la formule suivante :

$$L = \frac{S \cdot \sin \alpha}{h_{\max} \cdot (1 - \beta) \cdot \delta} \quad (\text{VI.7})$$

Avec : L : Longueur de la grille

- ✓ L : Largeur de la grille (m).
- ✓ α : Angle d'inclinaison de la grille avec l'horizontal = 60°
- ✓ h max : Hauteur maximum admissible sur une grille (m). $h_{\max} = (0,15 - 1,5)$
- ✓ β : Fraction de surface occupée par les barreaux.

$$\beta = \frac{d}{d + e} \quad (\text{VI.8})$$

Tel que :

- ✓ d : épaisseur des barreaux (cm).
- ✓ e : espacement des barreaux (cm).

Tableau VI.4: Espacement et épaisseur des barreaux.

paramètres	Grilles grossières	Grilles fines
d (cm)	2,00	1,00
e (cm)	5 à 10	0,3 à 1

σ : Coefficient de colmatage de la grille.

- La grille manuelle : $\sigma = 0,25$
- La grille mécanique : $\sigma = 0,5$

- ✓ S : Section mouillée de la grille

$$S = \frac{Q_{pts}}{V} \quad (\text{VI.9})$$

- ✓ Q_{pts} : Débit de pointe à temps sec (m^3/s).
- ✓ V : Vitesse de passage à travers la grille (m/s).

Vitesse d'écoulement de l'effluent en (m/s) entre les barreaux, peut aller de 0,4 m/s à 1,5 m/s.

Une vitesse de passage inférieure à 0,4 m/s provoque un dépôt de sable au fond du canal.

L'expression de la largeur devient alors :

Chapitre VI

ELEMENTS CONSTITUTIFS DU RESEAU ET OUVRAGES ANNEXES

$$L = \frac{Q_{pts} \cdot \sin \alpha}{V \times h_{max} (1 - \beta) \sigma} (m)$$

***Conditions d'installation : [08]**

Pour un dégrillage optimal, il faut tenir compte des conditions suivantes :

- ✧ Vitesse de passage (V) à travers les barreaux : $0,4 < V < 1,5$ m/s, les pertes de charges doivent être inférieures à 0,4 m,
- ✧ L'espacement des barreaux doit être choisi en fonction de la qualité du dégrillage :
Espacement trop grand \longrightarrow L'efficacité de l'opération sera insuffisante,
Espacement trop faible \longrightarrow augmentation du volume des déchets, ce qui imposera un dispositif de nettoyage plus important et risque le colmatage de la grille.
- ✧ Prévoir deux grilles fonctionnant en parallèle afin d'avoir une souplesse dans l'exploitation et l'entretien.
- ✧ Prévoir un canal by-pass de la grille principale, équipé d'une grille manuelle de secours pour les besoins d'entretien et de réparation et faisant également office de trop-plein de sécurité en cas de colmatage accidentelle.

*** le calcul :**

On prend :

- ✓ $\alpha = 60^\circ$
- ✓ $Q_{ts} = 0,26 \text{ m}^3/\text{s}$
- ✓ $Q_{pts} = 0,43 \text{ m}^3/\text{s}$
- ✓ $V = 1,3 \text{ m/s}$
- ✓ $h_{max} = 0,8 \text{ m}$
- ✓ $d = 2 \text{ cm}$
- ✓ $e = 5 \text{ cm}$
- ✓ $\beta = 0,25$
- ✓ $\sigma = 0,5$ (grille automatique).

Alors :
$$L = \frac{0,43 * \sin 60}{0,8 * 1,3 * (1 - 0,25) * 0,5} \implies L = 0,95 \text{ m.}$$

Donc on installe une de largeur 1m.

VI.3.5 Bassins de dessablement :

Ce sont des ouvrages qui doivent être placés à l'aval des collecteurs secondaires pour ne pas laisser les sables déboucher dans les collecteurs principaux, pour ne pas éroder les parois et pour éviter les fermentations des éléments végétaux.

Remarque :

Dans notre cas : Le bassin de dessablement doit être placé à l'amont de la station d'épuration on ne peut pas le placer en ville à cause de ces dimensions.

Chapitre VI

ELEMENTS CONSTITUTIFS DU RESEAU ET OUVRAGES ANNEXES

a) Dessableurs :

Les dessableurs sont des ouvrages qui permettent d'éliminer les matières facilement décantables qui sont véhiculées par les eaux usées et pluviales (le plus souvent du sable).

Il pourra néanmoins être nécessaire de les placer sur le réseau d'assainissement pour la protection des ouvrages contre :

- Le frottement au niveau des collecteurs et pompes.
- Les pertes en volume utilisables dues aux dépôts qui se forment rapidement.

b) Les différents types de dessableurs :

Les dessableurs sont toujours placés à l'aval des grilles et à l'amont des décanteurs primaires dans les stations d'épuration, au niveau du siphon à point bas ; et à l'amont des déversoirs d'orage.

b)-1-Dessableur couloir (figure VI.18) :

C'est un canal avec une partie élargie. L'entrée doit être construite de telle façon que la vitesse soit réduite avec une répartition de vitesse au niveau de cette partie élargie aussi régulière que possible où une vitesse de 0.3 m/s puisse être maintenue.

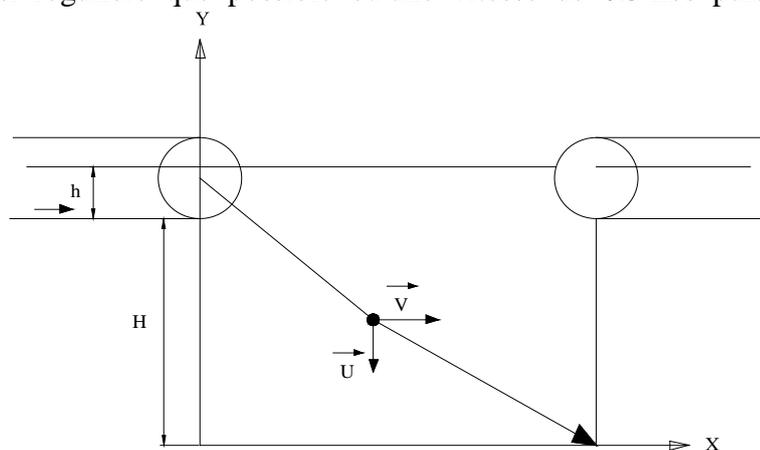


Figure VI.18: schéma d'un dessableur couloir

Avec :

h : hauteur de remplissage dans le conduit

v_h : vitesse de passage de l'eau (m/s)

u : vitesse de sédimentation (cm/s)

H : hauteur de dessableur (m).

Chapitre VI

ELEMENTS CONSTITUTIFS DU RESEAU ET OUVRAGES ANNEXES

c) Choix technique de l'ouvrage projeté et son dimensionnement :

Donner une forme optimale compte tenu des contraintes de place (rectangulaire simple, plusieurs éléments disposés en parallèle ou en série).

Prévoir les équipements nécessaires au fonctionnement de l'insufflation d'air ou broissage mécanique pour éviter les dépôts des matières organiques à plus faible débit.

Considérer les conditions d'exploitation : fréquence de dépotage.

Remarque :

On a choisi un dessableur type couloir pour réduire et répartir la vitesse au niveau de la partie élargie car notre projet caractérise par des fortes pentes avec des vitesses importantes, placer après le déversoir d'orage et avant la STEP projeté.

VI.4. Conclusion :

Dans notre cas et après avoir exposé les divers types de conduites, nous avons opté pour des conduites circulaires en PVC pour les petits diamètres et en béton armé pour les grands diamètres car elles sont satisfaisantes aux conditions de notre projet.

De l'autre part pour faciliter les opérations de curage et assurer une meilleure sécurité à notre réseau nous avons procédé à l'implantation et au dimensionnement des divers éléments constitutifs du réseau d'égouts à savoir :

- Un déversoir d'orage de type latéral avec ses ouvrages de protection (grilles et chambre de tranquillisation et de dessablement).
- Les regards.
- Les bouches d'égout.



Chapitre VII

ORGANISATION

DE

CHANTIER

Chapitre VII

ORGANISATION DE CHANTIER

VII.1.Introduction :

Le but de l'organisation de chantiers est, à cet effet, de réaliser des projets dans des délais courts et à moindres coûts. L'organisation de chantier consiste à rechercher constamment, la meilleure façon d'utiliser économiquement la main d'œuvre et les autres moyens mis en œuvre pour gérer le chantier.

Pour une réalisation optimale ; la méthode la plus utilisée est la méthode CPM « critical path méthode », Elle se base sur l'établissement d'un réseau qui traduit la succession des opérations constituant le projet en question. A la fin on obtient ce qu'on appelle le chemin critique.

Mais au premier temps on passer par une étape très importante qui est la pose de canalisation du réseau d'assainissement.

VII.2. Emplacement des canalisations :

Les conduites seront placées dans l'axe de la chaussée dans le cas des rues de moins de 15 m de largeur. Dans les cas des rues larges, il est préférable que la pose de canalisation s'effectue sous trottoir.

Dans la pratique les canalisations sont enterrées dans le sous sol du domaine public, pour le cas des intercepteurs ils passent dans des milieux non urbanisés.

Remarque :

Pour le cas de notre agglomération les conduites seront placées sous trottoir pour les collecteurs principaux mais les collecteurs secondaires les conduites sont placées dans l'axe de la chaussée.

VII.3. Exécution des travaux :

Les principales opérations à exécuter pour la pose des canalisations sont :

- Vérification, manutention des conduites.
- Décapage de la couche de goudron (si elle existe) ou celle de végétation.
- Emplacement des jalons des piquets.
- Exécution des tranchées et des fouilles pour les regards.
- Aménagement du lit de pose.
- La mise en place des canalisations en tranchée.
- Assemblage des tuyaux.
- Essais d'étanchéité pour les conduites et les joints.
- Construction des regards.
- Remblai des tranchées.

Chapitre VII

ORGANISATION DE CHANTIER

VII.3.1. Décapage de la couche de terre végétale:

L'opération se fait par un doser sur une couche de 10 cm, le volume (V) de terre décapé est :

$$V = bhL \quad (\text{m}^3) \quad (\text{VII.1})$$

h : Epaisseur de la couche végétale (h = 0.1 m).

b : Largeur de la couche végétale.

L : Longueur totale de tranché .

VII.3.2. Emplacement des jalons des piquets (piquetage) :

Suivant les tracés du plan de masse, les jalons des piquets doivent être placés dans chaque point d'emplacement d'un regard à chaque changement de direction ou de pente et à chaque branchement ou jonction de canalisation

VII.3.3 Exécution des tranchées et les regards :

Les travaux d'excavation des tranchées se font mécaniquement, on doit suivre les pentes des conduites même si les tranchées étaient très profonde (3 à 4 m), il faut veiller à ce que la conduite d'assainissement soit plus basse que celle d'eau potable, pour éviter la contamination de l'eau en cas de fuite d'eau usée. Pour les regards et les autres ouvrages, la tranchée sera généralement creusée de façon qu'entre la surface extérieure de la maçonnerie et la paroi de la tranchée reste un espace libre.

A / profondeur de la tranchée :

Il faut avoir une profondeur de telle manière à éviter toute intercommunication avec les autres conduites, la profondeur est donnée par :

$$H = e + D + h \quad (\text{m})$$

Avec :

H : profondeur de la tranchée (m)

e: hauteur des lits de pose (m)

D : diamètre de la conduite (mm)

h : hauteur du remblai au dessus de la conduite (m)

B / Largeur de la tranchée :

La section transversale de la tranchée peut être trapézoïdal ou bien rectangulaire selon la nature de terrain et la profondeur de la tranchée.

➤ Rectangulaire si la profondeur de la tranchée est inférieure ou égale à 2 m.

➤ trapézoïdale si la profondeur de la tranchée est supérieure ou égale à 2 m.

La largeur de la tranchée est donnée par la formule suivante :

$$B = D + 2a \quad (\text{m})$$

Avec :

a = 0.3 m

D : diamètre de la conduite (m)

Chapitre VII

ORGANISATION DE CHANTIER

C / Volumes des déblais des tranchées :

* Forme rectangulaire :

$$V = b \cdot H \cdot L \quad (\text{m}^3)$$

Ou : L : longueur total de la tranchée

* forme trapézoïdal :

$$V = S \cdot L \quad (\text{m}^3)$$

Ou : S : aire de la section transversale de la fouillé (m²).

D / Profondeur des regards :

La profondeur des regards est la différence entre la cote tampon du regard et le site départ de conduite de ce regard.

$$H = C_t - C_d \quad (\text{m})$$

Avec :

H : profondeur du regard (m)

C_t : cote tampon (m)

C_d : cote de départ de la conduite (m)

Dans la plupart des cas on ajoutera 20 cm pour permettre le dépôt des corps solides véhiculés.

$$H : C_t - C_d + 0.2 \quad (\text{m})$$

La pente entre les regards est :

$$P = \frac{C_d^{\text{ram}} - C_a^{\text{rav}}}{d}$$

Avec :

P : pente entre deux regards consécutifs (m/m)

C_d^{ram} : cote d'arrivée du regard amont (m)

C_a^{rav} : cote de départ du regard aval (m)

D : distance entre deux regards (m).

E / Volume des déblais des regards :

* la cote du regard est : $a = D + 0.6$ (m)

Avec :

a : cote du regard (m)

D : le diamètre le plus grand arrivant ou partant du regard (m)

0.6 m : réserve de part et d'autre de la génératrice extérieure de la conduite.

* la profondeur d'excavation des regards est :

$$H = h + e_r + 0.1 \quad (\text{m})$$

Chapitre VII

ORGANISATION DE CHANTIER

Avec :

H : profondeur d'excavation (m)

h : profondeur du regard (m)

e_r : épaisseur du radier du regard (m)

0.1 : marge de sécurité.

* le volume d'excavation pour chaque regard sera donc :

$$V = a^2 H \quad (\text{m}^3)$$

Avec :

a : cote du regard (m)

H : profondeur du regard (m)

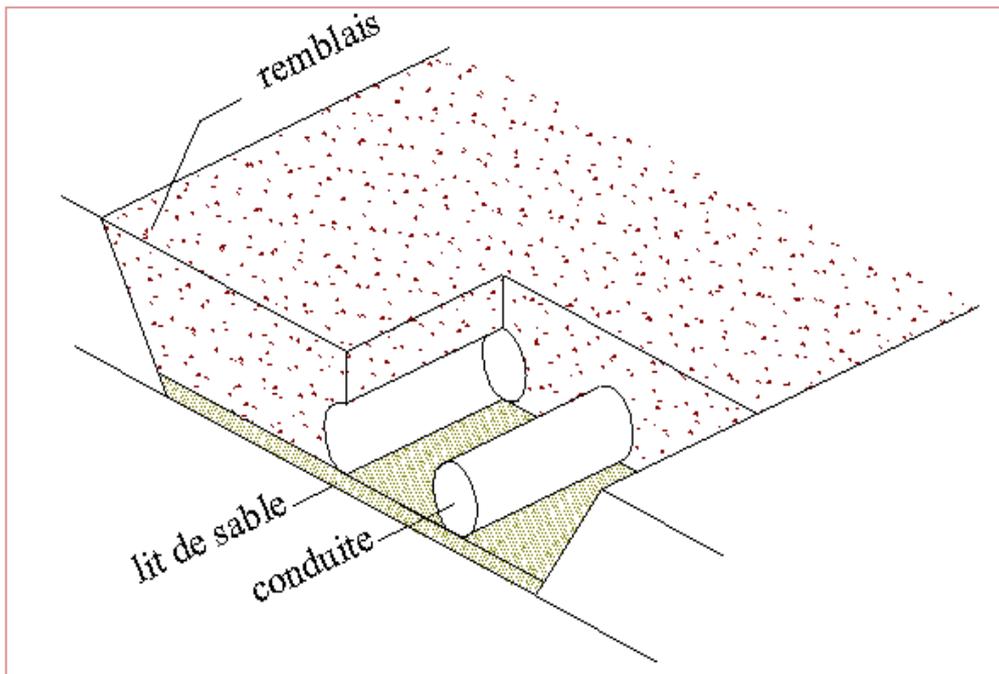


Figure VII.1 : Coupe transversale d'une tranchée avec la mise en place de la conduite

VII.3.4. Aménagement du lit de pose :

Le lit de pose de 15 à 20 cm, au fond de la tranchée, il sera fait de façon que la conduite soit rectiligne.

Pour ça il faut que le lit soit bien pilonné et bien nivelé

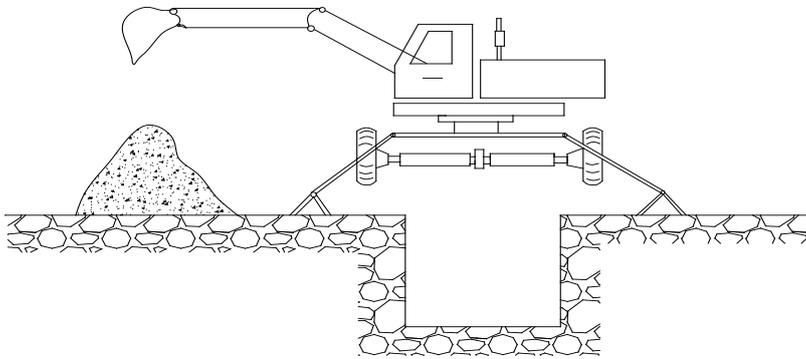
- du sable ou de gravier pour les terrains ordinaires.
- De la pierre cassée pour les terrains imperméable et rocheux.
- Du béton maigre dans les parties rocheuses à très fortes pentes.

Mais si les terrains sont peu consistants, le fond des tranchées sera consolidé, chaque tuyau repose sur deux briques placées sur le fond, le vide doit être rempli de sable.

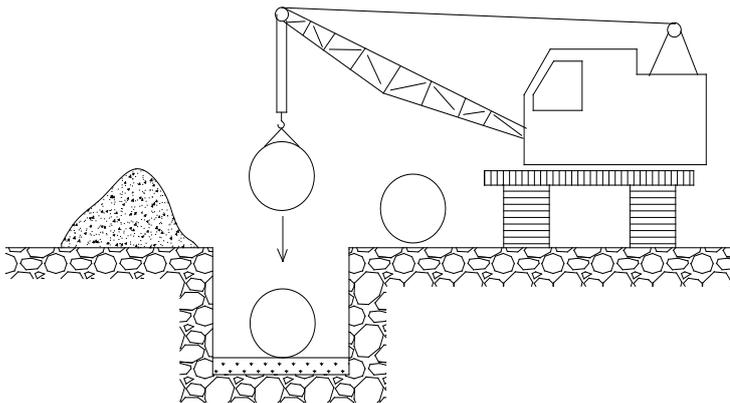
Chapitre VII **ORGANISATION DE CHANTIER**

VII.3.5. Mise en place des conduites :

La mise en place des conduites se fait par des engins appropriés « pipelayers ».



Pelle rétro (excavation de la tranchée)



Pipelayer (pose de la canalisation)

Figure VII.2 : Mise en place des conduites.

VII.3.6. Assemblage des conduites :

Les joints des conduites circulaires à emboîtement sont effectués à l'aide d'une bague renforcée d'une armature et coulée sur place à l'intérieur d'un moule.

VII.3.7. Essais sur les joints et les canalisations :

C'est une épreuve d'étanchéité au quelle sont soumises les conduites déjà placées au fond de la tranchée.

L'essai est réalisé avec de l'eau, de l'air, de la fumée ou un mélange d'eau et d'air.

Chapitre VII

ORGANISATION DE CHANTIER

VII.3.8. Essais des tuyaux préfabriqués :

VII.3.8.1 Essais d'étanchéité :

L'essai à l'étanchéité est obligatoire à l'usine et sur le chantier.

A) à l'usine : la conduite est maintenue debout, remplie d'eau, la diminution du niveau d'eau ne doit pas dépasser 2cm en 24 heures.

B) sur le chantier : l'un des trois essais suivants peut être envisagé.

B.1) l'essai à l'eau : effectué pendant 30mn pour les faibles diamètres ; ainsi que pour les joints, la pression est augmentée jusqu'à 3 bars.

B.2) l'essai à la fumée : cet essai ne peut être effectué qu'en absence de vent et que si la conduite n'est pas humide.

B.3) l'essai à l'air: Sous pression de 1 bar pendant 30 minutes, et sous une pression de 0,5 bar durant 3 minutes, Pour les conduites circulaires.

VII.3.9. Exécution des regards :

Les regards sont généralement de forme carrée dont les dimensions varient en fonction des collecteurs. La profondeur et l'épaisseur varient d'un regard à un autre.

Les différentes opérations pour l'exécution d'un regard sont les suivantes :

- Réglage du fond du regard ;
- Exécution de la couche du béton de propreté ;
- Ferrailage du radier de regard ;
- Bétonnage du radier ;
- Ferrailage des parois ;
- Coffrage des parois ;
- Bétonnage des parois ;
- Décoffrage des parois ;
- Ferrailage de la dalle ;
- Coffrage de la dalle ;
- Bétonnage de la dalle ;
- Décoffrage de la dalle ;

VII.4. Remblaiement et compactage des tranchées:

Après avoir effectué la pose des canalisations dans les tranchées, un remblayage de qualité est nécessaire sur une certaine hauteur au-dessus de la génératrice supérieure pour assurer, d'une part la transmission régulière des charges agissant sur la canalisation et, d'autre part, sa protection contre tout dégât lors de l'exécution du remblai supérieur.

Chapitre VII

ORGANISATION DE CHANTIER

Le matériau utilisé est similaire à celui mis en œuvre pour le remblayage latéral. L'exécution d'un remblayage de qualité doit être effectuée sur une hauteur minimale de 10 cm au dessus de la génératrice supérieure,

L'exécution de l'assis et de l'enrobage doit être effectuée avec des matériaux purgés des éléments supérieurs à 30mm.

VII.5. Choix des engins :

Le choix des engins est très important dans la réalisation des travaux, chaque opération à un engin qui lui convient.

VII.5.1. Pour le décapage de la couche de la terre végétale :

On utilise le bulldozer ou le terrain est très difficile, Mais le meilleur engin adopter à ce type de travaux c'est bien la niveleuse.

La niveleuse en plus de son travail de terrassement et de finition ces emplois sont multiples :

- Débroussaillage en terrain léger ne comportant pas des gros arbustes ou de grosses pierres.
- Décapage des terrains végétaux sur une faible épaisseur.
- Creusement ou Curage des fossés en inclinant la lame sur le coté, les terres extraites par la lame remontent le long de celle-ci et viennent se déposer en cavalier sur le bord du fossé.

On distingue la niveleuse automotrice appelée motor grader et la niveleuse tractée appelée grader, le Motor grader est constitué de :

- Un tracteur à quatre (04) roues ou à deux (02) prolongé vers l'avant par un long bras coudé reposant lui même à son extrémité sur un essieu à deux (02) roues directrices (train avant) commandé depuis le tracteur, toutes les roues sont inclinables sur leur essieu pour permettre à la niveleuse de se déplacer en tout terrain et en particulier dans le cas de forte pente transversale.
- Une couronne circulaire.
- Une lame (outil de travail) montée sur la couronne et par rapport à laquelle elle peut tourner ou se déplacer dans son prolongement, c'est à dire prendre toutes les positions possibles dans le plan de la couronne, on peut donner à celle-ci une inclinaison les deux mouvements combinés celui de la lame et de la couronne permettent donc à l'outil d'occuper toutes les positions de l'espace, cette mobilité de l'outil constitue le principal avantage de la machine et lui permet d'effectuer une gamme de travaux variés. on n'utilise plus ce type d'engins

Chapitre VII

ORGANISATION DE CHANTIER

VII.5.2. Pour l'excavation des tranchées :

On utilise une pelle équipée en rétro

Les pelles sont des engins de terrassement qui conviennent à tous les types de terrains. Ce sont des engins dont le rôle est l'exécution des déblais et leur chargement. Ils sont de type à fonctionnement discontinu, c'est à dire que le cycle de travail comprend les temps suivants :

- Temps de fouille.
- Temps de transport.
- Temps de déchargement.
- Temps de remise en position de déblais.

Ces engins sont très répandus et utilisés à grande échelle grâce à leur bon rendement et à la qualité du travail qu'ils peuvent fournir.

VII.5.3. Pour le remblaiement des tranchées :

Pour les grands travaux de ce type, l'engin qui convient c'est le chargeur.

Les chargeurs : ce sont des tracteur sur les quels on monte à l'avant deux bras articulés, actionnées par des vérins et porte un godet.

Si les travaux ne sont pas très importants, on utilise le rétro chargeur.

VII.5.4. Pour le compactage :

L'engin qui convient à cette opération c'est le rouleau lisse, Il comprend :

- Un châssis.
- Des roues larges (cylindres) avec une couche d'usure d'acier au manganèse.
- Les organes de manœuvre.

VII.5.5. Devis quantitatif et estimatif :

Afin d'avoir une idée sur le coût de réalisation de notre projet, il faut passer par le calcul du devis quantitatif et estimatif.

Ce calcul consiste à déterminer les quantités de toutes les opérations effectuées sur le terrain pour la réalisation du projet, ensuite les multiplier par le prix unitaire correspondant.

Les différentes taches effectuées par ordre chronologique sont :

- Les travaux de décapage de la couche de terre végétale.
- L'exécution des tranchées.
- La fourniture et la pose du lit de sable.
- La fourniture et la pose des buses en béton ou en béton arme.
- La construction des regards et des déversoirs d'orage en béton armé.
- Les travaux de remblaiement de la tranchée.
- Le transport des sols excédentaires.

Chapitre VII

ORGANISATION DE CHANTIER

VII.6. Détermination des différents volumes : [09]

A) Volume de la couche de terre végétale:

$$V_{cv} = H_v.L.B \quad (\text{VII.3})$$

- V_{cv} : Volume de la couche de terre végétale en (m³).
- H_v : Profondeur la couche de terre végétale (on prend $H_v = 0,1$ m).
- L : Longueur totale de la tranchée en (m).
- B : Largeur de la couche de terre végétale en (m).

B) Volume des déblais des tranchées :

$$V_{ded} = B.L.H \quad (\text{VII.4})$$

- V_d : Volume des déblais des tranchées en (m³).
- B : Largeur de la couche du tronçon en (m).
- L : Longueur totale de la tranchée en (m).
- H : Profondeur de la tranchée en (m).

C) Volume du lit du sable :

$$V_{ls} = e.L.B \quad (\text{VII.5})$$

- V_{ls} : Volume du lit du sable en (m³).
- e : Epaisseur de la couche de sable en (m).
- B : Largeur de la couche du tronçon en (m).
- L : Longueur totale de la tranchée en (m).

D) Volume occupé par les conduites :

$$V_{condt} = L.\pi.D^2/4 \quad (\text{VII.6})$$

- V_{cdt} : Volume occupé par les conduites en (m³).
- L : Longueur totale de la tranchée en (m).
- D : Diamètre de la conduite en (m).

E) Volume du remblai :

$$V_r = V_{deb} - [V_{condt} + V_{cv} + V_{ls}] \quad (\text{VII.7})$$

- V_r : Volume du remblai en (m³).

F/Volume excédentaire :

$$V_{excé} = V_f - V_{remb} \quad (\text{VII.8})$$

- V_{exc} : Volume du sol excédentaire en (m³).
- V_f : Volume du sol foisonné en (m³).

$$\text{Tel que } V_f = V_{deb} \cdot K_f \quad (\text{VII.9})$$

Chapitre VII

ORGANISATION DE CHANTIER

- K_f : Coefficient de foisonnement dépend de la nature de sol pour notre cas on a :
 $K_f = 1,24$.

Les volumes est représenté dans le tableau VII.1:

Tableau VII.1: Volumes des travaux en m^3 :

Vdeb (m^3)	Vl.s (m^3)	Vc.t (m^3)	Vcondt (m^3)	Vremb (m^3)	Vexcé (m^3)
56192,87	2718,12	2718,12	7287,43	42818,11	26861,05

Tableau VII.2: Détermination du devis quantitatif et estimatif du projet :

N°	Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire (DA)	Montant (DA)
A	Travaux de terrassement				
1	Décapage de la tranchée	M^3	2718,12	200	543624,00
2	Déblai	M^3	56192,87	300	16857861,00
3	Pose du lit de sable	M^3	2718,12	1500	4077180,00
4	Remblai de la tranchée	M^3	42818,11	350	14986338,50
5	Evacuation des déblaies excédentaires	M^3	26861,05	180	4834989,00
B	Canalisation				
	Fourniture, transport et pose de canalisation				
	Canalisation en PVC PN 10 à joint				
	DN 300	MI	4335,340	4000,00	17341360
	DN 400	MI	871,370	4900,00	4269713
	DN 500	MI	591,600	5500,00	3253800
	DN 600	MI	444,090	6800,00	3019812
	Canalisation en Béton Armé				
	800	MI	1133,080	7000,00	7931560,00
	1000	MI	155,190	12000,00	1862280,00
	1200	MI	138,730	15000,00	2080950,00
	1500	MI	138,61	20000,00	2772200,00

Chapitre VII

ORGANISATION DE CHANTIER

C	Construction				
1	des regards de jonction	U	54	30000,00	4585000,00
	des regards de visite		72	30000,00	
	des regards de chute		23	35000,00	
2	Exécution des déversoirs d'orage	U	1	26000,00	26000,00
	THT				88442667,50
	TVA 17%				15035253,50
	TTC				103477921,00

VII.7. Planification des travaux :[10]

Les principales opérations à exécuter sont :

- A.** Piquetage.
- B.** Décapage de la couche de goudron (si elle existe) ou celle de la végétation.
- C.** Exécution des tranchées et des fouilles pour les regards.
- D.** Aménagement du lit de pose.
- E.** Construction des regards.
- F.** La mise en place des canalisations en tranchée.
- G.** constructions des ouvrages annexes (les dessaleurs, les bassins de retenue, D. O.)
- H.** Assemblage des tuyaux.
- I.** Faire les essais d'étanchéité pour les conduites et les joints.
- J.** Remblai des tranchées.
- K.** Travaux de finition.

Chapitre VII

ORGANISATION DE CHANTIER

Tableau VII.3 : détermination des délais.

OPERATION	TR	DP		DPP		MT
		CCP	DFP	DCPP	DFPP	
A	15	0	15	0	15	0
B	20	15	35	15	35	0
C	55	35	90	35	90	0
D	20	90	110	110	130	20
E	40	90	130	90	130	0
F	20	90	110	110	130	20
G	30	90	120	100	130	10
H	15	130	145	130	145	0
I	15	145	160	145	160	0
J	20	160	180	160	180	0
K	20	180	210	180	210	0

Avec : TR: temps de réalisation.

DCP : date de commencement au plus tôt.

DFP : date de finissement au plus tôt.

DCPP: date de commencement au plus tard.

DFPP : date de finissement au plus tard.

MT : marge totale.

➤ Le chemin critique

A-B-C-E-H-I-J-K

$$\sum TR = 210 \text{ jours} .$$

Chapitre VII
ORGANISATION DE CHANTIER

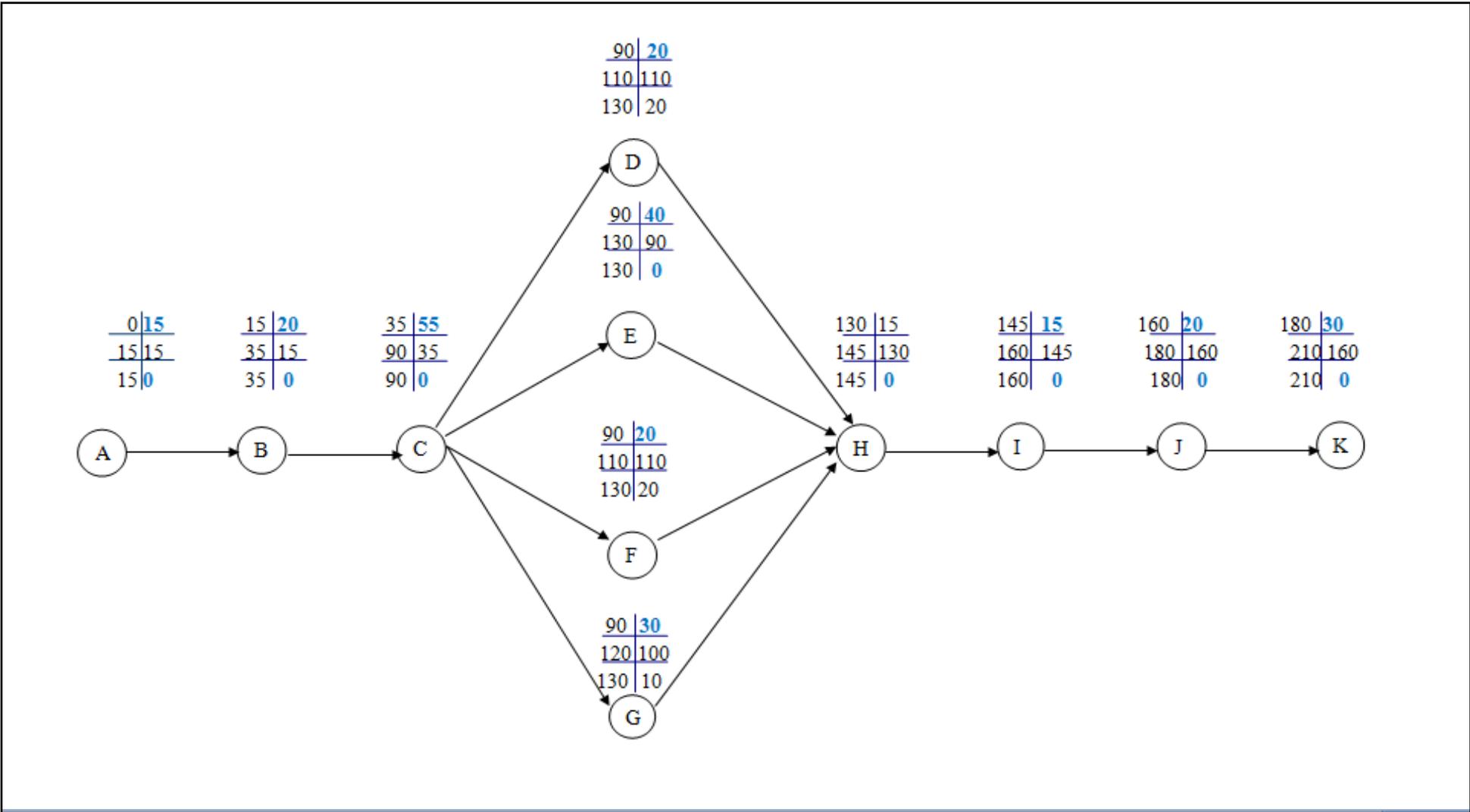


Figure VII.3: Réseau à nœuds

Chapitre VII ORGANISATION DE CHANTIER

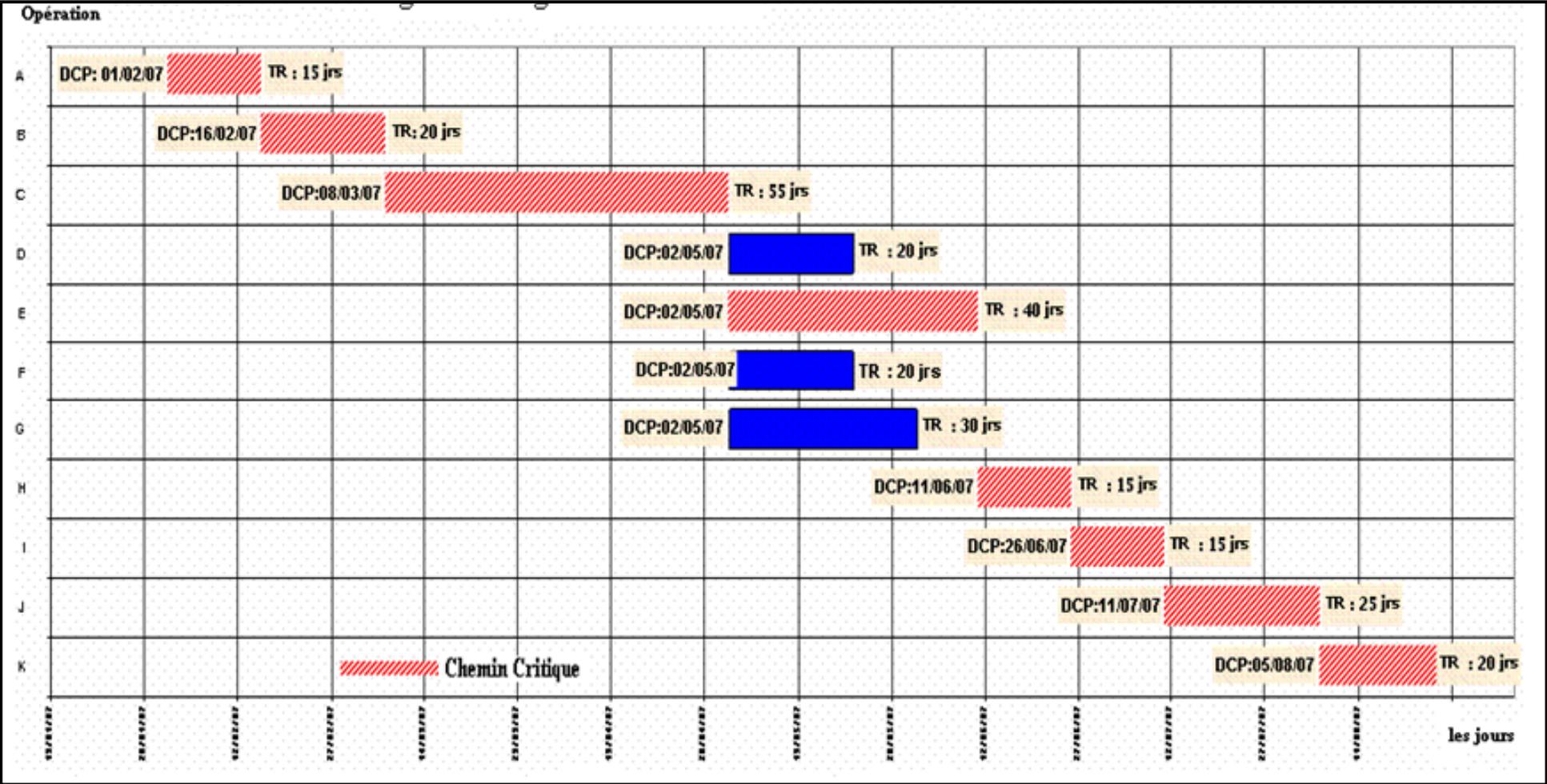


Figure VII.4: Diagramme de Gantt.

Chapitre VII

ORGANISATION DE CHANTIER

VII.8. Causes des accidents de travail dans un chantier hydraulique : [13]

Généralement les accidents de travail imputables à des conditions dangereuses et actions dangereuses sont causés par deux facteurs :

VII.8.1 Facteurs humains

- Manque de contrôle et négligence.
- La fatigue des travailleurs, manque de maîtrise et de responsable.
- Encombrement dans les différentes phases d'exécution des travaux.
- Erreurs de jugement ou de raisonnement.
- Importance durant les différentes phases de réalisation.
- Suivre un rythme de travail inadapté.

VII.8.2 Facteurs matériels

- Outillage, engins, et machines de travail.
- Nature des matériaux mis en œuvre.
- La difficulté posée lors de l'exécution du travail.
- Les installations mécaniques et électriques.

Durant chaque phase de la réalisation d'un projet d'aménagement, le risque de produire un accident est éventuellement, soit dans la phase des travaux de terrassement, soit dans la réalisation des travaux de bétonnage.

VII.9 Mesures préventives pour éviter les causes des accidents :

VII.9.1 Protection individuelle

Pour mieux protéger contre les dangers pendant l'exercice de certaines professions, il est indispensable d'utiliser les dispositifs de protection individuelle (casques, gants, chaussures, lunette protectrice etc.).

VII.9.2 Protection collective

VII.9.2.1 Equipement de mise en œuvre du béton

L'entrepreneur ou bien chef de chantier doit mettre en évidence les points suivants :

- Application stricte des règlements de sécurité.
- Affectation rugueuse du personnel aux commandes des points clés d'une installation moderne.

Chapitre VII

ORGANISATION DE CHANTIER

VII.9.2.2 Engin de levage

La grue, pipe layé et autres engins par leurs précisions et possibilité de manutention variés, constituent la pose de travail où la sécurité n'admet pas la moindre négligence, alors le technicien responsable veillera à :

- Affecter des personnes qui comptent.
- Procéder aux vérifications périodiques des engins selon la notice du constructeur.
- Délimiter une zone de sécurité autour des engins de levage et en particulier à éviter tout stationnement sous une charge levée.

VII. 9.2.3 Appareillage électrique

Pour éviter les risques des appareils électriques, il faut absolument proscrire le bricolage car une ligne ou une installation électrique doit être placée que par des électriciens qualifiés.

VII.9.3 Autre protections

- Toute tranchée creusée en agglomération ou sous route sera protégée par une clôture visiblement signalée de jour comme de nuit (chute de personnes et d'engins).
- Prévenir les concernés avant d'entreprendre des travaux d'excavations des tranchées et vérifier la stabilité du sol.
- Les travailleurs œuvrant à la pioche ou la pelle sont tenus à laisser une distance suffisante entre eux.

VII.10. Conclusion :

D'après ce chapitre, nous pouvons conclure que l'organisation de chantier est nécessaire avant le commencement des travaux, car elle nous permet de définir tout les volumes des travaux nécessaires pour l'élaboration du chantier. D'autre part on peut avoir une information sur le coût total de projet ainsi que leur temps de réalisation. L'organisation de chantier définie aussi tous les engins que l'on peut utiliser dans le chantier et le choix final des engins seront basés sur une étude économique détaillée.

CONCLUSION GENERALE

Dans ce mémoire de fin d'étude nous avons projeté et dimensionné un réseau d'assainissement de la zone ouest de la ville de FIL-FILA. Nous nous reposons sur plusieurs critères qui dépendent de la nature du terrain, la qualité et la quantité des eaux à évacuer ainsi que la situation urbanistique de la zone.

Ce projet servira à évacuer les eaux usées et pluviales de cette zone vers la station d'épuration tout en respectant l'environnement et préservant la qualité de vie des habitants.

Notre choix s'est porté sur un système unitaire et un schéma d'évacuation par déplacement latéral. La méthode utilisée pour la détermination du débit des eaux pluviales est celle rationnelle. Les matériaux des conduites utilisés que nous avons choisis sont le PVC pour les collecteurs de diamètre (300-600) mm et le béton armé pour les collecteurs de diamètre (800-1500) mm vu les avantages dont ils disposent.

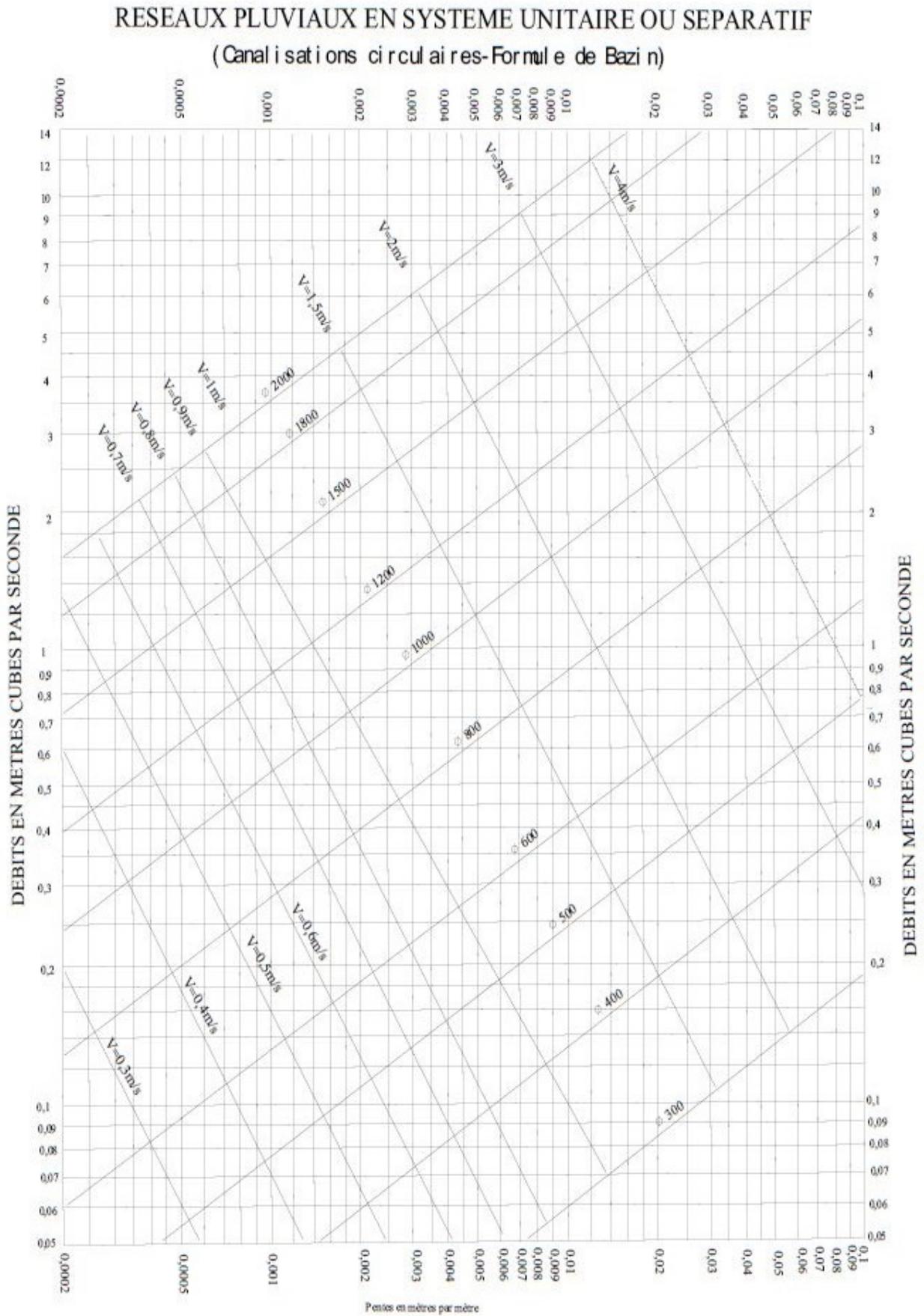
Les éléments constitutifs du réseau que nous avons projeté sont un déversoir d'orage de type latéral, les regards de jonction et de chute ainsi que les bouches d'égout.

Créer un réseau d'assainissement est une dépense d'investissement relativement ; importante ce qui nécessite l'entretien, l'exploitation et la gestion qui restent indispensables pour que le réseau soit fonctionnel et durable.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [01] **SALAH. B. 2014** ASSAINISSEMENT DES EAUX USEE ET PLUVIAUX DES AGGLOMERATION, ENSH. Blida.
- [02] **TOUAIBIA. B. 2004** « Manuel pratique d'hydrologie». Presses Madani Frères. Guerrouaou. Blida.166p.
- [03] **Paul meylan.** « hydrologie fréquentielle » Ed **1999**.405p.
- [04] **GOMELLA.C ET GUERREE.H. 1986** «Guide technique de l'assainissement dans les Agglomérations urbaines et rurales». 61, Boulevard Saint-Germain. 75005 Paris. France.
- [05] **MARC. S ET BECHIR. S 1999** « Guide technique de l'assainissement 3^{eme} édition ». Le Moniteur Editions ; Paris. France.
- [06] **François. G, Brière,** 1997, distribution et collecte des eaux, édition de l'école polytechnique de Montréal.
- [07] **BOURIER. 1997** GUIDE DE CONCEPTION ET DE GESTION DES RESEAUX D'ASSAINISSEMENT UNITAIRES.11, rue Lavoisier f 75384 Paris Cedex 08. France.374P.
- [08] **Monchy, H.** Mémento d'assainissement: mise en service, entretien et exploitation des ouvrages d'assainissement, Paris: Eyrolles, 1974.- 125p.
- [09] **Zaibak.I. 2013,** (Cours organisation de chantier 3^{eme} année), école nationale supérieure de l'hydraulique, BLIDA.
- [10] **BELAOUAKLI, B. 2015,** (Cours organisation de chantier2), école nationale supérieure de l'hydraulique, BLIDA.
- [11] **BOUKHAMLA S. 2014.** MFE :étude de rénovation du réseau d'assainissement de l'agglomération de l'arbi ben m'hidi (W.Skikda).
- [12] **Remita.h.** MFE :étude du réseau d'assainissement du centre el kour (ville de lakdaria (W.bouira) ENSH .**2011**.
- [13] **ANSELIN A., GUIZARD B., MAURER C.** Paris,1999, Inventaire et analyse des politiques paysagères régionales, rapport de travail de groupe d'élèves, ministère de l'agriculture et de la pêche.

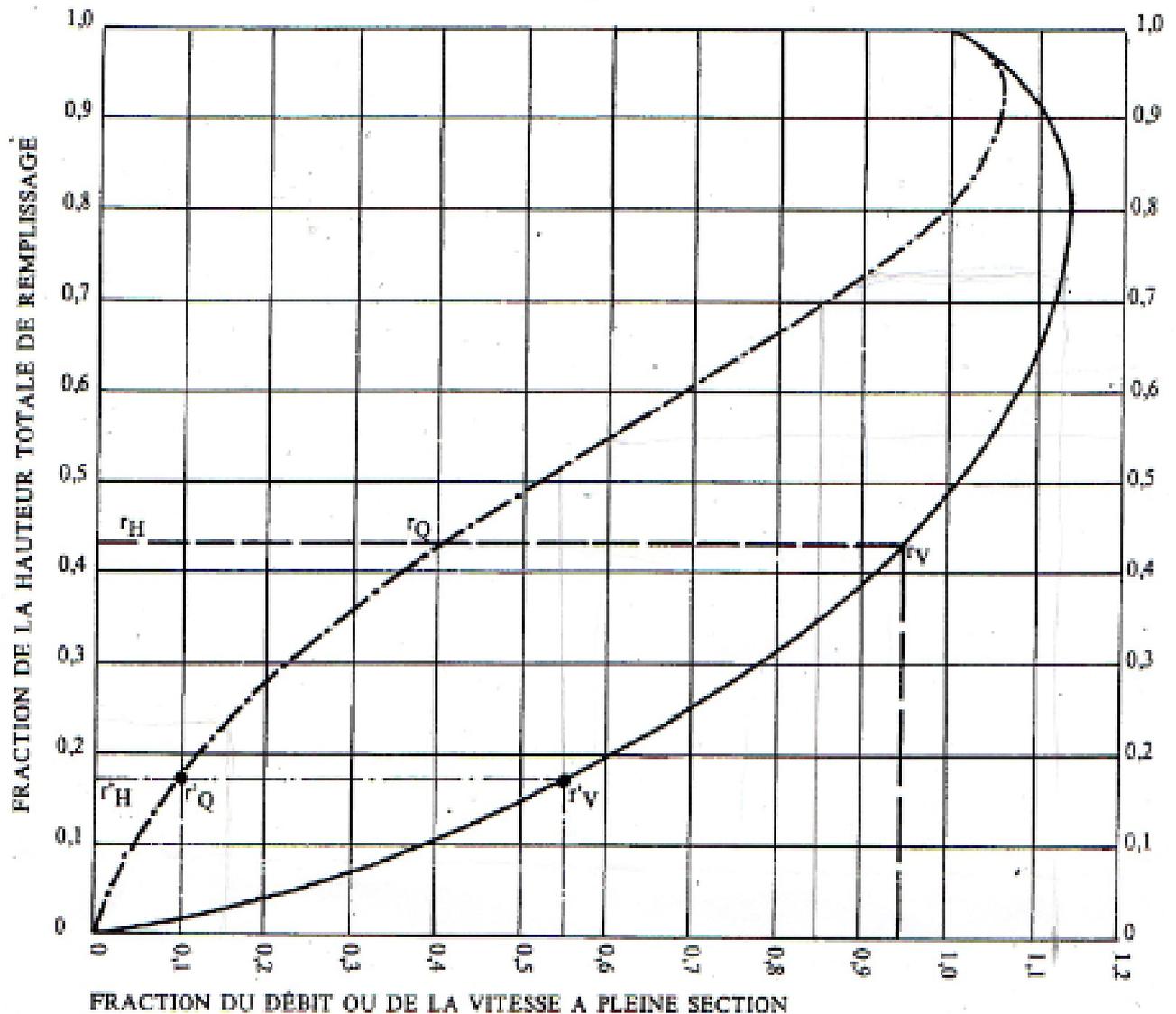
Abaque N°1 : Dimensionnement des canalisations circulaires d'après la formule de Bazin.



Abaque N°2 : Les rapports r_H , r_V , r_Q

VARIATIONS DES DÉBITS ET DES VITESSES EN FONCTION DU REMPLISSAGE

a) Ouvrages circulaires



MODE D'EMPLOI.

Les abaques Ab. 3 et Ab. 4 (a et b) utilisés pour le choix des sections d'ouvrages, compte tenu de la pente et du débit, permettent d'évaluer la vitesse d'écoulement à pleine section.

Pour l'évaluation des caractéristiques capacitaires des conduites, ou pour apprécier les possibilités d'autocurage, le nomogramme ci-dessus permet de connaître la vitesse atteinte en régime uniforme pour un débit inférieur à celui déterminé à pleine section.

Les correspondances s'établissent, soit en fonction de la fraction du débit à pleine section, soit en fonction de la hauteur de remplissage de l'ouvrage.

Exemples :

Pour $r_Q = 0,40$, on obtient $r_V = 0,95$ et $r_H = 0,43$.

Pour $Q_{pg}/10$, on obtient $r'_V = 0,55$ et $r'_H = 0,17$ (autocurage).

Nota. — Pour un débit égal au débit à pleine section, la valeur du rapport $r_Q = 1,00$ est obtenue avec $r_H = 0,80$.

Le débit maximum ($r_Q = 1,07$) est obtenu avec $r_H = 0,95$.

La vitesse maximum ($r_V = 1,14$) est obtenue avec $r_H = 0,80$.

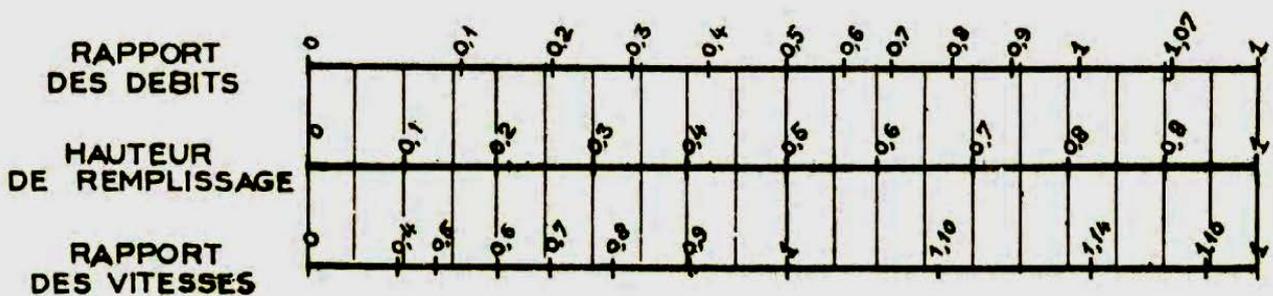
Abaque N°3 : Les variations des débits et des vitesses en fonction de la hauteur de remplissage

ANNEXE X

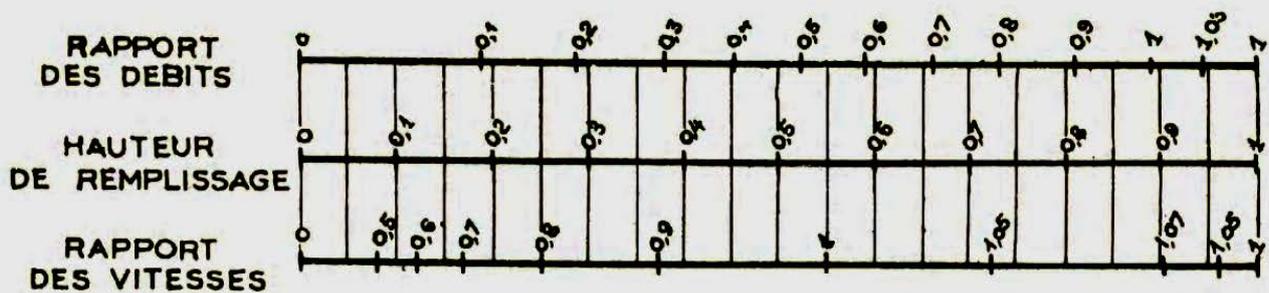
VARIATIONS DES DÉBITS ET DES VITESSES
EN FONCTION DE LA HAUTEUR DE REMPLISSAGE

(d'après la formule de Bazin)

a) Ouvrages circulaires



b) Ouvrages ovoïdes normalisés



Exemple - Pour un ouvrage circulaire rempli aux 3/10, le débit est les 2/10 du débit à pleine section et la vitesse de l'eau est les 78/100 de la vitesse correspondant au débit à pleine section

ANNEXE N°03

ANNEXE N°03

Tableau V.1: calcul hydraulique des collecteurs secondaires :

SB	Tron	CTN		CP		Dist (m)	I (m/m)	Qt (m ³ /s)	Dcal (m)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m ³ /s)	Rq	Rqmin	Rv	Rvmin	Rh	Rhmin	V (m/s)	Vmin (m/s)	H (mm)	Hmin (mm)	Vitesse Autocurage
		CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)																		
01	A1-A2	84,900	82,840	83,400	81,840	45,590	0,045	0,043	0,168	300	2,835	0,200	0,215	0,075	0,815	0,593	0,319	0,191	2,310	1,682	95,741	57,196	Autocurage vérifie
	A2-2	82,840	78,320	81,840	77,120	63,770	0,054	0,083	0,202	300	3,374	0,239	0,348	0,063	0,896	0,553	0,404	0,172	3,025	1,865	121,087	51,707	Autocurage vérifie
	A3-A4	95,000	91,040	93,800	89,840	51,150	0,067	0,030	0,137	300	3,453	0,244	0,123	0,062	0,709	0,548	0,248	0,170	2,449	1,890	74,331	51,014	Autocurage vérifie
	A4-A6	91,040	86,320	89,840	85,120	72,550	0,058	0,046	0,165	300	3,212	0,227	0,203	0,066	0,806	0,564	0,311	0,177	2,588	1,812	93,366	53,220	Autocurage vérifie
	A5-A6	89,410	86,320	88,210	85,120	63,930	0,048	0,028	0,142	300	2,932	0,207	0,135	0,073	0,730	0,585	0,259	0,187	2,140	1,716	77,798	56,104	Autocurage vérifie
	A6-A7	86,320	78,180	84,320	77,180	70,830	0,059	0,074	0,186	300	3,749	0,265	0,279	0,057	0,855	0,529	0,360	0,162	3,207	1,984	107,987	48,582	Autocurage vérifie
	A7-R7	78,180	68,480	75,680	67,280	69,230	0,052	0,091	0,199	300	3,820	0,270	0,337	0,056	0,890	0,525	0,397	0,160	3,398	2,005	118,969	48,045	Autocurage vérifie
02	B1-B2	73,750	70,120	72,550	68,920	55,100	0,056	0,034	0,148	300	3,156	0,223	0,152	0,068	0,755	0,568	0,274	0,179	2,382	1,793	82,294	53,767	Autocurage vérifie
	B2-B3	70,120	64,980	68,120	63,980	47,560	0,057	0,056	0,168	300	3,701	0,262	0,214	0,058	0,814	0,532	0,319	0,163	3,014	1,969	95,641	48,955	Autocurage vérifie
	B3-B4	64,980	63,030	63,980	61,830	51,920	0,041	0,073	0,209	300	2,714	0,192	0,380	0,079	0,917	0,604	0,425	0,195	2,490	1,639	127,456	58,629	Autocurage vérifie
	B4-R8	63,030	60,340	61,830	59,140	60,340	0,045	0,042	0,167	300	2,816	0,199	0,211	0,076	0,812	0,595	0,317	0,191	2,287	1,675	95,038	57,416	Autocurage vérifie
	B5-B6	56,330	52,840	55,130	51,640	53,110	0,056	0,088	0,212	300	3,156	0,223	0,394	0,068	0,927	0,568	0,434	0,179	2,925	1,793	130,208	53,767	Autocurage vérifie
	B6-B7	52,840	49,730	51,640	48,530	45,860	0,057	0,088	0,211	300	3,184	0,225	0,391	0,067	0,924	0,566	0,432	0,178	2,944	1,803	129,521	53,491	Autocurage vérifie
	B7-R13	49,730	47,870	48,630	46,370	54,980	0,041	0,110	0,244	300	2,704	0,191	0,575	0,079	1,043	0,605	0,548	0,196	2,821	1,635	164,331	58,751	Autocurage vérifie
	B8-R14	48,850	45,020	47,350	43,820	72,870	0,048	0,080	0,210	300	2,936	0,208	0,386	0,073	0,921	0,585	0,428	0,187	2,703	1,718	128,449	56,068	Autocurage vérifie
03	C1-C2	84,9	84,5	83,7	83,3	51,79	0,008	0,03	0,20	300	1,17	0,08	0,36	0,18	0,91	0,79	0,41	0,30	1,06	0,92	123,83	89,06	Autocurage vérifie
	C2-21	84,5	84,04	83,3	82,84	56,29	0,008	0,077	0,29	300	1,21	0,09	0,90	0,18	1,12	0,78	0,75	0,29	1,34	0,94	225,34	87,97	Autocurage vérifie
	C3-23	85,05	82,32	83,85	81,12	59,34	0,046	0,083	0,21	300	2,86	0,20	0,41	0,07	0,94	0,59	0,44	0,19	2,68	1,69	133,38	56,90	Autocurage vérifie
	C4-C5	84,14	83,1	82,64	81,5	54,83	0,021	0,112	0,28	300	1,92	0,14	0,82	0,11	1,11	0,69	0,69	0,24	2,13	1,32	206,18	70,58	Autocurage vérifie
	83,1	83,1	80,24	81,5	79,04	45,79	0,054	0,144	0,26	300	3,09	0,22	0,66	0,07	1,08	0,57	0,59	0,18	3,33	1,77	177,87	54,42	Autocurage vérifie
	C6-C7	80,58	78,05	79,38	76,85	48,27	0,052	0,065	0,19	300	3,05	0,22	0,30	0,07	0,87	0,58	0,37	0,18	2,65	1,76	112,10	54,81	Autocurage vérifie
	C7-25	78,05	76,95	76,85	75,75	53,98	0,020	0,135	0,30	400	1,90	0,13	1,00	0,11	1,12	0,69	0,86	0,15	2,25	1,18	192,34	61,39	Autocurage vérifie
	C8-26	81,11	74,31	79,51	73,11	89,95	0,058	0,139	0,25	300	3,21	0,23	0,61	0,07	1,06	0,56	0,57	0,18	3,41	1,81	157,46	53,22	Autocurage vérifie
04	D1-D2	72,98	72,28	71,78	71,08	26,57	0,026	0,03	0,16	300	2,165	0,153	0,196	0,098	0,800	0,658	0,307	0,658	1,733	1,424	92,036	66,364	Autocurage vérifie
	D-27	72,28	71,55	71,08	70,35	55,69	0,013	0,065	0,25	300	1,527	0,108	0,602	0,140	1,056	0,737	0,563	0,737	1,612	1,125	168,799	79,020	Autocurage vérifie
	D3-D4	60,54	59,88	59,34	58,68	52,43	0,013	0,031	0,19	300	1,497	0,106	0,293	0,142	0,863	0,741	0,369	0,741	1,292	1,109	110,580	79,773	Autocurage vérifie
	D4-30	59,88	59,38	58,68	57,88	52,56	0,015	0,042	0,20	300	1,646	0,116	0,361	0,130	0,905	0,721	0,412	0,721	1,489	1,186	123,642	76,258	Autocurage vérifie
	D5-D6	70,65	65,4	68,15	64,4	44,11	0,055	0,095	0,20	300	3,889	0,275	0,346	0,055	0,895	0,521	0,402	0,521	3,480	2,027	120,619	47,530	Autocurage vérifie
	D6-D7	65,42	56,12	62,42	55,12	53,95	0,059	0,178	0,25	300	3,979	0,281	0,633	0,054	1,068	0,516	0,579	0,516	4,251	2,054	173,757	46,883	Autocurage vérifie
	D7-32	56,12	54,22	55,12	53,02	82,50	0,025	0,299	0,39	400	2,578	0,324	0,923	0,047	1,118	0,487	0,770	0,487	2,882	1,255	307,844	57,420	Autocurage vérifie

ANNEXE N°03

Tableau V.2: calcul hydraulique des collecteurs secondaires (suit) :

ANNEXE N°03

SB	Tron	CTN		CP		Dist (m)	I (m/m)	Qt (m³/s)	Dcal (m)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m³/s)	Rq	Rqmin	Rv	Rvmin	Rh	Rhmin	V (m/s)	Vmin (m/s)	H (mm)	Hmin (mm)	Vitesse Autocurage
		CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)																		
05	E1-E2	49,050	47,350	47,850	45,850	47,280	0,042	0,062	0,196	300	2,743	0,194	0,320	0,078	0,879	0,601	0,385	0,194	2,412	1,649	115,640	58,277	Autocurage vérifie
	E2-E3	47,350	43,470	45,850	42,270	49,930	0,052	0,078	0,198	300	3,321	0,235	0,332	0,064	0,887	0,556	0,393	0,174	2,945	1,848	118,042	52,192	Autocurage vérifie
	E3-35	43,470	40,750	42,270	39,550	40,200	0,058	0,089	0,211	300	3,212	0,227	0,392	0,066	0,925	0,564	0,432	0,177	2,971	1,812	129,723	53,220	Autocurage vérifie
	E4-35	41,230	40,750	40,030	39,550	72,610	0,007	0,028	0,206	300	1,084	0,077	0,365	0,197	0,907	0,801	0,415	0,307	0,984	0,868	124,461	92,149	Autocurage vérifie
	E5-E6	38,850	37,220	37,650	36,020	36,470	0,045	0,079	0,212	300	2,820	0,199	0,396	0,076	0,928	0,595	0,435	0,191	2,617	1,677	130,589	57,374	Autocurage vérifie
	E6-37	37,220	36,750	36,020	35,550	43,630	0,011	0,135	0,338	400	1,677	0,211	0,641	0,072	1,071	0,581	0,583	0,185	1,796	0,975	233,314	74,096	Autocurage vérifie
06	F1-F2	118,08	116,75	116,88	115,55	54,89	0,024	0,03	0,17	300	2,08	0,15	0,204	0,103	0,807	0,6677	0,31	0,226	1,68	1,39	93,73	67,844	Autocurage vérifie
	F2-F3	116,75	115,5	115,55	114,3	56,11	0,022	0,05	0,20	300	1,99	0,14	0,355	0,107	0,901	0,6776	0,41	0,231	1,79	1,35	122,51	69,341	Autocurage vérifie
	F3-F4	115,5	114,02	114,3	112,82	41,04	0,036	0,05	0,19	300	2,53	0,18	0,279	0,084	0,855	0,6202	0,36	0,203	2,17	1,57	107,99	60,943	Autocurage vérifie
	F4-46	114,02	113,53	112,82	112,33	44,98	0,011	0,05	0,23	300	1,39	0,10	0,508	0,153	1,004	0,7557	0,51	0,275	1,40	1,05	152,31	82,480	Autocurage vérifie
	F5-F6	112,08	109,75	110,88	108,55	33,88	0,059	0,035	0,15	300	3,24	0,23	0,153	0,066	0,755	0,5621	0,27	0,177	2,45	1,82	82,40	52,955	Autocurage vérifie
	F6-47	109,75	108,71	108,55	107,51	39,42	0,026	0,05	0,20	300	2,17	0,15	0,326	0,098	0,883	0,6576	0,39	0,221	1,91	1,42	116,94	66,340	Autocurage vérifie
	F7-F8	111,5	109,66	110,3	108,46	39,36	0,047	0,06	0,19	300	2,88	0,20	0,294	0,074	0,864	0,5893	0,37	0,189	2,49	1,70	110,82	56,643	Autocurage vérifie
	F8-49	109,66	106,7	108,46	105,5	50	0,050	0,06	0,19	300	2,98	0,21	0,285	0,071	0,859	0,581	0,36	0,185	2,56	1,73	108,99	55,561	Autocurage vérifie
	F10-F11	112,55	111,85	111,35	110,65	51,06	0,014	0,04	0,20	300	1,56	0,11	0,362	0,137	0,906	0,732	0,41	0,261	1,41	1,14	123,89	78,188	Autocurage vérifie
	F11-F12	111,85	107,77	109,25	106,57	47,73	0,049	0,07	0,20	300	2,95	0,21	0,335	0,072	0,889	0,584	0,40	0,186	2,62	1,72	118,65	55,884	Autocurage vérifie
	F12-F13	107,77	104,04	106,57	102,84	58,67	0,059	0,09	0,21	300	3,24	0,23	0,393	0,066	0,926	0,562	0,43	0,177	3,00	1,82	129,93	52,955	Autocurage vérifie
	F13-F14	104,04	101,12	102,84	99,92	72,36	0,040	0,012	0,11	300	2,68	0,19	0,063	0,080	0,553	0,607	0,17	0,197	1,48	1,63	51,79	59,058	Autocurage vérifie
	F14-52	101,12	97,36	99,62	96,16	58,74	0,059	0,014	0,11	300	3,24	0,23	0,061	0,066	0,545	0,562	0,17	0,177	1,77	1,82	50,74	52,980	Autocurage vérifie
	F15-50	107,7	104,32	105,7	103,12	42,3	0,061	0,06	0,18	300	3,29	0,23	0,258	0,065	0,843	0,558	0,35	0,175	2,78	1,84	103,95	52,443	Autocurage vérifie
07	G1-53	97,07	94,98	95,87	93,78	60,73	0,034	0,06	0,20	300	2,47	0,17	0,343	0,893	0,893	0,40	0,40	0,096	2,21	0,92	120,13	28,742	Autocurage vérifie
	F11-G2	101,12	98,95	99,92	97,75	81,13	0,027	0,13	0,28	300	2,18	0,15	0,843	1,108	1,108	0,70	0,70	0,103	2,42	0,85	210,34	30,877	Autocurage vérifie
	G2-G3	98,95	96,13	97,75	94,93	53,38	0,053	0,14	0,25	300	3,07	0,22	0,646	1,073	1,073	0,59	0,59	0,085	3,29	1,07	175,85	25,567	Autocurage vérifie
	G3-G4	96,13	93,08	94,93	91,58	77,05	0,043	0,17	0,28	300	2,78	0,20	0,865	1,110	1,110	0,72	0,72	0,090	3,09	1,00	215,36	26,942	Autocurage vérifie
	G4-55	93,08	89,12	91,58	87,92	64,03	0,049	0,21	0,30	300	2,95	0,21	1,006	1,121	1,121	0,86	0,86	0,087	3,31	1,04	257,80	26,085	Autocurage vérifie
	G3-G5	96,13	94,14	94,93	92,74	84,47	0,026	0,066	0,22	300	2,15	0,15	0,435	0,954	0,954	0,46	0,46	0,104	2,05	0,84	138,19	31,156	Autocurage vérifie
G5-G6	94,14	90	92,74	88,8	71,53	0,055	0,11	0,23	300	3,13	0,22	0,497	0,997	0,997	0,50	0,50	0,084	3,12	1,08	150,25	25,286	Autocurage vérifie	

ANNEXE N°03

Tableau V.3 : calcul hydraulique des collecteurs secondaires (suite) :

ANNEXE N°03

Tableau V.4 : calcul hydraulique du collecteur principal 01 :

SB	Tron	CTN		CP		Dist (m)	I (m/m)	Qt (m ³ /s)	Dcal (m)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m ³ /s)	Rq	Rqmin	Rv	Rvmin	Rh	Rhmin	V (m/s)	Vmin (m/s)	H (mm)	Hmin (mm)	Vitesse Autocurage
		CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)																		
07	G6-56	90	86,39	88,8	85,19	72,78	0,050	0,171	0,28	300	2,97	0,21	0,814	0,020	1,104	0,020	0,68	0,351	3,28	1,04	204,24	26,00	Autocurage vérifie
	G7-G8	88,72	86,06	87,52	84,86	78,85	0,034	0,054	0,19	300	2,45	0,17	0,312	0,024	0,874	0,024	0,38	0,374	2,14	0,92	114,13	28,90	Autocurage vérifie
	G8-57	86,06	84,58	84,86	83,38	54,55	0,027	0,079	0,23	300	2,20	0,16	0,51	0,097	1,00	0,097	0,51	0,654	2,21	1,44	152,42	65,85	Autocurage vérifie
	G9-G10	84,7	83,83	83,5	82,63	77,57	0,011	0,04	0,21	300	1,41	0,10	0,40	0,151	0,93	0,151	0,44	0,753	1,31	1,06	131,43	81,93	Autocurage vérifie
	G10-58	83,83	83,08	82,63	81,88	72,76	0,010	0,08	0,28	300	1,35	0,10	0,84	0,157	1,11	0,157	0,70	0,761	1,50	1,03	208,72	83,52	Autocurage vérifie
08	H1-60	80,230	77,140	79,030	75,940	60,000	0,048	0,060	0,189	300	2,922	0,207	0,290	0,073	0,862	0,586	0,367	0,187	2,519	1,713	108,208	56,216	Autocurage vérifie
	H2-61	78,050	74,930	76,850	73,730	83,840	0,037	0,030	0,153	300	2,573	0,182	0,165	0,083	0,770	0,616	0,284	0,201	1,981	1,586	85,293	60,412	Autocurage vérifie
	H3-H4	77,950	74,420	76,450	73,220	46,950	0,059	0,050	0,169	300	3,240	0,229	0,218	0,066	0,817	0,562	0,322	0,177	2,649	1,821	91,494	52,955	Autocurage vérifie
	H4-62	74,420	72,040	73,220	70,840	82,050	0,029	0,080	0,231	300	2,272	0,161	0,498	0,094	0,998	0,646	0,502	0,216	2,266	1,468	150,460	64,680	Autocurage vérifie
	H4-H6	74,420	70,840	73,220	69,640	73,130	0,049	0,070	0,199	300	2,951	0,209	0,336	0,072	0,889	0,584	0,396	0,186	2,623	1,723	118,681	55,900	Autocurage vérifie
	H5-H6	73,610	70,840	72,410	69,640	67,350	0,041	0,040	0,167	300	2,705	0,191	0,209	0,079	0,811	0,604	0,316	0,196	2,193	1,635	94,686	58,742	Autocurage vérifie
	H6-63	70,840	68,730	69,640	67,530	82,940	0,025	0,110	0,267	300	2,127	0,150	0,731	0,100	1,094	0,662	0,631	0,223	2,327	1,408	189,333	66,981	Autocurage vérifie
09	K1-K2	55,380	54,420	54,180	53,220	63,610	0,015	0,140	0,322	400	1,985	0,249	0,561	0,060	1,036	0,543	0,540	0,168	2,056	1,077	215,849	67,145	Autocurage vérifie
	K2-68	54,420	53,600	53,220	52,400	65,640	0,012	0,190	0,374	400	1,806	0,227	0,837	0,066	1,107	0,564	0,697	0,177	1,999	1,019	278,718	70,981	Autocurage vérifie
	K3-K4	45,170	43,230	43,970	42,030	51,210	0,038	0,130	0,263	300	2,596	0,184	0,708	0,082	1,090	0,614	0,619	0,200	2,829	1,595	185,626	60,113	Autocurage vérifie
	K4-71	43,230	42,120	42,030	40,920	38,580	0,029	0,150	0,293	300	2,262	0,160	0,938	0,094	1,120	0,647	0,785	0,216	2,533	1,464	235,359	64,822	Autocurage vérifie
R17-R18	37,79	37,01	35,99	35,01	63,76	0,015	1,122	0,70	800	3,180	1,598	0,702	0,003	1,088	0,244	0,615	0,043	3,180	0,776	492,276	34,475	Autocurage vérifie	
R18-R37	37,1	36,75	35,1	34,75	79,15	0,004	1,184	0,90	1000	1,979	1,554	0,76	0,010	1,098	0,291	0,648	0,062	1,979	0,577	648,012	62,231	Autocurage vérifie	

ANNEXE N°03

Tableau V.5 : calcul hydraulique du collecteur principal 02 :

Tron	CTN		CP		Dist (m)	I (m/m)	Qt (m ³ /s)	Dcal (m)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m ³ /s)	Rq	Rqmin	Rv	Rvmin	Rh	Rhmin	V (m/s)	Vmin (m/s)	H (mm)	Hmin (mm)	Vitesse Autocurage
	CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)																		
R19-R20	91,41	87,2	90,21	85,7	57,15	0,079	0,100	0,208	300	3,747	0,265	0,378	0,057	0,915	0,529	0,423	0,162	3,430	1,983	126,880	48,598	Autocurage vérifie
R20-R21	87,2	84,04	85,7	82,84	60,82	0,047	0,177	0,284	300	2,892	0,204	0,866	0,074	1,110	0,589	0,719	0,188	3,212	1,702	215,600	56,548	Autocurage vérifie
R21-R22	84,04	83,55	82,84	82,35	45,89	0,011	0,250	0,427	400	1,670	0,210	1,192	0,072	0,788	0,582	1,005	0,186	1,316	0,973	401,876	74,285	Autocurage vérifie
R22-R23	83,55	82,32	82,35	81,12	40,25	0,031	0,333	0,390	400	2,825	0,355	0,938	0,042	1,120	0,469	0,785	0,136	3,163	1,324	313,895	54,340	Autocurage vérifie
R23-R24	82,32	80,24	81,12	78,74	65,72	0,036	0,477	0,433	500	3,568	0,701	0,681	0,022	1,083	0,362	0,604	0,091	3,865	1,293	302,158	45,670	Autocurage vérifie
R24-R25	80,24	77,88	78,74	76,38	43,38	0,054	0,542	0,421	500	4,373	0,859	0,631	0,018	1,068	0,340	0,578	0,082	4,669	1,485	289,157	40,965	Autocurage vérifie
R25-R26	77,88	75,9	76,38	74,4	42,1	0,047	0,612	0,452	500	4,066	0,798	0,767	0,019	1,099	0,347	0,651	0,085	4,468	1,412	325,419	42,558	Autocurage vérifie
R26-R27	75,9	73,31	74,3	72,11	25,03	0,087	0,751	0,435	500	5,546	1,089	0,690	0,014	1,085	0,317	0,609	0,073	6,020	1,759	304,449	36,399	Autocurage vérifie
R27-R28	73,31	70,55	71,81	69,35	53,48	0,046	0,816	0,506	600	4,541	1,284	0,636	0,012	1,069	0,304	0,581	0,067	4,856	1,382	348,371	40,494	Autocurage vérifie
R28-R29	70,55	68,32	69,05	66,82	34,39	0,065	0,980	0,508	600	5,392	1,524	0,643	0,010	1,072	0,293	0,584	0,063	5,779	1,577	350,688	37,636	Autocurage vérifie
R29-R30	68,32	64,05	65,22	62,85	37,61	0,063	0,980	0,511	600	5,315	1,503	0,652	0,010	1,075	0,293	0,589	0,063	5,714	1,560	353,605	37,858	Autocurage vérifie
R30-R31	64,05	59,38	61,1	58,38	31,25	0,060	1,022	0,524	600	5,186	1,466	0,697	0,010	1,087	0,295	0,613	0,064	5,638	1,530	367,631	38,244	Autocurage vérifie
R31-R32	59,38	54,22	55,88	52,72	32,13	0,070	1,123	0,527	600	5,602	1,584	0,709	0,010	1,090	0,290	0,619	0,062	6,104	1,626	371,441	37,058	Autocurage vérifie
R32-R33	54,22	49,88	50,72	48,08	31,52	0,070	1,422	0,576	600	5,602	1,584	0,898	0,010	1,115	0,290	0,746	0,062	6,244	1,626	447,601	37,058	Autocurage vérifie
R33-R34	49,88	46,75	48,08	44,95	54,17	0,058	1,422	0,597	800	6,166	3,099	0,459	0,005	0,971	0,260	0,476	0,049	5,987	1,601	381,089	39,518	Autocurage vérifie
R34-R35	46,75	43,02	44,95	41,22	54,14	0,069	1,582	0,601	800	6,733	3,384	0,467	0,004	0,977	0,257	0,482	0,048	6,577	1,730	385,566	38,627	Autocurage vérifie
R35-R36	43,02	40,75	41,22	38,95	56,86	0,040	1,699	0,684	800	5,125	2,576	0,660	0,006	1,077	0,266	0,593	0,052	5,521	1,365	474,573	41,652	Autocurage vérifie
R36-R37	40,75	38	38,25	36,2	29,6	0,069	1,855	0,638	800	6,750	3,393	0,547	0,004	1,027	0,257	0,531	0,048	6,936	1,734	424,899	38,601	Autocurage vérifie
R37-R38	38	36,75	36	35,15	43,12	0,020	1,855	0,807	1000	4,179	3,282	0,565	0,005	1,038	0,258	0,542	0,049	4,336	1,078	541,905	48,660	Autocurage vérifie
R38-R39	36,75	36,3	35,15	34,8	46,01	0,008	1,990	0,990	1000	2,596	2,039	0,976	0,007	1,122	0,276	0,825	0,056	2,914	0,718	825,126	56,184	Autocurage vérifie
R39-R40	36,3	36,06	34,3	34,06	30,03	0,008	1,990	0,981	1000	2,661	2,090	0,952	0,007	1,121	0,275	0,799	0,056	2,983	0,732	799,348	55,706	Autocurage vérifie
R40-R41	36,06	35,81	33,86	33,61	53,09	0,005	1,990	1,084	1200	2,306	2,609	0,763	0,006	1,098	0,266	0,649	0,052	2,533	0,613	778,463	62,244	Autocurage vérifie
R41-R42	35,81	35,02	33,61	32,82	47,18	0,017	1,990	0,854	1200	4,349	4,919	0,405	0,003	0,934	0,248	0,441	0,044	4,060	1,077	528,872	53,368	Autocurage vérifie
R42-R43	35,02	34,75	32,82	32,55	38,46	0,007	1,990	1,005	1200	2,816	3,185	0,625	0,005	1,065	0,259	0,575	0,049	3,000	0,729	689,902	58,849	Autocurage vérifie
R43-R69	34,750	34,45	32,250	31,95	43,56	0,007	3,174	1,202	1500	3,237	5,720	0,555	0,003	1,032	0,245	0,536	0,043	3,341	0,792	803,924	64,931	Autocurage vérifie

ANNEXE N°03

Tableau V.6 : calcul hydraulique du collecteur principal 03 :

Tron	CTN		CP		Dist (m)	I (m/m)	Qt (m ³ /s)	Dcal (m)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m ³ /s)	Rq	Rqmin	Rv	Rvmin	Rh	Rhmin	V (m/s)	Vmin (m/s)	H (mm)	Hmin (mm)	Vitesse Autocurage
	CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)																		
R44-R45	118,510	115,000	117,310	113,800	68,700	0,051	0,100	0,226	300	3,015	0,213	0,469	0,019	0,978	0,349	0,483	0,086	2,949	1,053	144,927	25,795	Autocurage vérifie
R45-R46	115,000	113,530	113,800	112,330	52,040	0,028	0,150	0,294	300	2,242	0,158	0,947	0,026	1,121	0,386	0,793	0,101	2,512	0,866	238,031	30,397	Autocurage vérifie
R46-R47	113,530	110,710	112,330	109,510	42,630	0,066	0,210	0,284	300	3,431	0,242	0,866	0,017	1,110	0,336	0,719	0,080	3,810	1,152	215,667	24,111	Autocurage vérifie
R47-R48	110,710	107,000	109,510	105,800	52,100	0,065	0,260	0,309	400	4,120	0,518	0,502	0,008	1,000	0,280	0,504	0,058	4,120	1,153	201,625	23,033	Autocurage vérifie
R48-R49	107,000	106,700	105,800	105,500	40,040	0,007	0,260	0,463	500	1,623	0,319	0,816	0,047	0,900	0,490	0,400	0,145	1,461	0,795	200,000	72,490	Autocurage vérifie
R49-R50	106,700	104,320	105,500	103,120	60,610	0,039	0,380	0,391	500	3,716	0,730	0,521	0,021	1,012	0,358	0,516	0,089	3,760	1,328	257,793	44,670	Autocurage vérifie
R50-R51	104,320	101,940	103,120	100,740	38,760	0,061	0,400	0,367	500	4,646	0,912	0,438	0,017	0,957	0,333	0,463	0,079	4,446	1,549	231,529	39,712	Autocurage vérifie
R51-R52	101,940	97,960	99,150	96,760	37,830	0,053	0,540	0,422	500	4,317	0,848	0,637	0,018	1,070	0,341	0,581	0,082	4,618	1,471	290,731	41,244	Autocurage vérifie
R52-R53	97,960	94,980	95,900	93,480	49,060	0,049	0,600	0,445	500	4,164	0,818	0,734	0,018	1,094	0,345	0,632	0,084	4,556	1,435	316,188	42,026	Autocurage vérifie
R53-R54	94,980	91,410	93,480	89,910	72,630	0,049	0,720	0,477	500	4,157	0,816	0,882	0,018	1,113	0,345	0,732	0,084	4,625	1,434	366,134	42,065	Autocurage vérifie
R54-R55	91,410	89,120	89,910	87,620	47,320	0,048	0,930	0,526	600	4,658	1,317	0,706	0,011	1,089	0,302	0,618	0,067	5,073	1,408	370,541	40,043	Autocurage vérifie
R55-R56	89,120	86,390	87,620	84,890	70,400	0,039	1,101	0,584	600	4,169	1,179	0,934	0,013	1,119	0,311	0,780	0,070	4,666	1,296	468,279	42,087	Autocurage vérifie
R56-R57	86,390	84,580	84,890	82,780	54,370	0,039	1,180	0,600	800	5,053	2,540	0,465	0,006	0,975	0,267	0,480	0,052	4,926	1,348	384,073	41,832	Autocurage vérifie
R57-R58	84,580	82,770	82,780	80,970	56,500	0,032	1,260	0,637	800	4,591	2,308	0,546	0,007	1,027	0,271	0,531	0,054	4,715	1,243	424,568	43,113	Autocurage vérifie
R58-R59	83,080	80,000	80,000	78,200	39,500	0,046	1,310	0,605	800	5,475	2,752	0,476	0,005	0,983	0,264	0,487	0,051	5,381	1,444	389,939	40,845	Autocurage vérifie
R59-R60	80,000	77,140	77,500	75,340	40,780	0,053	1,370	0,598	800	5,903	2,967	0,462	0,005	0,973	0,261	0,478	0,050	5,743	1,542	382,580	39,987	Autocurage vérifie
R60-R61	77,140	74,930	75,340	73,130	45,440	0,049	1,390	0,611	800	5,657	2,843	0,489	0,005	0,991	0,263	0,496	0,051	5,608	1,486	396,513	40,466	Autocurage vérifie
R61-R62	74,930	72,040	73,130	70,240	68,070	0,042	1,470	0,640	800	5,285	2,657	0,553	0,006	1,031	0,265	0,535	0,052	5,450	1,401	428,019	41,271	Autocurage vérifie
R62-R63	72,040	68,730	70,240	66,930	72,580	0,046	1,580	0,649	800	5,478	2,753	0,574	0,005	1,042	0,264	0,547	0,051	5,709	1,445	437,490	40,840	Autocurage vérifie
R63-R64	68,730	65,190	65,500	63,390	33,760	0,063	1,630	0,619	800	6,412	3,223	0,506	0,005	1,002	0,258	0,506	0,049	6,428	1,657	404,978	39,111	Autocurage vérifie
R64-R65	65,190	62,330	62,400	60,530	38,350	0,049	1,660	0,653	800	5,664	2,847	0,583	0,005	1,047	0,263	0,552	0,051	5,930	1,487	441,659	40,451	Autocurage vérifie
R65-R66	62,330	60,030	60,530	58,230	58,030	0,040	1,710	0,687	800	5,106	2,567	0,666	0,006	1,079	0,266	0,597	0,052	5,511	1,361	477,357	41,698	Autocurage vérifie
R66-R67	60,030	56,900	58,230	55,100	52,890	0,059	1,760	0,644	800	6,240	3,136	0,561	0,005	1,036	0,259	0,540	0,049	6,461	1,618	431,654	39,392	Autocurage vérifie
R67-R68	56,900	53,600	54,000	51,800	42,470	0,052	1,950	0,686	800	5,838	2,934	0,665	0,005	1,079	0,262	0,596	0,050	6,298	1,527	476,658	40,110	Autocurage vérifie
R68-R69	53,600	48,980	51,800	47,180	56,220	0,068	2,040	0,663	800	6,689	3,362	0,607	0,004	1,058	0,257	0,565	0,048	7,076	1,720	452,150	38,690	Autocurage vérifie
R69-R70	48,980	45,000	47,180	43,200	50,000	0,064	2,080	0,675	800	6,489	3,262	0,638	0,005	1,070	0,258	0,582	0,049	6,944	1,675	465,416	38,991	Autocurage vérifie
R70-R71	45,000	42,120	42,000	40,320	26,670	0,058	2,230	0,706	800	6,177	3,105	0,718	0,005	1,091	0,260	0,624	0,049	6,742	1,604	499,160	39,498	Autocurage vérifie
R71-R72	42,120	39,410	39,200	37,610	26,120	0,052	2,390	0,740	800	5,849	2,940	0,813	0,005	1,104	0,261	0,680	0,050	6,459	1,529	543,859	40,088	Autocurage vérifie
R72-R73	39,410	37,330	37,610	35,830	42,880	0,042	2,510	0,786	800	5,226	2,627	0,956	0,006	1,121	0,266	0,803	0,052	5,860	1,388	642,257	41,409	Autocurage vérifie
R73-R74	37,330	34,450	34,330	32,650	26,800	0,063	2,600	0,737	800	6,422	3,228	0,805	0,005	1,103	0,258	0,675	0,049	7,086	1,659	539,899	39,096	Autocurage vérifie
R74-DO	34,45	33,02	31,95	30,52	95,05	0,010	5,772	1,403	1500	3,900	6,892	0,84	0,002	1,11	0,24	0,70	0,042	4,318	0,94	1045,50	63,06	Autocurage vérifie

ANNEXE N°03