



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

Option : CONCEPTION DES SYSTEMES D'ASSAINISSEMENT

THEME :

**Conception du système d'assainissement de la ville de Safsafa
(C.Grarem, W.Mila)**

Présenté par :

BOUSSAOUI Chahinaz

Devant les membres du jury

Nom et Prénoms	Grade	Qualité
M. BOUFEKANE Abdelmadjid	M.C.A	Président
Mme. MOKRANE Wahiba	M.A.A	Examinatrice
M. HACHEMI Abdelkader	M.C.B	Examineur
M. TOUMI Samir	M.C.B	Promoteur

Session Décembre 2020

Remerciement :

Je remercie Dieu le tout puissant, pour m'avoir donné la santé, le courage et la volonté d'étudier, pour m'avoir permis de réaliser ce modeste travail et de me donner la patience dans mes difficiles conditions.

Ensuite je tiens à remercier mes chers parents, qui se sont donné cœurs et âmes pour que je réussisse, qui m'ont aidé moralement et financièrement, et qui m'ont toujours encouragé à donner le meilleur de moi-même. Ainsi que mes chers frères et sœurs qui ont toujours étaient là pour moi.

Toute ma gratitude et mes vifs remerciements à Mr TOUMI (mon promoteur) pour le soutien, l'aide et les conseils qu'il m'a dispensé pour l'élaboration de ce présent mémoire.

Je remercie le président et les membres du jury qui me feront l'honneur de juger mon travail.

Ainsi que toutes mes gratitudes à l'ensemble des enseignants de l'ENSH qui m'ont éclairé, orienté et aidé durant toute ma formation.

Un grand merci pour toutes les personnes qui ont contribuées de près ou de loin pour la réalisation de ce mémoire.

Dédicace :

Je dédie ce modeste mémoire qui est l'accomplissement de longues années d'études, en premier lieu à :

Mes très chers parents, source de vie, d'amour, d'affection, d'espoir et de motivation.

A mes chers frères Ali, Imad et sa fiancée Rofayda, Walid et sa femme Afra et leur petit prince Assil.

A mes chères sœurs Amina, Majda et son mari samir et leurs enfants, Ziad, Salwa et Arij, source de joie et de bonheur.

A toute ma famille,

A tous mes amis, mes copines et mes camarades, tout particulièrement Khaoula, Aïcha, Bassma, Sara, Hana...

BOUSSADOU Chabiraz

ملخص:

يشير الصرف الصحي إلى جميع وسائل ومعدات جمع ونقل وتنقية مياه الصرف الصحي ومياه الأمطار قبل تصريفها في البيئة الطبيعية.

الهدف من هذه الاستراتيجية هو تسيير هذه المياه، بهدف حماية الممتلكات والأشخاص (الصحة، ومكافحة الفيضانات، والبيئة). ولهذا الغرض تتكون هذه المذكرة المتعلقة بنهاية الدروس من دراسة وتصميم شبكة الصرف الصحي لتكتل "صفصافة" الواقع في بلدية جرارم بولاية ميلية. لتأمين إجلائهم خارج المدينة. يوفر هذا العمل توصيات التشغيل من أجل حسن سير النظام، والاستنتاجات.

الكلمات المفتاحية: الصرف الصحي، شبكة الوحدة، الأبعاد، الأعمال المساعدة، منطقة الصفصافة.

Résumé :

L'assainissement désigne l'ensemble des moyens et d'équipements de collecte, de transport, et d'épuration des eaux usées et pluviales avant leur rejet dans le milieu naturel.

Cette stratégie a pour objectif la gestion de ces eaux, en vue d'une protection des biens et des personnes (sanitaire, contre les inondations, et l'environnement). C'est dans cet objectif que ce mémoire de fin d'étude consiste à l'étude et la conception du réseau d'assainissement de l'agglomération "Safsafa" située dans la commune de Grarem wilaya de Mila. Pour assurer leur évacuation en dehors de l'agglomération et les diriger vers une station d'épuration avant leur réutilisation éventuelle.

Ce travail prévoit des recommandations d'exploitation pour le bon fonctionnement du système, et des conclusions.

Mots clés : assainissement, réseau unitaire, dimensionnement, ouvrages annexes, région safsaafa.

Abstract:

Sanitation refers to all the means and equipment for collecting, transporting and purifying wastewater and rainwater before it is discharged into the natural environment. The aim of this strategy is to manage this water, with a view to protect property and people (sanitation, flood control and the environment). Consequently, this study attempts to design a sewerage network for the "Safsafa" agglomeration located in the Grarem region in the Wilaya of MILA. This would ensure their evacuation outside the built-up area and direct them to a wastewater treatment plant before possible reuse. This work provides operational recommendations for the proper functioning of the system and conclusions.

Keywords: sanitation, unit network, dimensioning, ancillary works, Safsaafa region.

Sommaire

Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste des planches	
Liste des annexes	
Introduction générale	

Chapitre I : Présentation de la zone d'étude

I.1. Introduction.....	2
I.2. Présentation du site de Safsafa	2
I.3. Situation géographique.....	2
I.4. Les données naturelles du site.....	3
I.4.1. Situation topographique.....	3
I.4.2. Situation géologique	4
I.4.3. sismicité	4
I.4.4. Situation climatique.....	4
a. Le climat	4
b. La température.....	5
c. Pluviométrie	5
d. humidité	5
e. Vent	6
I.4.5. Situation démographique.....	6
I.5. Situation hydraulique.....	6
I.5.1. Réseau Assainissement	6
I.5.2. Réseau AEP	7
Conclusion.....	8

Chapitre II : Etude hydrologique

II.1. Introduction.....	9
II.2. Généralité.....	9
a. Bassin versant	9
b. Les averses.....	9
c. Période de retour	9
d. L'intensité moyenne de précipitation	10
II.3. Etude des précipitations	10
II.4. Les précipitations maximales journalières.....	12
II.5. Vérification de l'homogénéité de la série	13
II.6. Ajustement de la série.....	13
II.6.1 Ajustement de la série pluviométrique à la loi de Gumbel.....	13
II.6.2. Ajustement de la série pluviométrique à la loi de Galton (Log-normale).....	14
II.6.3 Ajustement de la série pluviométrique à la loi GEV	16
II.6.4 Choix de la loi d'ajustement.....	19
Test graphique	19
Interprétation des graphiques	19
Test d'adéquation de Khi-deux « χ^2 »	19
Interprétation des résultats du test.....	19
II.7. Calcul des pluies et des intensités de courte durée.....	19

II.8.Intensité moyenne maximale.....	21
Conclusion.....	22

Chapitre III : Calcul de base

III.1 .Introduction.....	23
III.2.Système d'évacuation du réseau d'assainissement.....	23
III.2.1.Réseau unitaire.....	23
III.2 .2.Réseau séparatif.....	24
III.2 .3.Réseau pseudo séparatif.....	25
III.2. Le choix du système d'assainissement	27
III.3.Schéma d'évacuation des eaux	27
III.3.1. Schéma perpendiculaire	27
III.3.2. Schéma par déplacement latéral	28
III.3.3. Schéma transversal ou oblique.....	28
III.3.4. Schéma par zones étagées	28
III.3.5. Schéma radial	29
III.4. Le choix du schéma d'évacuation.....	29
III.5. Découpage de l'aire d'étude en sous bassins élémentaires.....	29
III.6.Choix du coefficient de ruissellement.....	30
III.6.1. Coefficient de ruissellement en fonction de la catégorie d'urbanisation	31
III.6.2.Coefficients de ruissellement en fonction de la densité de population	31
III.6.3.Coefficient de ruissellement en fonction de surface drainée	31
III.6.4.Coefficients de ruissellement en fonction de la zone d'influence.....	32
III.7.Calcul de la population pour chaque sous bassin	32
III.7.1.Calcul du coefficient de ruissellement pour chaque sous bassin.....	32
III.7.2. Calcul du coefficient de ruissellement pondéré total.....	33
III.7.3. Calcul de la densité partielle	34
III.7.4.Calcul du nombre d'habitant de chaque sous bassin.....	34
Conclusion.....	35

Chapitre IV : Estimation des débits à évacuer

IV.1. Introduction.....	36
IV.2.Nature et origines des eaux usées.....	36
IV.2.1.Les eaux usées domestiques	36
IV.2.2.Les eaux usées des services publiques.....	36
IV.2.3. Les eaux usées industrielles.....	37
IV.2.4. Les eaux parasites.....	37
IV.3. Les eaux pluviales.....	38
IV.4. Estimation des débits des eaux usées.....	38
IV.4.1. Débits des eaux usées domestiques	38
IV.4.1.1.Débit moyen journalier.....	38
IV.4.1.2. Débit de pointe.....	40
IV.4.2.Débits des eaux usées des établissements publics.....	40
IV.4.2.1.Débit moyen journalier	40
IV.4.2.2.Débit de pointe	41
IV.4.3. Débits totaux des eaux usées à évacuer	41
IV.5. Estimation des débits des eaux pluviales	42
IV.5.1.La méthode rationnelle	43

IV.5.1.1. Coefficient réducteur de l'intensité	43
IV.5.1.2. Validité de la méthode rationnelle.....	44
IV.5.1.3. Hypothèses de la méthode rationnelle	44
IV.5.1.4. Temps de concentration	44
IV.5.1.5. Critique de la méthode rationnelle	45
IV.6. La méthode superficielle (méthode de Caquot).....	45
IV.6.1. Evaluation des paramètres de Caquot	46
IV.6.2. Validité de la méthode superficielle.....	47
IV.6.3. Définition des variables de la formule de Caquot.....	47
IV.6.3.1. Pente moyenne.....	47
IV.6.3.2. Groupement des bassins versants en série ou en parallèle	47
IV.6.4. Critique de la méthode superficielle	48
IV.7. Choix de la méthode	49
IV.8. Calcul des débits pluviaux	49
IV.9. Calcul des débits totales pour chaque sous bassin	50
Conclusion.....	51

Chapitre V : Dimensionnement du réseau d'assainissement

V.1. Introduction.....	52
V.2. Principe de conception d'un système d'assainissement	52
Les collecteurs.....	52
Les regards	52
V.3. Dimensionnement du réseau d'assainissement	52
V.3.1. Conditions d'écoulement et de dimensionnement	52
V.3.2. Base de calcul.....	53
V.3.3. Formule de MANNING-STRICKLER	53
Conclusion.....	75

Chapitre VI : Les éléments constitutifs du réseau

VI.1. Introduction.....	76
VI.2. Les ouvrages principaux	76
VI.2.1. canalisations	76
VI.2.2. Formes et sections des conduites	76
VI.2.3. Types de matériaux	76
VI.2.3.1. Conduite en fonte	76
VI.2.3.2. Conduite en amiante ciment.....	77
VI.2.3.3. Conduite en grés	77
VI.2.3.4. conduite en P.V.C.....	78
VI.2.3.5. Conduite en béton armé.....	78
VI.2.3.6. Conduites en béton non armé	78
1. Joint type Rocla.....	78
2. Joint torique	79
3. Joint à demi-emboîtement	79
4. Joint à collet	79
5. Joint plastique	80
VI.2.4. Critères du choix de conduite	80
VI.2.5. Différentes actions supportées par la conduite	80
VI.2.6. Protection des conduites	80

VI.2.7. Essais des tuyaux préfabriqués	81
VI.2.7.1. Essai à l'écrasement	81
VI.2.7.2. Essai d'étanchéité	81
VI.2.7.3. Essai de corrosion	81
VI.3. Les ouvrages annexes	82
1. Ouvrages normaux.....	82
1.1. Les branchements	82
1.2. Les caniveaux	83
1.3. Les bouches d'égout	83
1.4. Les fossés	84
1.5. Les regards	84
2. Les ouvrages spéciaux	86
2.1. Déversoirs d'orage.....	86
2.1.1. Composition des organes d'un déversoir d'orage	87
2.1.2. Positionnement.....	88
2.1.3. Les différents types des déversoirs d'orage	88
2.1.3.1. Les ouvrages à seuil déversant.....	88
2.1.3.2. Les ouvrages n'utilisant pas le seuil	90
2.1.3.3. Déversoir by-pass	91
2.1.4. Les ouvrages annexes du déversoir d'orage	91
2.1.4.1. Les grilles et les dégrailleurs	91
2.1.4.2. La chambre de tranquillisation et de dessablement	91
2.1.5. Dimensionnement du déversoir d'orage	91
2.1.5.1. Dimensionnement du déversoir d'orage latéral (DO N°1)	91
2.1.5.2. Dimensionnement du déversoir d'orage latéral (DO N°2)	93
Conclusion.....	95

Chapitre VII : Organisation de chantier et sécurité du travail

VII.1. Introduction.....	96
VII.2. Exécution des travaux.....	96
VII.2.1. Manutention et stockage des conduites	96
VII.2.1.1. Chargement et transport	96
VII.2.1.2. Déchargement.....	97
VII.2.1.3. Stockage	97
VII.2.2. Décapage de la couche de terre végétale.....	97
VII.2.3. Exécution des tranchées et des fouilles pour les regards	97
VII.2.4. Aménagement du lit de pose	98
VII.2.5. Emplacement des jalons des piquets	98
VII.2.6. Pose canalisations dans la tranchée	98
VII.2.7. Assemblage des conduites	99
VII.2.8. Essais d'étanchéité.....	99
VII.2.9. Réalisation des regards	99
VII.2.10. Remblaiement et compactage des tranchées.....	99
VII.2.11. Choix des engins.....	99
Pour le décapage de la couche de la terre végétale	100
Pour l'excavation des tranchées	100
Pour le remblaiement des tranchées	101
Pour le compactage	102
VII.3. Détermination des différents volumes	102

VII.3.1. Volume du décapage de la couche végétale.....	102
VII.3.2. Volume des déblais des tranchées	102
VII.3.3. Volume du lit du sable	103
VII.3.4. Volume occupé par les conduites	103
VII.3.5. Volume de l'enrobage	103
VII.3.6. Volume du remblai	103
VII.3.7. Volume excédentaire	103
VII.4. Devis quantitatif et estimatif.....	104
VII.5. Sécurité de travail.....	105
VII.5.1. Introduction.....	105
VII.5.2. Les Causes Des Accidents	105
VII.5.3. Les conditions dangereuses	105
VII.5.4. Les actions dangereuses	106
VII.5.4. Organisation de La prévention des accidents du travail.....	106
Conclusion	107
Conclusion générale.....	108
Références bibliographiques	
Annexe	

Liste des tableaux

Chapitre I : Présentation de la zone d'étude

Tableau I-1 : Répartition mensuelle de la température de la wilaya de Mila.....	5
Tableau I-2 Précipitations moyennes mensuelles.....	6
Tableau I-3 : les valeurs de l'humidité mensuel.....	6
Tableau I-4 : les vitesses moyennes mensuelles des vents.....	6

Chapitre II : Etude hydrologique

Tableau II-1 : Identification de la station de BOU MALEK.....	9
Tableau II-2 : La série pluviométrique (station BOU MALEK) 1974-2017.....	11
Tableau II-3 : Les caractéristiques de la série.....	12
Tableau II-4 : Résultat de l'ajustement à la loi de Gumbel (Hyfran).....	13
Tableau II-5 : Résultat de l'ajustement à la loi de Galton (Log-normale) (Hyfran).....	15
Tableau II-6 : Résultat de l'ajustement à la loi GEV (Hyfran).....	16
Tableau II-7 : Résultat du test de Khi-deux « χ^2 » pour les deux lois choisies.....	18
Tableau II-8 : Pluies de courte durée de différentes périodes de retour et leurs intensités.....	19

Chapitre III : Calcul de base

Tableau III-1 : Avantages et inconvénients des différents systèmes.....	26
Tableau III-2 : Coefficients de ruissellement en fonction de la catégorie d'urbanisation.....	30
Tableau III-3 : Coefficients de ruissellement en fonction de la densité de population.....	31
Tableau III-4 : Coefficient de ruissellement en fonction de la nature des surfaces	31
Tableau III-5 : Coefficients de ruissellement en fonction de la zone d'influence	32
Tableau III-6 : Valeurs de coefficients de ruissellement pour chaque sous bassin.....	33
Tableau III-7 : Nombre d'habitants pour chaque sous bassin.....	35

Chapitre IV : Estimation des débits à évacuer

Tableau IV-1 : Débits des eaux usées domestiques pour chaque sous bassin.....	39
Tableau IV-2 : Débits des eaux usées des équipements publics pour chaque sous bassin.....	41
Tableau IV-3 : Débits totaux des eaux usées pour chaque sous bassin.....	41
Tableau IV-4 : Détermination des paramètres équivalents dans le cas de l'assemblage des bassins versants en série ou en parallèle.....	48
Tableau IV-5 : évaluation des débits pluvieux pour chaque sous bassin.....	49
Tableau IV-6 : débits totaux pour chaque sous bassin.....	50

Chapitre V : Dimensionnement du réseau d'assainissement

Tableau V.1 : Collecteur principal N°01.....	56
Tableau V.2 : Collecteur principal N°02.....	58
Tableau V.3 : Collecteur secondaire N°01.....	60
Tableau V.4 : Collecteur secondaire N°02.....	61

Tableau V.5 : Collecteur secondaire N°03.....	62
Tableau V.6 : Collecteur secondaire N°04.....	63
Tableau V.7 : Collecteur secondaire N°05.....	63
Tableau V.8 : Collecteur secondaire N°06.....	64
Tableau V.9 : Collecteur secondaire N°07.....	64
Tableau V.10 : Collecteur secondaire N°08.....	65
Tableau V.11 : Collecteur secondaire N°09.....	65
Tableau V.12 : Collecteur secondaire N°10.....	66
Tableau V.13 : Collecteur secondaire N°11.....	67
Tableau V.14 : Collecteur secondaire N°12.....	67
Tableau V.15 : Collecteur secondaire N°13.....	68
Tableau V.16 : Collecteur secondaire N°14.....	68
Tableau V.17 : Collecteur tertiaire N°1.....	68
Tableau V.18 : Collecteur tertiaire N°2.....	69
Tableau V.19 : Collecteur tertiaire N°3.....	69
Tableau V.20 : Collecteur tertiaire N°4.....	69
Tableau V.21 : Collecteur tertiaire N°5.....	70
Tableau V.22 : Collecteur tertiaire N°6.....	70
Tableau V.23 : Collecteur tertiaire N°7.....	70
Tableau V.24 : Collecteur tertiaire N°8.....	71
Tableau V.25 : Collecteur tertiaire N°9.....	71
Tableau V.26 : Collecteur tertiaire N°10.....	71
Tableau V.27 : Collecteur tertiaire N°11.....	72
Tableau V.28 : Collecteur tertiaire N°12.....	72
Tableau V.29 : Collecteur tertiaire N°13.....	72
Tableau V.30 : Collecteur tertiaire N°14.....	73
Tableau V.31 : Collecteur tertiaire N°15.....	73

Chapitre VI : Les éléments constitutifs du réseau

Tableau VI.1 : dimensionnement des déversoirs d'orage projetés.....	95
---	----

Chapitre VII : Organisation de chantier et sécurité du travail

Tableau VII.1 : Volumes des travaux.....	104
Tableau VII-2 : Devis quantitatif et estimatif des couts de projets.....	104

Liste des figures

Chapitre I : Présentation de la zone d'étude

Figure I.1 : Localisation de la wilaya de MILA.....	3
Figure I.2 : Localisation de la zone d'étude.....	3
Figure I.3 : Carte Géologique Wilaya De Mila.....	4

Chapitre II : Etude hydrologique

Figure II-1 : Ajustement graphique à la loi de Gumbel.....	14
Figure II-2 : Ajustement graphique à la loi de Galton (Log-normale) (Hyfran).....	15
Figure II-3 : Ajustement graphique à la loi GEV (Hyfran).....	17
Figure II-4 : Courbes Pluie-Durée-Fréquence (PDF).....	20
Figure II-5 : Courbes Intensité-Durée-Fréquence (IDF).....	21

Chapitre III : Calcul de base

Figure III.1 : système unitaire Source (Polycopies de l'assainissement).....	24
Figure III.2 : système séparatif Source (Polycopies de l'assainissement).....	24
Figure III.3 : système pseudo séparatif Source (Polycopies de l'assainissement).....	25
Figure III.4 : schéma perpendiculaire.....	27
Figure III.5 : Schéma par déplacement latéral.....	28
Figure III.6 : Schéma transversal ou oblique.....	28
Figure III.7 : Schéma par zones étagées.....	28
Figure III.8 : (01) Schéma radial unique ; (02) Schéma radial par zone.....	29

Chapitre VI : Les éléments constitutifs du réseau

Figure VI.1 : Joints sur tuyaux en amiante ciment.....	77
Figure VI.2 : Joints sur tuyau en grès.....	77
Figure VI.3 : Joint type Rocla.....	78
Figure VI.4 : Joint torique.....	79
Figure VI.5 : Joint à demi-emboitement.....	79
Figure VI.6 : Joint à collet.....	79
Figure VI.7 : Joint plastique.....	80
Figure VI.8 : Exemple d'un branchement simple.....	82
Figure VI.9 : Exemple d'une bouche d'égout sans décantation.....	83
Figure VI.10 : Exemple d'un regard simple.....	84
Figure VI.11 : Exemple d'un regard de jonction.....	85
Figure VI.12 : Exemple d'un regard de chute.....	86
Figure VI.13 : Schéma de principe du déversoir d'orage.....	88
Figure VI.14 : Déversoir à seuil latéral pur, vue de dessus.....	89
Figure VI.15 : déversoir à seuil frontal.....	89
Figure VI.16 : Exemples de déversoir frontal.....	90
Figure VI.17 : Schéma d'un déversoir à seuil double.....	90

Chapitre VII : Organisation de chantier et sécurité du travail

Figure VII.1 : chargement des canalisations.....	96
Figure VII.2 : déchargement des canalisations.....	97
Figure VII.3 : lit de pose.....	98
Figure VII.4 : Niveleuse.....	100
Figure VII.5 : Bulldozer.....	100
Figure VII.6 : Pelle à chenille.....	101
Figure VII.7 : Chargeuse.....	101
Figure VII.8 : Compacteur à rouleaux lisses.....	102

Liste des planches :

Planche N°01 : Levé topographique.

Planche N°02 : Plan de masse avec réseau projeté.

Planche N°03 : Profil en long du collecteur principal 01.

Planche N°04 : Profil en long du collecteur principal 02.

Planche N°05 : Les ouvrages annexes.

Liste des annexes :

Annexe [1] : table de χ^2 .

Annexe [2] : Les variations des débits et des vitesses en fonction de la hauteur de remplissage.

Annexe [3] : dimensions des regards de chute.

Annexe [4] : le volume du terrassement.



Introduction générale

Introduction générale :

L'assainissement est devenu par une définition classique, une technique qui consiste à évacuer par voie hydraulique le plus rapidement possible et sans stagnation, les eaux de toutes natures ne doivent pas être laissées ruisseler naturellement, elles doivent être guidées, canalisées pour être dirigées vers des émissaires ou artificiels et parfois être épurées et traitées avant leur rejet définitif.

L'assainissement est l'ensemble des techniques qui permettent l'évacuation par voie hydraulique des eaux usées et pluviales. On distingue trois catégories d'eaux usées, les eaux de précipitation, les eaux usées d'origine domestique, les eaux industrielles.

Toutes ces eaux qui véhiculent des matières organiques ou minérales en suspension ainsi causer des problèmes au niveau du réseau d'assainissement (les regards, les collecteurs), comme des bouchages des fuites des casseurs, des problèmes des stagnations et l'affaissement du terrain ainsi le débordement des eaux usées dans les regards dues aux faibles pentes et colmatage des conduites.

Le rôle d'un réseau d'assainissement est triple, assurer la protection contre les Inondations et permettre la protection de la santé publique et la préserver l'environnement contre les rejets des eaux usées.

Notre étude est portée sur l'agglomération de SAFSAFA qui est une agglomération secondaire de chef-lieu de GRAREM GOUGA.

Dans notre travail, nous avons procédé en commençant par la présentation de la zone d'étude du point de vue (topographie, géologie, climatologie, ...) en premier lieu. En deuxième lieu, le calcul des différents débits à évacuer et le dimensionnement du réseau unitaire. Et en dernier lieu, le tracé du plan d'évacuation.

CHAPITRE I :



Présentation de la zone d'étude

I.1.Introduction :

Avant d'entamer n'importe quel projet d'assainissement, l'étude du site est nécessaire pour connaître les caractéristiques physiques du lieu et les facteurs qui influencent sur la conception de ce projet

En effet, chaque site présente des spécificités touchant en particulier l'assainissement que ce soit :

- les données naturelles du site ;
- les données relatives à l'agglomération ;
- les données relatives au développement futur de l'agglomération,
- les données propres à l'assainissement ;

Donc la présentation de l'agglomération est une phase importante pour procéder à l'élaboration de l'étude du diagnostic et de l'extension du réseau d'assainissement de la localité

I.2. Présentation du site de Safsafa :

Safsafa qui au recensement de 1987 était considérée comme une agglomération secondaire de la commune de Grarem, une partie intégrante du chef-lieu pour constituer un ensemble urbain homogène. Elle est située dans la partie nord-ouest de L'A.C.L de Grarem gouga, dont notre zone d'étude fait partie, elle se présente comme future zone d'extension.

-La zone Safsafa est distante d'environ 2Km du centre-ville de Grarem à laquelle elle est reliée par l'ancien tracé de la route national (RN 27) qui traverse la région menant vers Constantine.

La zone d'étude safsafa est de superficie de 32 ha, le cadre bâti occupe une superficie de 76% de la superficie globale du quartier.

I.3. Situation géographique :

La zone d'étude situe à la sortie Nord-Ouest du chef-lieu de commune, à une distance d'environ 2K, le long de l'ancien tracé de la RN 27 elle est délimitée :

- * *Au Nord :* Par des terrains vagues.
- * *Au Sud :* Par L'ancien tracé de la RN27
- * *A l'Est :* Par le POS N°3(safsafa).
- * *A l'Ouest :* Par des terrains agricoles.

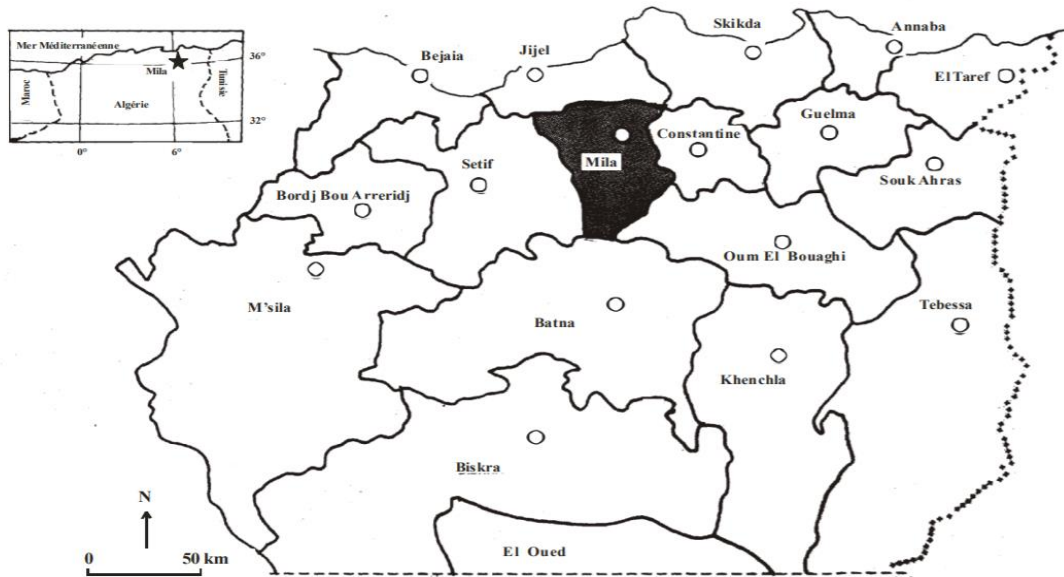


Figure I.1 : Localisation de la wilaya de MILA. Source (ANRH Alger).



Figure I.2 : Localisation de la zone d'étude. Source (Google Earth)

I.4. Les données naturelles du site

I.4.1. Situation topographique :

L'étude topographique joue un rôle important dans la conception du réseau d'assainissement ; vu que l'évacuation des eaux s'effectue avec un écoulement gravitaire, sauf dans le cas de contre pente où le relief exige un relevage.

Le relief du terrain d'étude du Safsafa est marqué par des pentes douces, moyennes et fortes allant de 8% jusqu'à 25%.

I.4.2. Situation géologique :

La géologie du site nous permet de prendre les dispositions nécessaires pour la réalisation des tranchées et aussi pour le choix des engins de terrassement.

La géologie de la région est caractérisée au Nord par les montagnes de chaînes numidique s'étendant depuis les gorges de l'oued el kebir jusqu'au col de sferdiela à l'Est constitués en générale des roches calcaires (Djebel M'cide Aicha et Kef Sidi Driss).

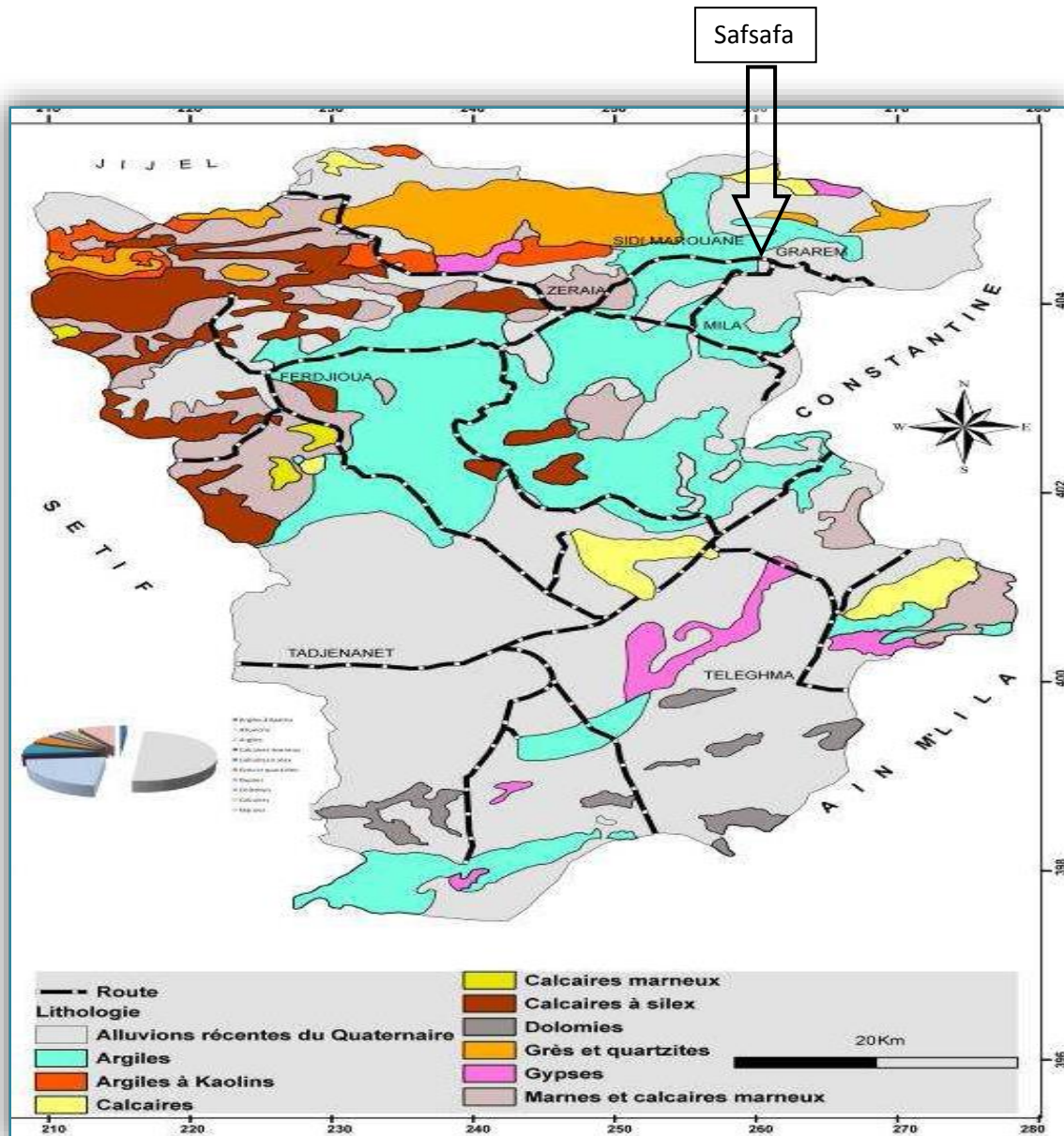


Figure I.3 : Carte Géologique Wilaya De Mila. Source (BET, MILA)

I.4.3. sismicité :

Selon le Règlement Parasismique Algérien (R.P.A.88), puis 99 modifié en 2003 suite au dernier séisme important survenu en Algérie à Boumerdes, en Mai 2003, le territoire Algérien serait divisé en cinq zones de sismicité croissante.

- zone 0 : de sismicité négligeable
- zone I : de sismicité faible
- zone IIa- IIb : de sismicité moyenne
- zone III : de sismicité élevée

La région de MILA est classée dans la zone (IIa) caractérisée par une sismicité modérée (voir Figure. I.4), pouvant causer des dégâts (humains et matériels) assez remarquables.

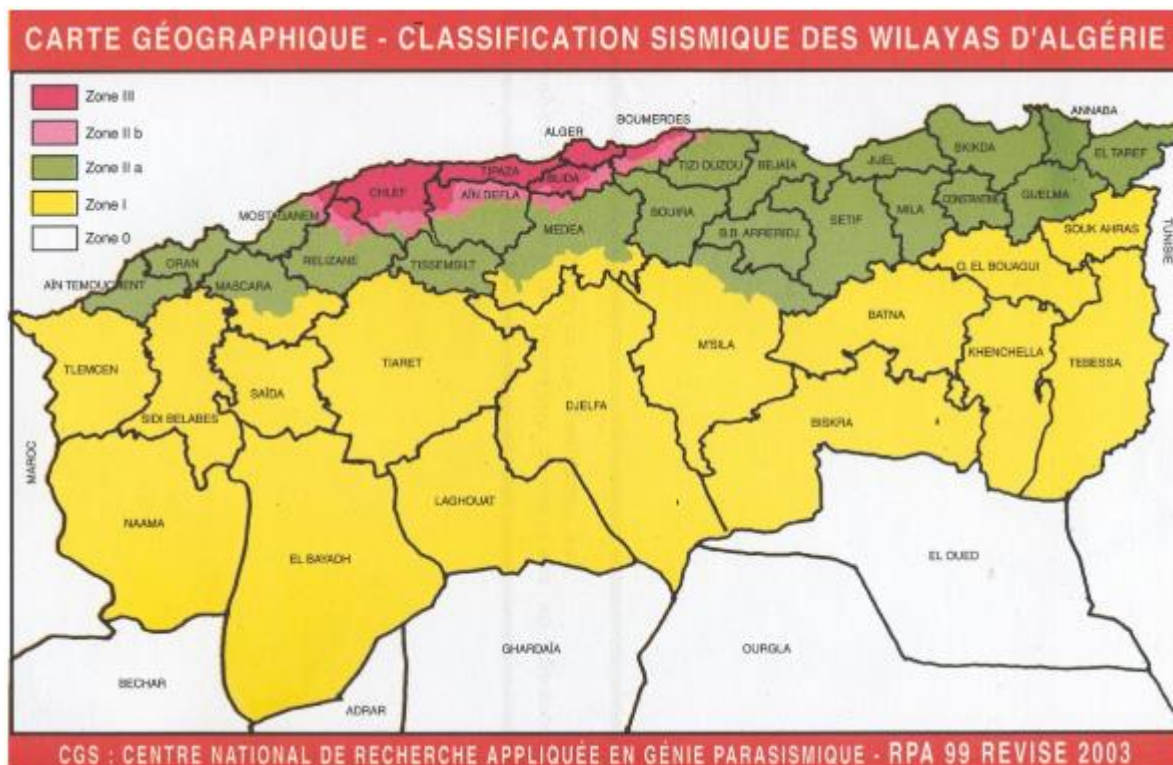


Figure I.4 : Carte géographique-classification sismique des wilayas d'Algérie (nord)

I.4.4. Situation climatique :

a. Le climat :

Le climat est celui dit : Méditerranéen, qui se caractérise par des étés chauds et des hivers rigoureux et humides.

b. La température :

La température est parmi les facteurs à prendre en considération, car elle a une influence importante sur la viscosité de l'eau.

En ce qui concerne les températures de la zone de safsafa, le minimum moyen est de 3°, le maximum moyen 30°. La douceur du climat vient du fait de la situation du bassin

intramontagnard dans une zone sabellienne ou l'influence de la mer n'est pas à exclure et ce malgré la barrière montagneuse du massif tellien.

La saison chaude et sèche s'étend d'avril à septembre, la saison froide et pluvieuse d'octobre à mars.

Tableau I-1 : Répartition mensuelle de la température de la wilaya de Mila (2005-2015).

Mois	Sep.	Oct	Nov	Dec	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Moyenne interannuelle (°C)
Min(°C)	16,4	11,3	6,9	3,4	2,9	3,8	5,4	7,3	10,5	15,1	17,9	18,1	9,92
Moy(°C)	22,8	17	11,95	7,75	7,1	8,55	10,6	13,1	16,8	21,55	25,35	25,45	15,67
Max(°C)	36,1	29,6	23,7	18,3	16,8	20,5	23,7	27,7	30,5	36,6	37,9	39,7	28,43

Source : ANRH Alger

Selon le tableau au-dessus, on peut distinguer deux périodes :

- Une période froide qui s'étale de Novembre à Mai ; les mois les plus froids et pluvieux sont Décembre et Janvier.

- Une période chaude et sèche qui s'étale de Juin à Octobre ; les mois les plus chauds sont Juillet et Août.

c. Pluviométrie :

Les précipitations sont importantes mais irrégulièrement réparties à travers l'espace de la commune et le temps, il tombe plus de 900mm de pluie par an sur les reliefs montagneux, et moins de 500mm au niveau de la plaine.

Tableau I-2 Précipitations moyennes mensuelles (1974-2017)

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Total
P(mm)	22	42	48	68	83	63	55	46	44	25	6	9	511
P(%)	4,31	8,22	9,39	13,31	16,24	12,33	10,76	9	8,61	4,89	1,17	1,76	100

Source : ANRH Alger

d. humidité :

Le site objet de la présente étude fait partie de la commune de Grarem gouga qui fait partie des domaines bioclimatiques sub –humides.

Les valeurs de l'humidité mensuelle moyennent interannuel pour la période 2003-2013 sont mentionnées dans le tableau ci-dessous :

Tableau I-3 : les valeurs de l'humidité mensuel.

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout
Humidité moyenne(%)	85	82	84	84	89	88	90	83	86	91	94	92

Source : ANRH de Constantine

e. Vent :

Le vent dominant est de secteur nord les vitesses moyennes sont de 2.8 (m/s), une grand variation d'un mois l'autre (les minimales à 2.5 m/s et les maximales à 3.2 m/s) d'après les mesures de la station météorologique de Constantine pour la période (1975-1985).

Tableau I-4 : les vitesses moyennes mensuelles des vents.

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout
Vitesses Du Vent (m/s)	1,74	2,07	2,9	2,71	2,41	2,71	2,59	2,32	2,18	2,03	2,12	2,08

Source : ANRH de Constantine

I.4.5. Situation démographique :

Dans toutes les études d'assainissement et de la planification, et afin de déterminer les perspectives à court, moyen, voir à long terme, on fixe un taux d'accroissement pour la région d'étude.

Pour celle-ci, d'après le RGPH 2008, le taux d'accroissement de la ville d'EL grarem est estimé à 1.6%.

Pour l'estimation du nombre d'habitants pour différents horizons, on se réfère à la loi des accroissements géométriques donnés par la relation suivante :

$$P_n = P_0 (1 + \tau)^n$$

P_n : population projetée à l'horizon donné.

P_0 : Population à l'année de référence.

τ : taux d'accroissement ($\tau = 1.6\%$).

n : nombre d'années séparant l'année de référence et l'année de l'horizon.

Les valeurs ainsi calculées sont consignées dans le tableau suivant :

Année	2020	τ	2050
Population	6650	1,6	10706

Source (Apc Grarem)

I.5. Situation hydraulique :**I.5.1. Réseau Assainissement :**

Les eaux pluviales et les eaux usées sont déversées comme suit :

La partie Est :

On propose un déversoir d'orage (DO N°01) où le diamètre d'entrée est égal à 1200mm.

Les eaux pluviales sont déversées vers cha3ba et les eaux usées sont acheminée vers la station d'épuration de Sidi Merouane.

La partie Ouest :

On propose un deuxième déversoir d'orage (DO N°02) où le diamètre d'entrée est égal à 600mm.

Les eaux pluviales sont déversées vers chaaba et les eaux usées sont acheminée vers la station d'épuration de Sidi Merouane.

I.5.2. Réseau AEP :

L'approvisionnement en eau potable, de la ville de Safsafa, se fait à partir des réservoirs de 1000 m³ situé sur les hauteurs nord du la cité.

Les conduites Ø200 et Ø150 sont en acier enrobé et les conduites de diamètre inférieur à 150(Ø 80, Ø 60, Ø 40) sont en acier galvanisé.

La conduite d'adduction qui alimente le réseau et en Ø200situé au nord-est du la cité.

Conclusion :

Dans ce chapitre ; on a donné un aperçu général sur la zone d'étude, on a défini les caractéristiques nécessaires du site et on a déterminé les données de base pour entamer le projet qui est la conception du système d'assainissement de la ville de safsafa.

CHAPITRE II :



Etude hydrologique

II.1. Introduction :

L'hydrologie peut être définie brièvement comme la science qui étudie le cycle de l'eau dans la nature et l'évolution de cette dernière à la surface de la terre et dans le sol. L'hydrologie fait appel à de nombreuses sciences, certaines rattachées à la physique du globe telles que : la météorologie, la climatologie ... etc. d'autres plus générales telles que la statique mathématique, l'hydraulique. L'hydrologie est devenue aujourd'hui une technique importante de l'art de l'ingénieur intéressé à l'exploitation ou au contrôle des eaux naturelles. Des études hydrologiques plus ou moins poussées sont indispensables pour le dimensionnement des réseaux d'assainissement. Celui-ci est lié à la probabilité de l'apparition de l'événement « pluie max journalière », soit donc la période de retour qui a pour symbole la lettre « T ». La connaissance de l'intensité moyenne maximale est très importante dans le dimensionnement. Nous dirons que la connaissance des précipitations, en particulier les pluies maximales journalières et les pluies de courte durée dites averses, est très importante.

II.2. Généralité :

a. Bassin versant :

On appelle bassin versant, ou bassin de drainage, d'une rivière considérée en un point donné de son cours, l'aire limitée par le contour à l'intérieur duquel l'eau précipitée se dirige vers ce point de la rivière. Si le sol est imperméable, il est bien évident quelles limites du bassin sont définies topographiquement par la ligne de crête le séparant d'un bassin voisin (bassin topographique). Pour les sols perméables, le bassin versant réel peut différer du bassin topographique sauf dans le cas d'une circulation particulièrement intense (terrain karstique, basaltes, couches sableuses très puissantes). Cet effet est surtout sensible pour de très petits bassins. En pratique, on admet la plupart du temps que le Bassin versant coïncide avec le bassin topographique.

b. Les averses :

Les averses sont des éléments de pluies associées à une même perturbation Météorologique. La durée du phénomène continu varie entre quelques minutes et plusieurs dizaines d'heures.

Les éléments averses considérés dans deux réseaux se caractérisent soit par :

- Un volume important.
- Une forte intensité.
- Une érosion ou un apport de pollution liée au ruissellement.

Dans l'averse de Projet, nous retenons que « la pluie nette », définit comme la différence entre la lame précipitée total enregistrée et les pertes dans le bassin considéré (infiltration, saturation des sols, le stockage dans les dépressions évaporation).

c. Période de retour :

La période de retour, ou temps de retour, caractérise le temps statistique entre deux occurrences d'un événement naturel d'une intensité donnée. Ce terme est très utilisé pour caractériser les risques naturels comme les tremblements de terre, la crue ou l'inondation, la tempête, l'orage, etc...

❖ Choix de la période de retour :

La période de retour représente le temps que met une averse d'une intensité donnée pour se re-manifester.

Dans le domaine d'assainissement le choix de la période de retour se fait à partir des situations générales ou particulières, de degrés de protection ou de compromis dont l'évaluation appartient aux responsables locaux. Il est en effet préférable d'obtenir sur l'ensemble d'un réseau un degré de protection, par exemple T= 5 ans, plutôt que de réaliser des extensions de fréquence décennale, sachant que les collecteurs en aval seront insuffisants. En Algérie nous optons généralement pour une période de retour décennale (T=10 ans).

d. L'intensité moyenne de précipitation :

Lors de l'étude d'une averse, il est convenu de déterminer les intensités moyennes pour plusieurs valeurs échelonnées de l'intervalle de référence Δt .

L'intensité moyenne c'est la quantité de pluie (Δh) tombée durant l'unité de temps (Δt). Elle est exprimée comme ci-après :

$$I_m = \frac{\Delta h}{\Delta t} \quad (\text{II.1})$$

Avec : I_m : intensité moyenne en mm/h.

Δh : hauteur de pluie tombée pendant la durée t.

II.3. Etude des précipitations :

Pour l'étude de précipitations en assainissement on a besoin d'une série comportant les précipitations maximales journalières pour une période la plus longue possible fournie par l'A.N.R.H d'Alger (Tab N°II.1)

Comme base de données pluviométriques on se refait aux informations recueillies par la station pluviométrique de BOU MALEK, Dont les coordonnées sont les suivantes :

Tableau II-1 : Identification de la station de BOU MALEK

Code de la station	Nom station	Coordonnées
100401	BOU MALEK	X : 817,15
		Y : 337
		Z : 830

Source : ANRH d'Alger

La station fournit une série pluviométrique comportant les pluies maximales mensuelles et annuelles. Cette série s'étend sur une période d'observation de 43 ans allant de 1974/1975 jusqu'à 2016/2017.

Les données de la série sont présentées dans le tableau suivant (Tableau II-2) :

Tableau II-2 : La série pluviométrique (station BOU MALEK) 1974-2017

Année	Précipitations maximales journalières (mm)												MAX
	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juill	Août	
74-75	8,5	8,5	7,5	11,7	16	6,5	15,8	19,8	3,7	5,7	24,5	11,5	24,5
75-76	32,7	18,9	10,6	52,2	10	14,1	20	18,2	26,1	2,5	0	0	52,2
76-77	26,6	20,3	0	15,3	37,7	33	12,5	9,4	27,7	3,1	8,4	0,5	37,7
77-78	17	16,2	19,5	7,3	40	11,9	17,5	17,5	11,7	0	10,5	5	40
78-79	11,2	9,7	0	8,9	10	10,4	10,3	8,9	1,2	3,6	2,2	6,2	11,2
79-80	14	8,3	7,7	16,6	7,9	27	21,6	6,7	8,2	3,2	0,8	2,4	27
80-81	25,7	28,2	31,7	36,1	28,1	58,3	19,8	4,9	16,4	2,8	0	11,9	58,3
81-82	18,1	7,1	33,6	19,1	12,3	18,6	24,6	60,4	26,1	36,3	9,3	6,3	60,4
82-83	28,9	35,3	28,7	10,4	23,8	2,4	3,3	20,9	63,6	0	0	0	63,6
83-84	12,4	2,5	22,5	1,3	28,2	21,8	11,1	31,4	11,2	0	0	28,2	31,4
84-85	0	12,3	18,3	6,4	16	26,6	9,2	40,4	14,8	18,2	2,6	0	40,4
85-86	55,8	4,6	12	8,3	12	9,9	28,7	20,5	24,6	9,1	0	0	55,8
86-87	41	6,5	13,5	48,2	10,2	13,9	12,8	11,4	5,9	19,8	0	30,2	48,2
87-88	5,5	16,8	16,4	19,7	31,6	16,2	20	17,9	22,4	9,4	1,5	0	31,6
88-89	12,2	36	13,3	25,9	5,7	11,7	17	2,7	7,4	10,4	4,8	29,4	36
89-90	3,4	11,4	19,9	15,4	23,2	81,4	16,3	12,6	6,7	6,2	0	1,2	81,4
91-92	12,9	28,7	2,4	65,3	17,3	8,2	83,5	11,5	16,2	2,2	0	0	83,5
92-93	12,2	12,4	8,4	12,4	27,2	0	0	18,8	11,3	7,9	0	2	27,2
93-94	35,6	2,1	10,5	13,8	9,2	14,3	18,3	5,2	3,8	0	7,1	2,3	35,6
94-95	2,1	13,5	8,8	3,3	4,5	10,7	11,6	24,1	15,7	5,3	19,9	10,1	24,1
95-96	0	0	6,6	21,1	7,3	30,7	12,8	11,2	6,5	0	0	5,4	30,7
96-97	15,4	12,2	2,1	5,1	18,7	0	13,2	9	0	0	0	0	18,7
97-98	6,7	0	8,9	13,7	3,1	22,8	11,6	13,2	20,4	0	0	0	22,8
98-99	6,6	9,4	11,3	8,3	25,9	10,3	17,4	21	19,6	0	3,1	0	25,9
99-00	5,2	3,2	10,4	13,6	19,7	13,7	9,7	4,9	5,2	2,3	0	3,8	19,7
00-01	2,5	5,3	3,4	6,7	13,3	17,7	4,4	14,9	2,7	0	0	5,7	17,7
01-02	7,8	11,6	2,3	11,3	23	8,5	14	7,1	1,9	17,1	0	5,6	23
02-03	12,2	13,9	17,4	12,5	11,7	22,8	16,5	19,2	24,4	16	2	11,6	24,4
03-04	3,5	11	8	13,1	47,9	5,7	5,3	13,7	7,4	8,6	4,6	11,5	47,9
04-05	28,9	17,6	23,7	18,7	6,1	31,1	12,7	38,7	21,3	4,5	0	5,4	38,7
05-06	21,5	16,6	48,7	7,5	20,1	14,6	13,4	13,6	5,3	15,3	4,6	11,9	48,7
06-07	21,7	10,7	18	19,8	15,8	4,5	7,6	12,6	19	13,5	0	5,2	21,7
07-08	4,1	8,3	9,6	0	32,5	30,5	5,5	19,8	19,2	0	1	6,6	32,5
01-02	31,9	15,9	18,3	12,1	25,5	20,5	19,2	7,2	17,5	4,2	18,5	14,4	31,9
08-09	16,3	10,3	42,8	65	45,5	77	23,3	43,8	19,5	13,5	8,5	12,5	77
09-10	5,5	23,5	17,8	47,8	43,6	5	37,5	34,3	17,5	16,3	3,5	7,3	47,8
10-11	7,5	12,8	33,4	24,4	31,5	20,9	30,5	46,6	8	4	9,5	6,2	46,6
11-12	13	11,3	14,1	37,3	28,3	34,2	11,5	20,7	23,2	0	0	0	37,3
12-13	24,1	7,7	3,9	27,2	7,3	10	0	17	16	0,4	0	1,8	27,2
13-14	16,2	0	7,4	18,5	6,5	8	27	10,1	20,1	11,1	6,3	5,8	27
14-15	36,5	18,9	33	7,1	30,5	12,2	23,5	17,6	0	0	0	0	36,5
15-16	19,5	0	5,5	0	11,9	15,1	16,2	21,6	35,2	12,3	0	4	35,2
16-17	6,6	13	26,2	18,2	3,5	66,7	25	23,1	11	7	1	6	66,7

Source : ANRH d'Alger

II.4. Les précipitations maximales journalières :

L'étude consiste à faire un ajustement pour la série de données des précipitations maximales journalières par une loi théorique afin de déterminer une intensité de pluie de durée et de période de retour donnée. Pour notre étude on passe par les étapes suivantes :

- Vérification de l'homogénéité de la série.
- Classer la série des $P_{max,j}$ ordre croissant.
- Calculer la fréquence expérimentale $F(x)$ (au non dépassement).
- Calculer les caractéristiques empiriques de la série.
- Ajuster la série graphiquement.
- Déterminer les quantiles et leurs intervalles de confiance.
- Calculer les averses et les intensités de courte durée.

Tableau II-3 : Les caractéristiques de la série

Caractéristiques	Formule	valeurs
La somme des $P_{max,j}$ (mm)	$\sum_{i=1}^N X_i$	1675,7
La moyenne des $P_{max,j}$ (mm)	$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N}$	38,97
L'écart type « σ_x »	$\sigma_{P_{max,j}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (P_{max,j} - \bar{P}_{max,j})^2}{N}}$	17,26
Coefficient de variation« C_v »	$C_v = \frac{\sigma_{P_{max,j}}}{\bar{X}}$	0,44
L'exposant climatique	$b = 0.32$	
Médiane	35,5	
Maximum	83,5	
Minimum	11,2	

II.5. Vérification de l'homogénéité de la série :

La vérification de l'homogénéité de la série est indispensable avant de passer à l'ajustement. L'homogénéisation des données est une analyse statistique de l'information aidant à une prise de décision conséquente. Elle consiste en :

- La détection des anomalies dans la série hydrologique.
- La correction de ces anomalies par des méthodes appropriées.

Dans notre cas, nous avons une série de pluies journalière maximales c'est-à-dire des valeurs extrêmes, donc nous n'aurons pas besoin de vérifier l'homogénéité de la série.

II.6. Ajustement de la série :

L'efficacité d'une méthode d'estimation dépend de la loi de probabilité, de la taille de l'échantillon et de ses caractéristiques. Toutefois, de nombreuses études comparatives, autant empiriques que théoriques, ont été menées afin de déterminer dans quelles circonstances une loi donnée est efficace.

Pour faciliter le travail, l'ajustement sera traité par le logiciel « Hyfran » avec les trois lois suivantes : la loi de Gumbel, la loi de Galton (Log-normal) et la loi GEV.

II.6.1 Ajustement de la série pluviométrique à la loi de Gumbel :

- ✓ La fonction de répartition de la loi de Gumbel $F(x)$ est donnée par l'expression :

$$F(X) = e^{-e^{-u}} \tag{II.2}$$

Avec :

u : Variable réduite de GUMBEL s'écrit sous la forme :

$$\frac{x-x_0}{\alpha} \tag{II.3}$$

Où a et b sont les paramètres du modèle de Gumbel.

- ✓ La distribution s'écrit alors de la manière suivante :

$$u = -\ln(-\ln(F(x))) \tag{II.4}$$

- ✓ L'avantage d'utiliser la variable réduite est que l'expression d'un quantile est alors linéaire :

$$x = \alpha u + x_0 \tag{II.5}$$

- ✓ Les paramètres de la loi de Gumbel, par la méthode du maximum de vraisemblance

$$\alpha = 13,26 \quad ; \quad x_0 = 30,61 \text{ mm}$$

- ✓ Résultats de l'ajustement à la loi de Gumbel

Tableau II-4 : Résultat de l'ajustement à la loi de Gumbel (Hyfran)

Période de retour T (ans)	Fréquence au non dépassement q	Valeur théorique X_T (mm)	Ecart-type	Intervalle de confiance
100	0,99	91,6	7,28	75,4-108
50	0,98	82,3	7,20	68,2-96,5
20	0,95	70	5,78	58,7-81,3
10	0,90	60,4	4,71	51,2-69,7

5	0,80	50,5	3,66	43,3-57,7
---	------	------	------	-----------

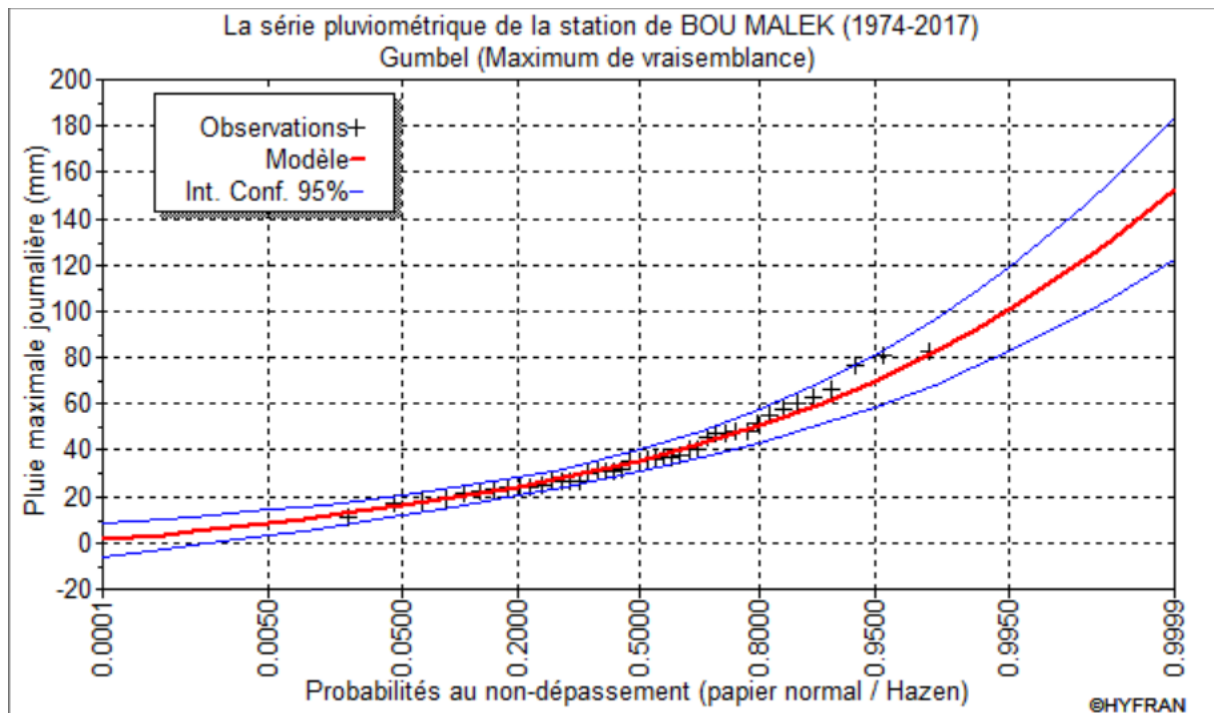


Figure II-1 : Ajustement graphique à la loi de Gumbel(Hyfran)

II.6.2. Ajustement de la série pluviométrique à la loi de Galton (Log-normale) :

Le procédé d’ajustement est identique à celui établi pour la loi de Gumbel, seul la représentation graphique change ou elle est faite sur du papier log-normale.

✓ La fonction de répartition de la loi Log-normale F(x) est donnée par l’expression :

$$F(x) = \sqrt{2\pi} \int_{-\infty}^u e^{-\frac{u^2}{2}} du \tag{II.6}$$

Sachant que « u » est la variable centrée réduite de Gauss :

$$u = \frac{\ln(x) - \overline{\ln(x)}}{\sigma_{\ln(x)}} \tag{II.7}$$

Avec :

- x : variable étudiée $p_{max,j}$.
- $\overline{\ln(x)}$: la moyenne des logarithmes de la variable x.
- $\sigma_{\ln(x)}$: l’écart-type des logarithmes de la variable x.

✓ L’expression de quantile est alors :

$$\ln(x) = u \sigma_{\ln(x)} + \overline{\ln(x)} \tag{II.8}$$

- ✓ Les paramètres de la loi par la méthode du maximum de vraisemblance :

$$\sigma_{\ln(x)} = 0,45 \quad ; \overline{\ln(x)} = 3,55$$

- ✓ Résultats de l'ajustement à la loi de de Galton (Log-normale) :

TableauII-5 : Résultat de l'ajustement à la loi de Galton (Log-normale) (Hyfran)

Période de retour T (ans)	Fréquence au non dépassement q	Valeur théorique X_T (mm)	Ecart-type	Intervalle de confiance
100	0,99	99,2	13,2	73,4–125
50	0,98	87,8	10,7	66,9 – 109
20	0,95	73,1	7,72	58 - 88,2
10	0,90	62,1	5,76	50,8 - 73,4
5	0,80	51	4,07	43 – 59

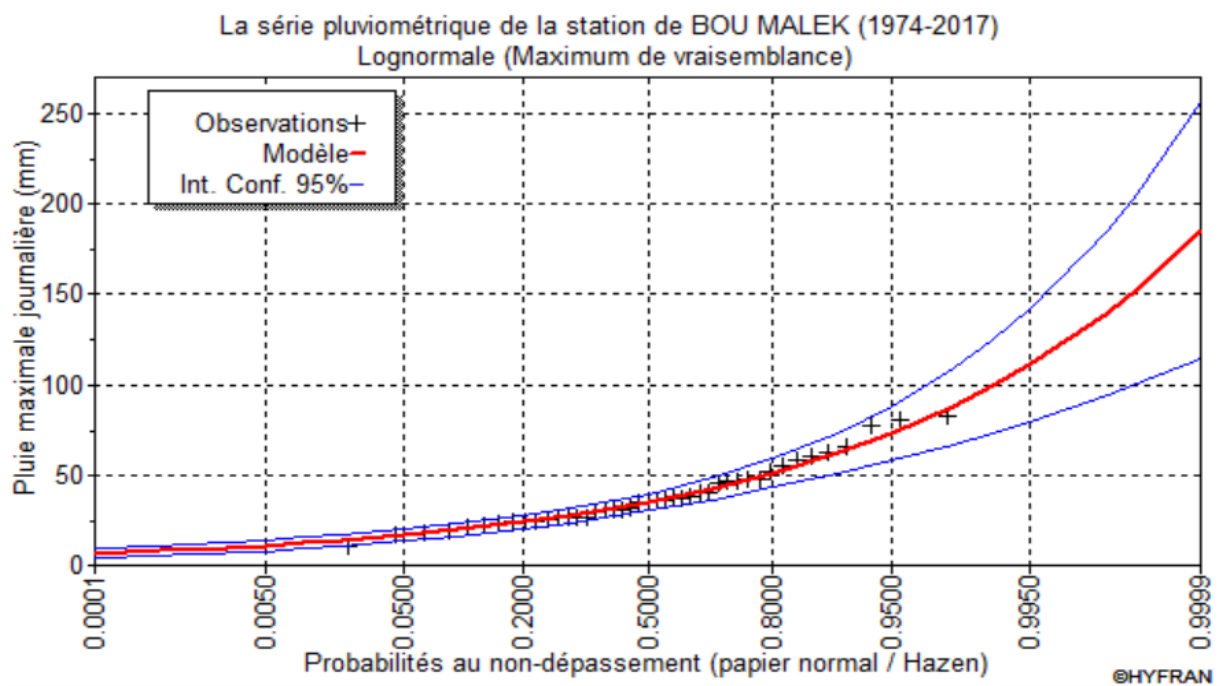


Figure II-2 : Ajustement graphique à la loi de Galton (Log-normale) (Hyfran)

II.6.3 Ajustement de la série pluviométrique à la loi GEV :

- ✓ La fonction de répartition de la loi d'extrémum généralisée :

$$F(x) = e^{-e^{-y}} \quad (II.9)$$

- ✓ Sachant que « y » est la variable réduite :

$$y = -\frac{1}{k} \ln \left[1 - \frac{k}{\alpha} (x - u) \right] \quad (II.10)$$

Avec :

- x : variable étudiée ($P_{\max,j}$).
- u : paramètre de position.
- α : paramètre de dispersion ($\alpha > 0$).
- k : paramètre de forme appelé indice des valeurs extrêmes.

✓ L'expression de quantile est alors :

$$x = u + \frac{\alpha}{k} (1 - e^{-ky}) \quad \text{(II.11)}$$

✓ Les paramètres de la loi par la méthode du maximum de vraisemblance :

$u = 30,25 \text{ mm}$; $\alpha = 12,67$; $k = -0,069219$

✓ Résultats de l'ajustement à la loi d'extrémum généralisé :

Tableau II-6 : Résultat de l'ajustement à la loi GEV (Hyfran)

Période de retour T (ans)	Fréquence au non dépassement q	Valeur théorique X_T (mm)	Ecart-type	Intervalle de confiance
100	0,99	98,9	18,7	62,1-136
50	0,98	87	13,5	60,5-113
20	0,95	72	8,36	55,6-88,4
10	0,90	61,1	5,66	50 - 72,2
5	0,80	50,3	3,89	42,7 - 57,9

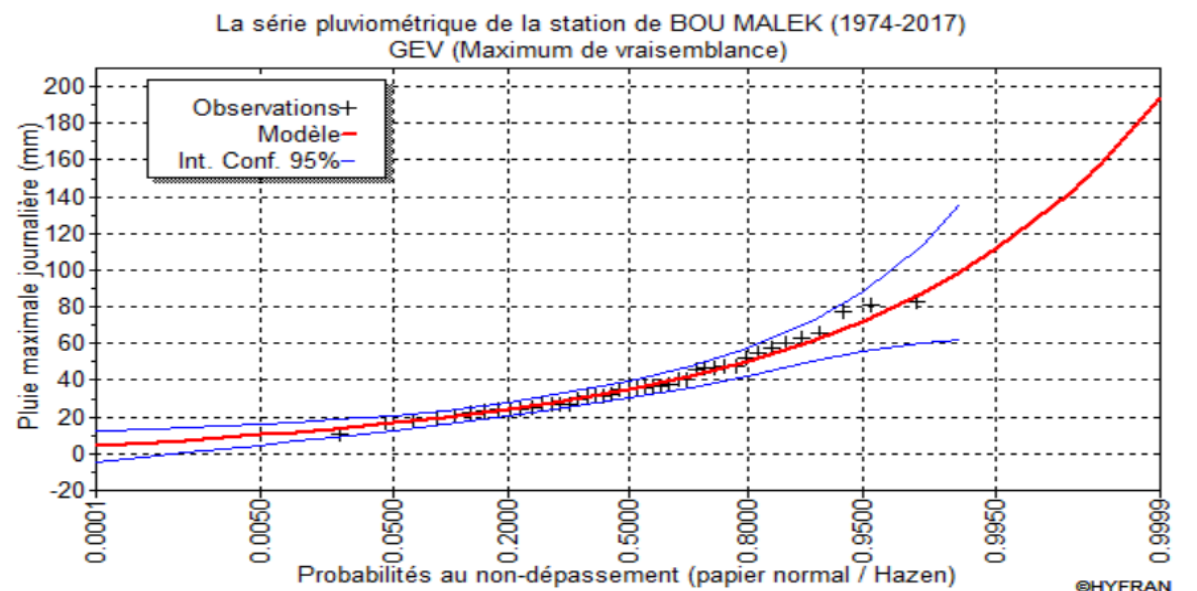


Figure II-3 : Ajustement graphique à la loi GEV (Hyfran)

II.6.4 Choix de la loi d'ajustement :

Lorsqu'on a procédé à un ajustement d'une loi de probabilité théorique, le problème qui se pose est de savoir si cette loi s'adapte ou non. Les critères de choix d'une loi sont liés à un ajustement graphique et un test de dispersion.

✓ **Test graphique :**

Ce test est basé sur une observation visuelle des graphes d'ajustement ; il consiste à examiner l'allure des points sur le papier de probabilité, et vérifier s'il s'agit d'un bon alignement sans existence de mauvaises courbures.

Interprétation des graphiques :

D'après l'examen visuel des graphiques d'ajustement présentés dans les figures II-1, II-2 et II-3, on remarque que :

- La loi GEV donne un mauvais ajustement par rapport aux deux autres lois, vu que l'allure des intervalles de confiances compte des valeurs négatives et autres non définies donc la loi est inadéquate ; à rejeter.
- L'ajustement graphique à la loi de Gumbel et à celle de Galton est meilleur ; les points sont très proches de la droite théorique avec une bonne convergence.

✓ **Test d'adéquation de Khi-deux « χ^2 » :**

Appelé aussi test de Khi-carré ou de Pearson. Ce test consiste à prendre une règle de décision concernant l'ajustement, en comparant entre les valeurs calculées et théoriques de χ^2 .

La variable χ^2 est utilisé pour un risque $\alpha = 5\%$ et dépend du nombre de degré de liberté de la loi.

D'après le logiciel « Hyfran », les résultats du test sont donnés comme suit :

Tableau II-7 : Résultat du test de Khi-deux « χ^2 » pour les deux lois choisies

Loi d'ajustement	p-value	Degré de liberté	$\chi^2_{\text{calculé}}$	$\chi^2_{\text{théorique}}$	Observation
Gumbel	0,7761	6	3,26	12,59	$\chi^2_{\text{calculé}} < \chi^2_{\text{théorique}}$ → Condition vérifiée
Log-normale	0,9539	6	1,58	12,59	$\chi^2_{\text{calculé}} < \chi^2_{\text{théorique}}$ → Condition vérifiée

Interprétation des résultats du test :

D'après le tableau au-dessus, la condition du test est vérifiée pour les deux lois. Donc, le test de Khi-deux montre que la série s'ajuste pour les deux lois, mais il faut choisir la loi la plus adéquate.

Selon les critères de choix de la loi et en comparant les deux courbes d'ajustement, on a opté pour la loi de Galton (Log-normal).

II.7. Calcul des pluies et des intensités de courte durée :

Dans cette partie, on va déterminer les valeurs des pluies de courte durée et leurs intensités. En se basant sur les résultats de l'ajustement à la loi Log-normale.

✓ **Pluies de courte durée :**

La détermination des pluies de courte durée se fait à la base des pluies maximales journalières, par la relation suivante :

$$P_{t,(p\%)} = P_{\max,j} \left(\frac{t}{24}\right)^b \quad \text{(II.12)}$$

Avec :

$P_{t,(p\%)}$: pluie (mm) de courte durée correspondante à une fréquence de dépassement donnée (p%).

$P_{\max,j}$: pluie maximale journalière (mm) correspondante à une fréquence de dépassement donnée (p%).

t : Durée de l'averse en heures, $t = 15 \text{ min} = 0.25\text{h}$ pour une période de retour de 10 ans.

b : Exposant climatique de la région ($b = 0,32$) qui est donné par l'ANRH (ALGER).

✓ **Intensités de courte durée :**

D'après la formule de Montanari, l'intensité de pluie de durée t et de période de retour $p\%$ est donnée par la relation suivante :

$$I_{t,(p\%)} = \frac{P_{t,(p\%)}}{t} \quad \text{(II.13)}$$

$I_{t,(p\%)}$: Intensité moyenne de précipitation pour une averse de durée t et de fréquence (p%).

Les calculs sont résumés dans le tableau et les graphes suivants :

Tableau II-8 : Pluies de courte durée de différentes périodes de retour et leurs intensités

T	5		10		20		50		100	
X_t	51		62,1		73,1		87,8		99,2	
t (h)	$P_t(\text{mm})$	$I_t(\text{mm /h})$	$P_t(\text{mm})$	$I_t(\text{mm /h})$	$P_t(\text{mm})$	$I_t(\text{mm /h})$	$P_t(\text{mm})$	$I_t(\text{mm /h})$	$P_t(\text{mm})$	$I_t(\text{mm /h})$
0,1	6,71	67,12	8,17	81,74	9,62	96,21	11,56	115,56	13,06	130,57
0,2	8,67	43,37	10,56	52,82	12,43	62,17	14,93	74,67	16,87	84,37
0,25	9,42	37,68	11,47	45,89	13,50	54,02	16,22	64,88	18,33	73,30
0,5	12,17	24,35	14,83	29,65	17,45	34,91	20,97	41,92	23,68	47,37
0,75	14,14	18,86	17,23	22,97	20,28	27,04	24,36	32,47	27,52	36,69
1	15,73	15,73	19,16	19,16	22,55	22,55	27,09	27,09	30,61	30,61
2	20,33	10,16	24,76	12,38	29,15	14,57	35,01	17,51	39,56	19,78
3	23,62	7,87	28,77	9,59	33,87	11,29	40,68	13,56	45,96	15,32
4	26,28	6,57	32,00	8,00	37,67	9,42	45,25	11,31	51,12	12,78
5	28,54	5,71	34,76	6,95	40,91	8,18	49,14	9,83	55,52	11,10
6	30,53	5,09	37,18	6,20	43,77	7,29	52,57	8,76	59,39	9,90
7	32,32	4,62	39,36	5,62	46,34	6,62	55,65	7,95	62,88	8,98

8	33,96	4,25	41,36	5,17	48,68	6,09	58,47	7,31	66,06	8,26
9	35,47	3,94	43,20	4,80	50,85	5,65	61,08	6,79	69,01	7,67
10	36,88	3,69	44,92	4,49	52,88	5,29	63,51	6,35	71,75	7,18
11	38,21	3,47	46,53	4,23	54,77	4,98	65,79	5,98	74,33	6,76
12	39,46	3,29	48,05	4,00	56,56	4,71	67,94	5,66	76,76	6,40
13	40,64	3,13	49,50	3,81	58,26	4,48	69,98	5,38	79,07	6,08
14	41,77	2,98	50,87	3,63	59,88	4,28	71,93	5,14	81,26	5,80
15	42,85	2,86	52,19	3,48	61,43	4,09	73,79	4,92	83,37	5,56
16	43,89	2,74	53,45	3,34	62,92	3,93	75,57	4,72	85,38	5,34
17	44,89	2,64	54,66	3,22	64,34	3,78	77,29	4,55	87,32	5,14
18	45,85	2,55	55,83	3,10	65,72	3,65	78,93	4,39	89,18	4,95
19	46,77	2,46	56,95	2,99	67,05	3,53	80,53	4,24	90,98	4,79
20	47,67	2,38	58,05	2,90	68,33	3,42	82,07	4,10	92,73	4,64
21	48,54	2,31	59,11	2,81	69,58	3,31	83,57	3,98	94,42	4,50
22	49,38	2,24	60,13	2,73	70,78	3,22	85,02	3,86	96,06	4,37
23	50,20	2,18	61,13	2,66	71,96	3,13	86,43	3,76	97,65	4,25
24	51	2,125	62,1	2,5875	73,1	3,05	87,8	3,66	99,2	4,13

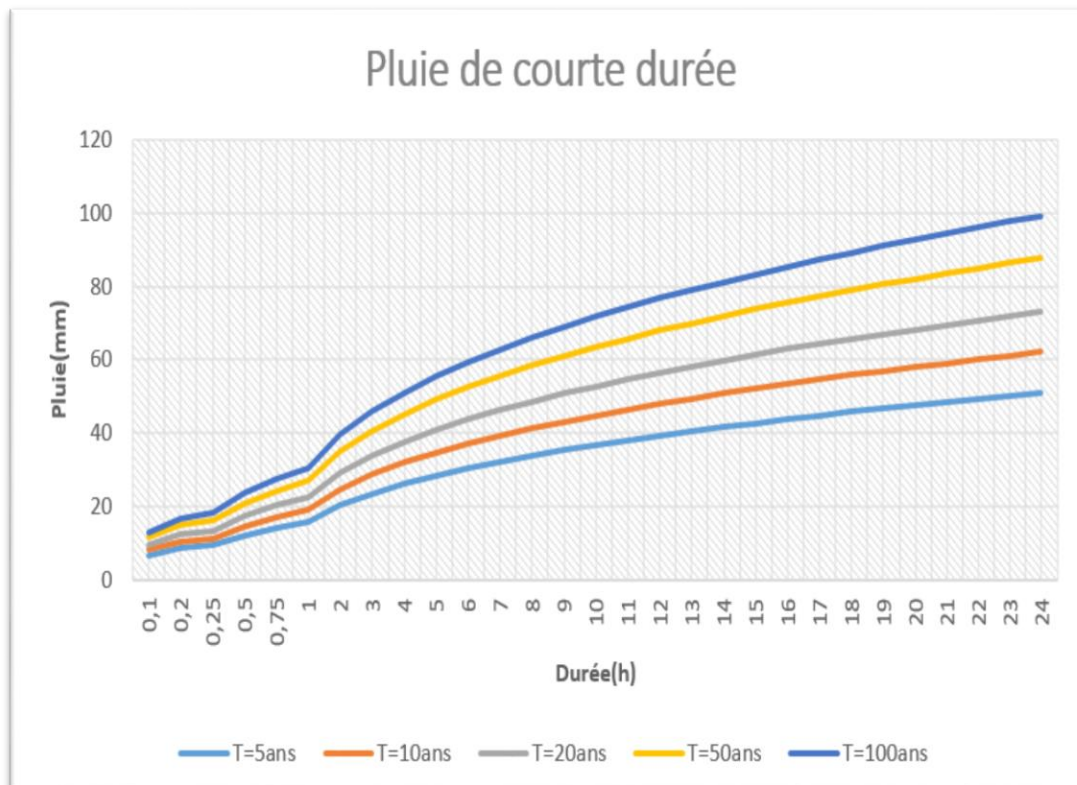


Figure II-4 : Courbes Pluie-Durée-Fréquence (PDF)

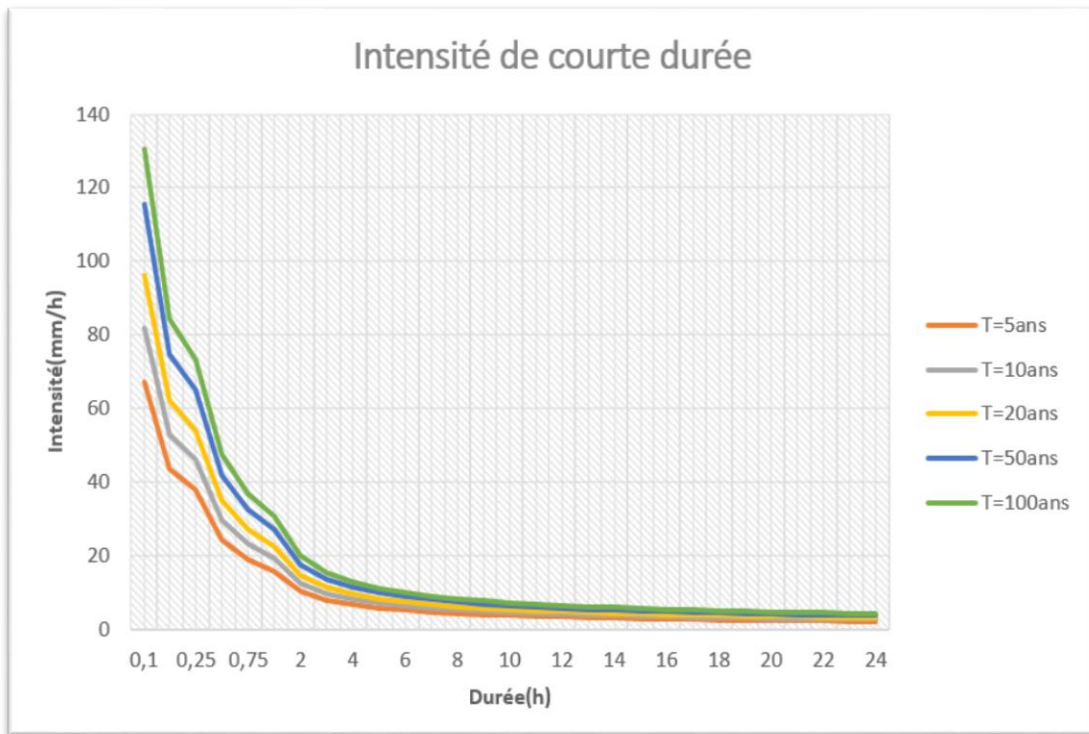


Figure II-5 : Courbes Intensité-Durée-Fréquence (IDF)

II.8. Intensité moyenne maximale :

Pour l'estimation de l'intensité moyennemaximale 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 :

✓ Pour la loi de Gumbel :

$$I_{0,25(10\%)} = \frac{P_{24(10\%)}}{24} \left(\frac{t}{24}\right)^{b-1} \tag{II.14}$$

$$I_{0,25(10\%)} = \frac{60,4}{24} \left(\frac{0,25}{24}\right)^{0,32-1} = 56,08 \text{ mm/h}$$

$$I = 56,08 \times \frac{10000}{3600} = 155,76 \frac{\text{L}}{\text{s.ha}}$$

✓ Pour la loi de Galton :

$$I_{0,25(10\%)} = \frac{62,1}{24} \left(\frac{0,25}{24}\right)^{0,32-1} = 57,65 \text{ mm/h}$$

$$I = 57,65 \times \frac{10000}{3600} = 160,14 \frac{\text{L}}{\text{s.ha}}$$

Avec : $\frac{10000}{3600}$ est le terme de conversion du (mm/h) en (L/s/ha)

Conclusion :

Dans la présente étude, la partie hydrologique nous aide à déterminer l'intensité moyenne de précipitation. D'après la loi de Galton (Log-normale) qui est la meilleure loi d'ajustement de précipitation maximale journalière, il a été conclu la valeur $I_{0,25(10\%)} = 57,65 \text{ mm/h}$ d'où nous déterminerons la valeur de l'intensité pluviale qui est tout simplement un débit spécifique.

$$I = 160,14 = 160 \frac{\text{L}}{\text{s.ha}}$$

CHAPITRE III :



Calcul de base

III.1 .Introduction :

L'étude d'assainissement a pour but de proposer un schéma directeur d'assainissement et de définir les solutions techniques les mieux adaptées à la gestion des eaux usées d'origines domestiques et pluviales. Ces solutions techniques devront répondre aux objectifs suivants :

- Garantir à la population présente et de futur des solutions durables pour l'évacuation et le traitement des eaux usées.

- Respecter le milieu naturel en préservant les ressources en eaux souterraines et superficielles.

- Assurer le meilleur compromis économique.

Dans ce chapitre ; on va s'intéresser au calcul de base du réseau d'évacuation d'eaux usées et pluviales ; le choix du système de réseau et du schéma ; le nombre de sous bassins adoptés et le coefficient de ruissellement correspondant.

III.2.Système d'évacuation du réseau d'assainissement :

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

➤ Les eaux pluviales en quantité importante, qui englobent toutes les eaux de ruissellement.

➤ Les eaux usées (eaux vannes, ménagères...) provenant des habitations, appelées également eaux d'origine domestique.

➤ Les eaux usées provenant des industries et des services publics.

Habituellement, on considère trois catégories de systèmes d'évacuation, soit :

III.2.1.Réseau unitaire :

Un système dit unitaire, appelé aussi « tout à l'égout », est un système qui draine l'ensemble des eaux usées et pluviales vers l'extérieur de l'agglomération par un réseau unique. C'est un système compact qui convient mieux pour les milieux urbains de hautes densités, mais qui pose des problèmes d'auto-curage en période sèche.

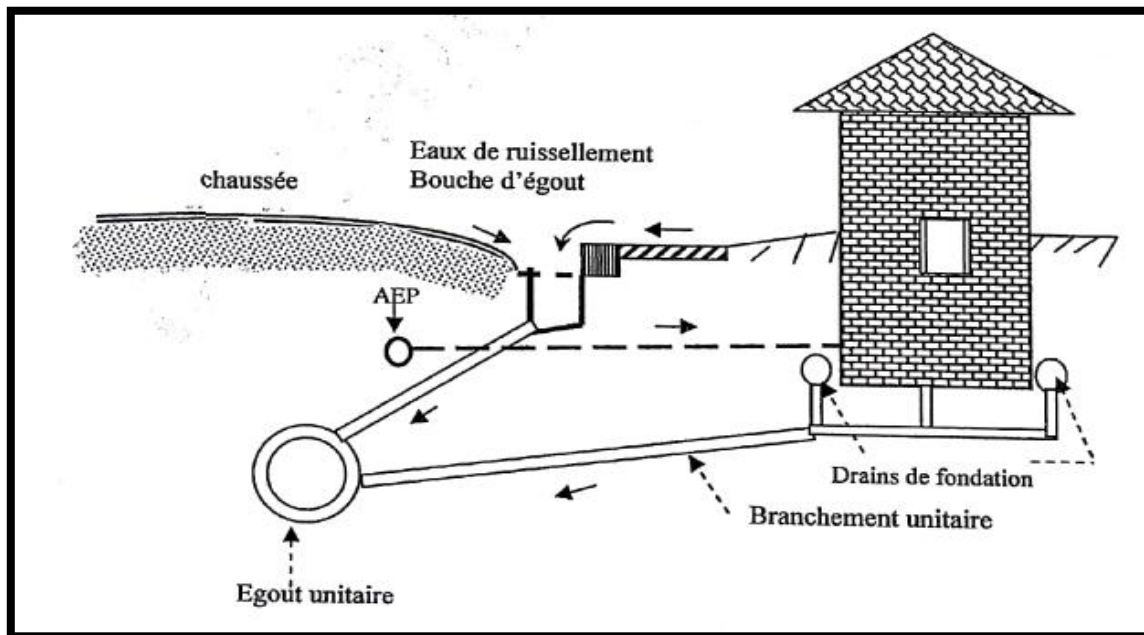


Figure III.1: système unitaire Source (Polycopies de l'assainissement)

III.2.2. Réseau séparatif :

Un système dit séparatif qui collecte séparément les eaux usées et les eaux pluviales dans deux réseaux distincts. Il est adopté dans les petites et moyennes agglomérations et dans les extensions des grandes villes.

Ce système est la seule solution efficace lorsque la population est dispersée, et lorsque les eaux de ruissellement peuvent être évacuées par voie superficielle.

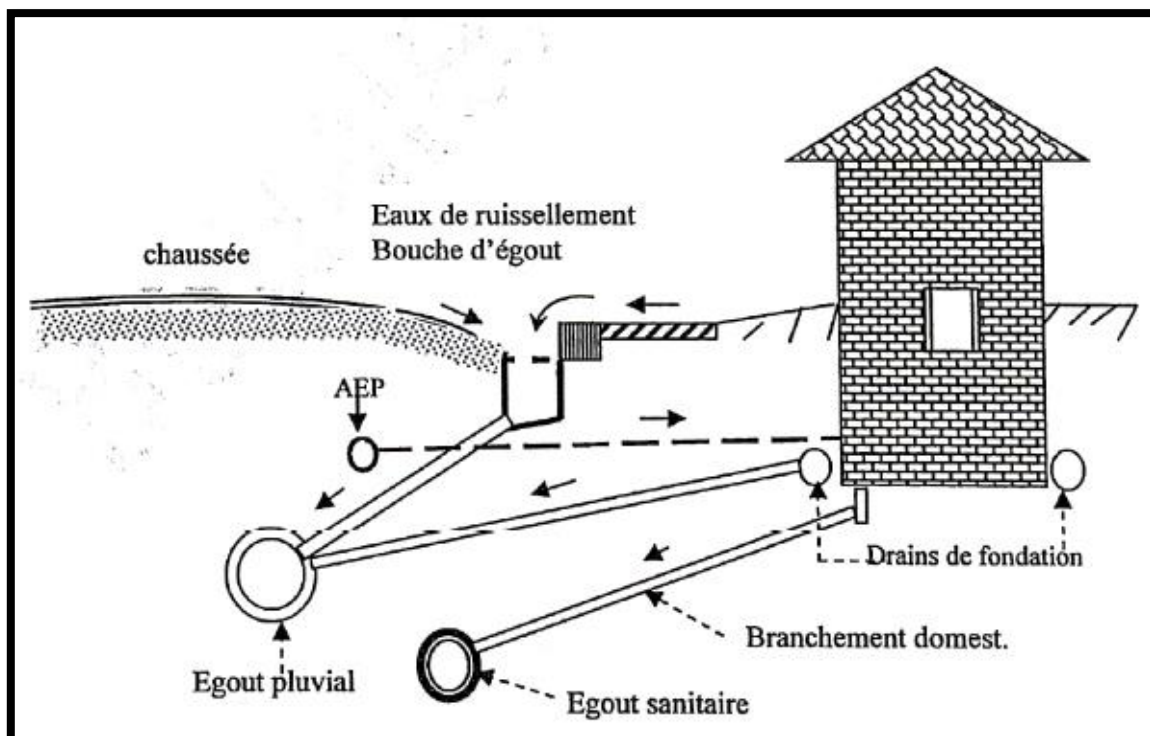


Figure III.2 : système séparatif Source (Polycopies de l'assainissement)

III.2.3. Réseau pseudo séparatif :

Ce système repose sur une collecte des eaux usées avec une fraction des eaux pluviales provenant généralement des toitures et des espaces privés, dans un réseau commun. L'autre fraction des eaux pluviales est transitée à travers les caniveaux et les ouvrages pluviaux, dans un autre réseau.

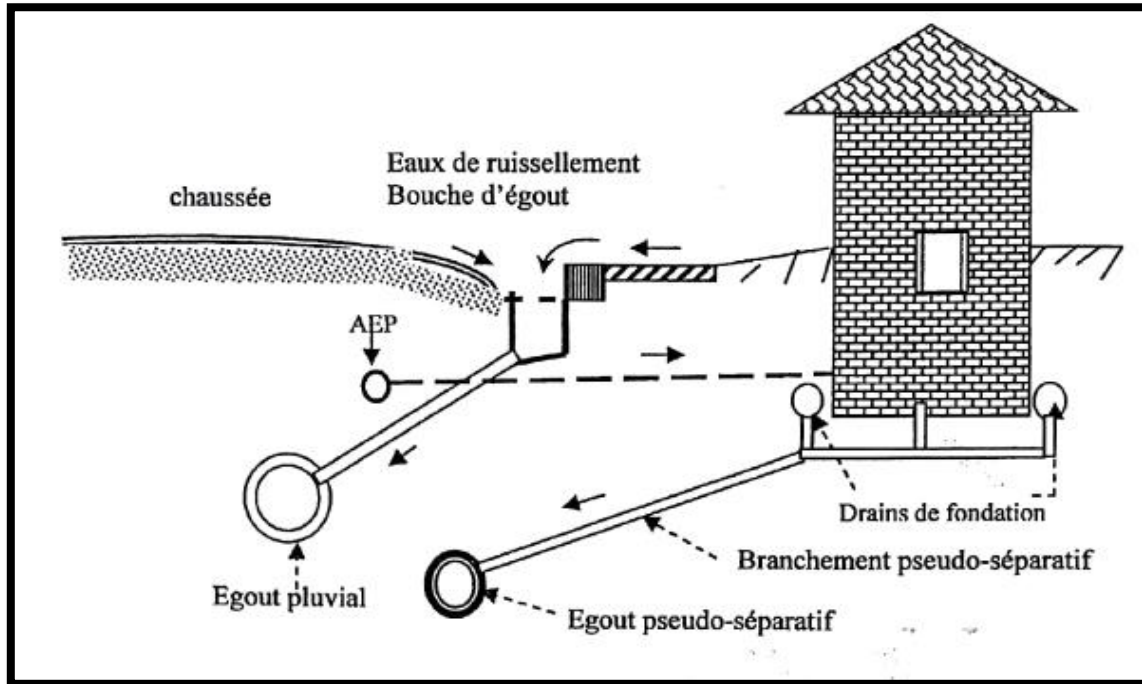


Figure III.3 : système pseudo séparatif .Source (Polycopies de l'assainissement)

Tableau III-1:Avantages et inconvénients des différents systèmes

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. - Imperméabilisation importante et topographie accentuée de la commune. 	<ul style="list-style-type: none"> - conception simple - encombrement réduit du sous-sol - à priori économique - pas de risque d'inversion de branchement. -Aspect traditionnel, dans l'évolution historique des cités. 	<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. - Acheminement d'un flot de pollution assez important lors des premières pluies après une période sèche. 	<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 préservation de l'environnement des flux polluants. - Certains coûts d'exploitation sont limités (relevage des effluents, ...) 	<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). - Détection et localisation des anomalies (inversion de branchement, arrivée d'eaux parasites ...). - Entretien des ouvrages particuliers (siphons, chasses d'eau, avaloirs). - Entretien des postes de relèvement et des chambres à sables.

Pseudo séparatif	- petits et moyennes agglomération. - présence d'un milieu récepteur proche.	- Le problème des faux branchements est éliminé. - Le plus gros des réseaux pluviales étant acheminées en dehors de la ville.	- le fonctionnement de la station d'épuration est perturbée, la charge polluante est variable en qualité et en quantité	- Entretien régulier des déversoirs d'orage et des bassins de stockage. - Surveillance accrue des branchements.
-------------------------	---	--	---	--

III.2. Le choix du système d'assainissement :

Le choix du système d'assainissement est conditionné par plusieurs facteurs (situation, profil, débit, cout ...) et notamment par :

- ✓ L'aspect économique prenant en compte les dépenses d'investissement et les frais d'entretien, d'exploitation et de gestion de l'ensemble des installations et de pompage des eaux usées.
- ✓ S'il s'agit d'une extension du réseau, il faut tenir compte du système existant.
- ✓ La topographie du terrain naturel.
- ✓ L'urbanisation joue un rôle primordial dans le choix car si on a une forte densité d'habitants il vaut mieux favoriser un système séparatif.
- ✓ Les ouvrages existants, encore utiles pour le projet.
- ✓ Prendre en considération les conditions de rejet car la station d'épuration ou le milieu naturel influence beaucoup sur le choix.

Pour notre cas, le réseau à projeter est de type unitaire, car nous cherchons toujours l'économie d'un faible encombrement de la chaussée, alors pour cette raison le système unitaire est le plus convenable.

III.3.Schéma d'évacuation des eaux :

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.3.1.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. Il permet par contre un tracé très économique, ne nécessitant pas de grosses sections.

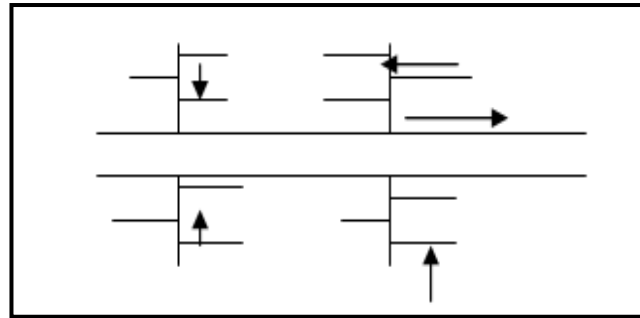


Figure III.4 : schéma perpendiculaire

III.3.2.Schéma par déplacement latéral :

Le schéma par déplacement latéral est le plus simple de ceux permettant de transporter l’effluent à l’aval de l’agglomération en vue de son traitement. Les eaux sont recueillies dans un collecteur parallèle au cours d’eau.

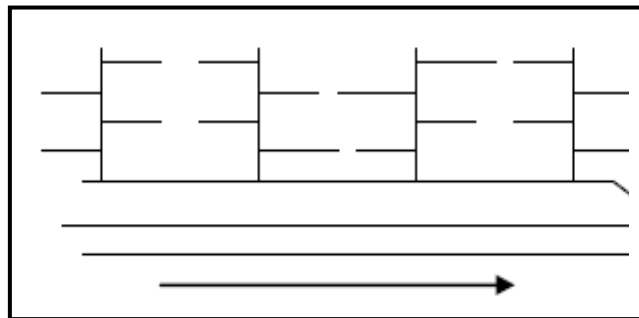


Figure III.5 : Schéma par déplacement latéral

III.3.3.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.

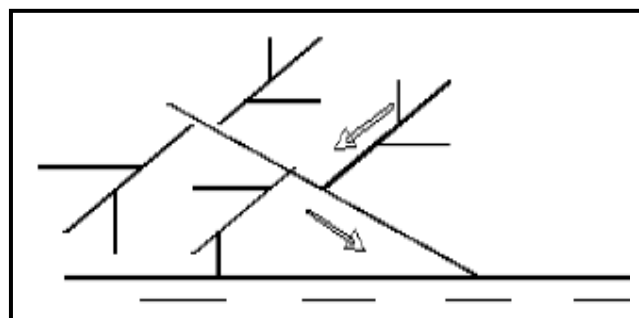


Figure III.6 : Schéma transversal ou oblique

III.3.4.Schéma par zones étagées :

Ce schéma est une transposition du schéma à déplacement latéral, mais avec multiplication des collecteurs longitudinaux .Il permet de décharger le collecteur bas des apports en provenance du haut de l’agglomération.

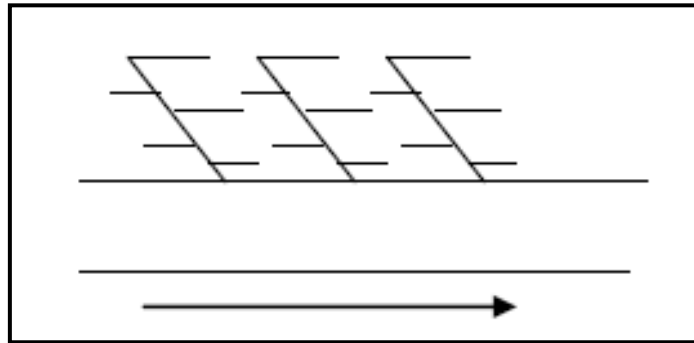
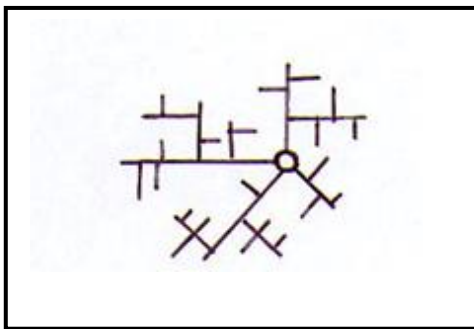


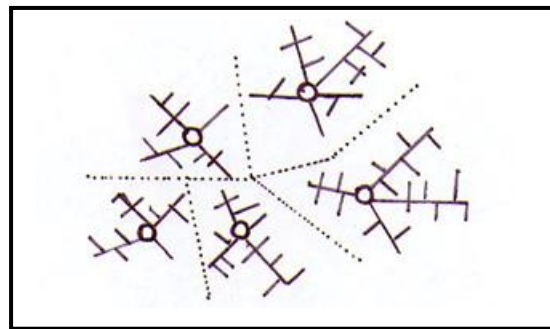
Figure III.7 : Schéma par zones étagées

III.3.5. Schéma radial :

Le schéma radial convient pour les régions plates, il permet de concentrer l'effluent en un ou plusieurs points où il sera relevé pour être évacué en un point éloigné de l'agglomération.



(01)



(02)

Figure III.8 : (01) Schéma radial unique ; (02) Schéma radial par zone.

III.4. Le choix du schéma d'évacuation :

Le choix du schéma du réseau d'évacuation à adopter, dépend de divers paramètres :

- ✓ Les conditions techniques et locales du lieu : système existant, la topographie du terrain et la répartition géographique des habitants à desservir.
- ✓ Les conditions économiques : le coût et les frais d'investissement et d'entretien.
- ✓ les conditions d'environnement : nature de rejet et le milieu récepteur.
- ✓ L'implantation des canalisations dans le domaine public.

Pour notre projet, on va adopter un schéma par déplacement latérale, car ce schéma permet de ne pas charger le collecteur et de ne pas avoir des diamètres importants au centre de l'agglomération.

III.5. Découpage de l'aire d'étude en sous bassins élémentaires :

En général, le bassin versant est un secteur géographique qui est limité par les lignes de crête ou par les lignes de partage des eaux.

Toutes les eaux qui ruissellent en surface sont recueillies par une seule ligne d'écoulement. Donc, le découpage du site en sous bassins élémentaires doit être fait selon :

- ✓ La nature des sols
- ✓ La densité des habitations
- ✓ Les courbes de niveaux
- ✓ Les routes et voiries existantes
- ✓ Les pentes et les contre pentes
- ✓ Les limites naturelles (oueds, talwegs.....)

Pour notre projet, on va découper le site en 33 sous-bassins.

III.6.Choix du coefficient de ruissellement:

Le coefficient de ruissellement, se définit comme le rapport du volume d'eau qui ruisselle au volume d'eau tombée sur le bassin considéré.

Il permet de tenir compte globalement des pertes au ruissellement qui se composent :

- ✓ De l'évaporation qui varie selon le climat et la saison (elle est très faible dans les régions tempérées).
- ✓ De l'humidification et de l'infiltration qui varie avec la nature du sol.
- ✓ Du stockage dépressionnaire, qui prend en compte l'eau retenue dans les petites cavités du sol ou qui remplit les filets, rigoles, caniveaux et fossés, et permet d'obtenir la pression nécessaire à l'écoulement superficiel.

La valeur du coefficient de ruissellement 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.
- ✓ L'humidité de l'air.

III.6.1. Coefficient de ruissellement en fonction de la catégorie d'urbanisation :**Tableau III-2: Coefficients de ruissellement en fonction de la catégorie d'urbanisation**

Catégorie d'urbanisation	Coefficient de ruissellement (Cr)
Habitations très denses	0.90
Habitations denses	0.60 – 0.70
Habitations moyennement denses	0.40 – 0.50
Quartiers résidentiels	0.20 – 0.30
Square – jardin – prairie	0.05 – 0.20

Source (Polycopiée des eaux usées et pluviale, B.SALAH, 2014)

III.6.2. Coefficients de ruissellement en fonction de la densité de population :**Tableau III-3: Coefficients de ruissellement en fonction de la densité de population**

Densité de la population (habitant/ha)	Coefficient de ruissellement (Cr)
20	0.23
30 – 80	0.20 – 0.27
60 – 150	0.25 – 0.34
150 – 200	0.30 – 0.45
200 – 300	0.60 – 0.62
300 – 400	0.60 – 0.80
400 – 600	0.70 – 0.90

Source (Polycopiée des eaux usées et pluviale, B.SALAH, 2014)

III.6.3. Coefficient de ruissellement en fonction de surface drainée :

Tableau III-4 : Coefficient de ruissellement en fonction de la nature des surfaces :

Surface	Coefficient de ruissellement (Cr)
Toits en métal, tuile, ardoise	0.9
Chaussée avec peu de joints	0.85 – 0.9
Pavés en pierres naturelles, brique avec joints cimentés	0.75 – 0.85
Pavage en blocages	0.40 – 0.50
Surfaces goudronnées	0.25 – 0.60
Chemin en gravier	0.25 – 0.30
Gare, terrain de sport	0.10 – 0.30
Parcs, jardins, gazons	0.05 – 0.25
Forêts	0.01 – 0.20

Source (Polycopiée des eaux usées et pluviale, B.SALAH, 2014)

III.6.4.Coefficients de ruissellement en fonction de la zone d'influence :

Tableau III-5 : Coefficients de ruissellement en fonction de la zone d'influence

Zones d'influence	Coefficient de ruissellement (Cr)
Surface imperméable	0.90
Pavage à larges joints	0.60
Voirie non goudronnées	0.35
Allées en gravier	0.20
Surfaces boisées	0.05

Source (Polycopiée des eaux usées et pluviale, B.SALAH, 2014)

III.7.Calcul de la population pour chaque sous bassin :

On suit les étapes suivantes afin de pouvoir estimer le nombre exact du nombre d'habitant :

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

III.7.1. Calcul du coefficient de ruissellement pour chaque sous bassin :

On va calculer le coefficient de ruissellement pondéré pour chaque sous bassin

- Les résultats sont dans le tableau suivant :

Tableau III-6 : Valeurs de coefficients de ruissellement pour chaque sous bassin.

N° SB	A (ha)	C_r
01	1,46	0,6
02	1,88	0,78
03	1,83	0,8
04	1,60	0,8
05	1,71	0,59
06	0,48	0,67
07	1,52	0,78
08	0,69	0,59
09	1,99	0,79
10	0,51	0,8
11	0,65	0,59
12	1,01	0,8
13	0,63	0,68
14	0,33	0,67
15	0,96	0,68
16	0,77	0,64
17	0,75	0,78
18	0,65	0,67
19	0,78	0,76
20	1,12	0,58
21	0,63	0,59
22	0,42	0,68
23	0,67	0,68
24	1,15	0,79
25	1,20	0,78
26	1,02	0,76
27	0,61	0,67

28	0,99	0,65
29	1,03	0,67
30	1,34	0,59
31	0,45	0,64
32	0,91	0,78
33	0,34	0,68

III.7.2. Calcul du coefficient de ruissellement pondéré total :

Le coefficient de ruissellement pondéré totale est donné par la relation suivante :

$$C_{rp} = \frac{\sum C_{ri} \times A_i}{A} \quad (\text{III.1})$$

Avec :

- ✓ C_{rp} : Coefficient de ruissellement pondéré.
- ✓ C_{ri} : Coefficient de ruissellement partiel.
- ✓ A_i : Surface du sous bassin en (ha).
- ✓ A : Surface totale en (ha).

Application numérique : $C_{rp} = \frac{22,7337}{32} = 0,71$

III.7.3. Calcul de la densité partielle :

La densité partielle de chaque sous bassin est exprimée par la relation :

$$D_i = \frac{C_{ri} \times P}{C_{rp} \times A} \quad (\text{III.2})$$

Avec :

- ✓ D_i : Densité partielle du sou bassin considéré en (hab/ha).
- ✓ C_{ri} : Coefficient de ruissellement de chaque sous bassin.
- ✓ C_{rp} : Coefficient de ruissellement pondéré total.
- ✓ P : Population globale à l'horizon de calcul.
- ✓ A : Surface totale de la zone urbanisée en (ha).

III.7.4. Calcul du nombre d'habitant de chaque sous bassin :

Le nombre d'habitant de chaque sous bassin est donné par l'expression :

$$P_i = D_i \times A_i \quad (\text{III.3})$$

Avec :

- ✓ P_i : Population partielle du sou bassin considéré.
- ✓ A_i : Surface partielle du sou bassin considéré (ha).

Les résultats de calcul du coefficient de ruissellement et nombre d'habitants de chaque sous bassins sont portés dans le tableau suivant :

Tableau III-7: Nombre d'habitants pour chaque sous bassin

N° SB	A (ha)	C_r	$A_i \times C_{ri}$	D_i (hab/ha)	Nombre d'habitants
01	1,46	0,6	0,876	283	413
02	1,88	0,78	1,4664	367	691
03	1,83	0,8	1,464	377	689
04	1,60	0,8	1,28	377	603
05	1,71	0,59	1,0089	278	475
06	0,48	0,67	0,3216	316	151
07	1,52	0,78	1,1856	367	558
08	0,69	0,59	0,4071	278	192
09	1,99	0,79	1,5721	372	740
10	0,51	0,8	0,408	377	192
11	0,65	0,59	0,3835	279	181
12	1,01	0,8	0,808	377	381
13	0,63	0,68	0,4284	320	202
14	0,33	0,67	0,2211	316	104
15	0,96	0,68	0,6528	320	307
16	0,77	0,64	0,4928	301	232
17	0,75	0,78	0,585	367	275
18	0,65	0,67	0,4355	316	205
19	0,78	0,76	0,5928	358	279
20	1,12	0,58	0,6496	273	306
21	0,63	0,59	0,3717	278	175
22	0,42	0,68	0,2856	320	135
23	0,67	0,68	0,4556	320	214
24	1,15	0,79	0,9085	372	428
25	1,20	0,78	0,936	367	441
26	1,02	0,76	0,7752	358	365
27	0,61	0,67	0,4087	316	193
28	0,99	0,65	0,6435	306	303

29	1,03	0,67	0,6901	316	325
30	1,34	0,59	0,7906	278	372
31	0,45	0,64	0,288	301	136
32	0,91	0,78	0,7098	367	334
33	0,34	0,68	0,2312	320	109
Totale	32,08		22,7337		10706

Conclusion :

Pour notre agglomération on a fixé les choix suivants :

- ✓ L'horizon de calcul sera 2050, soit une population future de 10706 habitants.
- ✓ Le système d'assainissement adopté étant du type unitaire.
- ✓ Il a été déduit 33 bassins à la suite du découpage de la zone urbaine.
- ✓ Nous avons opté pour Schéma par déplacement latéral.

CHAPITRE IV :

**Estimation des débits à
évacuer**

IV.1.Introduction :

Le réseau d'assainissement est appelé à assurer la collecte et l'évacuation des eaux de ruissellement et des eaux usées d'origine diverse. Avant de consacrer la partie dimensionnement des collecteurs, une évaluation des débits d'eaux usées et pluviales est indispensable.

Le but principal de l'évaluation des débits des eaux est de savoir d'une part la quantité à évacuer dans le réseau d'évacuation des eaux usées ou celui de drainage des eaux pluviales et d'autre part de la qualité des rejets à traiter (liquides provenant des habitations ou des industries). Car les eaux usées sont constituées par des effluents pollués et nocifs pour le milieu naturel et qui peuvent être une source de plusieurs maladies à transmission hydrique. Donc il faut évacuer ces eaux hors limite de l'agglomération.

L'évaluation des débits d'eaux usées porte essentiellement sur l'estimation des quantités et de la qualité des rejets provenant des habitations et lieux d'activité.

L'évaluation quantitative des rejets peut donc se caractériser en fonction de type d'agglomération et des diverses catégories de sol.

IV.2.Nature et origines des eaux usées :

La nature des matières polluantes contenues dans l'effluent dépend de l'origine de ces eaux usées, on distingue :

- Les eaux usées d'origine domestique.
- Les eaux usées des services publics.
- Les eaux usées d'origine industrielle.
- Les eaux parasites.

IV.2.1.Les eaux usées domestiques :

Ce sont des eaux qui trouvent leur origine à partir des habitations de l'agglomération, elles sont constituées essentiellement d'eaux ménagères et d'eaux vannes.

- ✓ Eaux ménagères : les eaux de cuisine, de vaisselle, de lavage, de bains et de douches ; elles sont évacuées par les éviers des lavabos et des baignoires.
- ✓ Eaux vannes : les eaux provenant des sanitaires.

IV.2.2.Les eaux usées des services publics :

Les eaux usées du service public proviennent essentiellement du lavage des espaces publics et pour éteindre les incendies. Ces eaux sont généralement chargées de matières grasses. Les autres besoins publics seront pris en compte avec les besoins domestiques.

IV.2.3. Les eaux usées industrielles :

Ce sont les eaux provenant des usines, elles sont caractérisées par une grande diversité, suivant l'utilisation de l'eau. Tous les produits ou sous-produits de l'activité industrielle se retrouvent concentrés dans l'eau :

- ✓ Matières organiques et graisses (industrie agroalimentaires).
- ✓ Sels métalliques (traitement de sulfure, métallurgie).
- ✓ Acides, bases, produits chimiques divers (industrie chimique).
- ✓ Matières radioactives (centrale nucléaires, traitement des déchets radioactive).

Les eaux industrielles doivent recevoir un prétraitement à l'usine même pour éviter d'endommager et diminuer la durée de vie du réseau car son amortissement dépend de plusieurs paramètres, nous citons que la nature des eaux industrielles sont comprises dans ce dernier car lorsqu'elles ne sont pas traitées elles attaquent les conduites chimiquement et les détériorent.

Remarque: notre agglomération ne comporte aucune industrie donc ces eaux usées ne sont pas prises en compte.

IV.2.4. Les eaux parasites :

Ce sont des eaux d'infiltration inévitables dans le collecteur qui changent parfois les propriétés hydrauliques de l'écoulement. Elles peuvent constituer un pourcentage non négligeable par rapport aux eaux usées. Néanmoins leur évaluation est assez difficile et ne peut être faite que sur terrain. En absence de moyens et de données, on estime que le débit d'intrusion représente 0,05 à 0,15 l/s/ha.

Toutes ces eaux sont collectées et acheminées par un réseau d'égout aussi appelé réseau d'assainissement, soit dans une station d'épuration soit sur un site autonome de traitement.

Les causes d'intrusion des eaux parasites dans un collecteur sont principalement comme suit :

- ✓ Mauvaise pose de canalisation.
- ✓ Mauvais raccordement entre les conduites concernant les joints.
- ✓ L'écoulement hypodermique qui donne un déplacement vertical au collecteur au niveau des emboitements en influençant sur son étanchéité => intrusion des eaux parasites.
- ✓ Fissuration du collecteur qui est dû au tassement créé par les véhicules circulant sur les routes surtout si la conduite est enterrée dans la zone de la couche dynamique car les efforts sont transmis directement à cette dernière.
- ✓ Les racines des arbres cherchant l'humidité (phénomène d'hydrotropisme) ces dernières soulèvent les collecteurs en le fissurant au niveau des lèvres pour absorber.
- ✓ Absence de bouche d'égout sélectives près des stations de lavage, en période de temps sec lorsque le débit est minimal les huiles forment une couche dans les parois de la conduite et c'est les conditions de vie favorables pour les bactéries fermentescibles en milieu (anaérobie) donc elles attaquent le béton en le dégradant et l'intrusion des eaux parasites est assurée.
- ✓ La remontée de la nappe donne des variations de côtes de la génératrices inférieures du collecteur ce qui induit au déboîtement niveau des emboitements=>intrusion des eaux parasites.

IV.3. Les eaux pluviales :

Elles peuvent constituer la cause de pollutions importantes des cours d'eau, notamment pendant les périodes orageuses. L'eau de pluie se charge d'impuretés au contact de l'air (fumées industrielles), puis, en ruisselant, des résidus déposés sur les toits et les chaussées des villes (huiles de vidange, carburants, résidus de pneus et métaux lourds...). En cas de fortes précipitations, les contraintes de préservation des installations d'épuration peuvent imposer un déversement ("délestage") de ce "mélange" très pollué dans le milieu naturel.

Dans les premières minutes d'une chute de pluie, la teneur en matières organiques est plus importante surtout pour des agglomérations à dominance industrielle ; du fait du balayage des surfaces par les eaux de ruissellement et de lavage.

IV.4. Estimation des débits des eaux usées :

L'évaluation de la quantité journalière des eaux usées à évacuer s'effectue à partir de la consommation d'eau potable. L'évacuation quantitative des rejets est en fonction du type et de la nature de l'agglomération et les diverses catégories d'urbanisation (établissements publics et privés, industries, usines ...). Plus l'agglomération est urbanisée, plus la quantité d'eau rejetée est élevée.

➤ 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 des habitants.
- ✓ Le développement urbain de la ville.
- ✓ Le niveau de vie de la population.

IV.4.1. Débits des eaux usées domestiques :

Pour calculer le débit des eaux usées à évacuer, nous prendrons comme base une dotation d'eau potable de 150 l/j hab (source APC Grarem).

L'eau utilisée par le consommateur n'est pas rejetée en totalité dans le réseau, il est admis que l'eau évacuée n'est que 70% à 80% de l'eau consommée.

IV.4.1.1. Débit moyen journalier :

Le débit moyen journalier rejeté est calculé par la relation suivante :

$$Q_{moy,j}^{dom} = \frac{N_{hab} \times K_r \times D}{86400} \quad (IV.1)$$

Avec :

- ✓ $Q_{moy,j}^{dom}$: Débit moyen journalier des eaux usées domestiques en (L/s).
- ✓ N_{hab} : Nombre d'habitants à l'horizon d'étude (habitant).
- ✓ K_r : Coefficient de rejet pris égal à 80% de la quantité d'eau potable consommée.
- ✓ D : Dotation journalière estimée à 150 L/hab/j.

IV.4.1.2. Débit de pointe :

Comme la consommation, le rejet des eaux usées est aussi variable dans la journée, d'où on est appelé à déterminer le débit de pointe qu'il est donné par la formule suivante :

$$Q_{pt}^{dom} = K_p \times Q_{moy,j}^{dom} \quad (IV.2)$$

Avec :

- ✓ Q_{pt}^{dom} : Débit de pointe des eaux usées domestiques (L/s).
- ✓ $Q_{moy,j}^{dom}$: Débit moyen journalier des eaux usées domestiques en (L/s).
- ✓ K_p : Le coefficient de pointe est estimé à partir de débit moyen.

Où :

$$K_p = 1,5 + \frac{2,5}{\sqrt{Q_{moy,j}^{dom}}} \text{ Si } Q_{moy,j}^{dom} > 2,8 \text{ l/s} \quad (IV.3)$$

$$K_p = 3 \text{ Si } Q_{moy,j}^{dom} \leq 2,8 \text{ l/s} \quad (IV.4)$$

➤ Les débits des eaux usées domestiques à évacuer sont illustrés dans le tableau suivant :

Tableau IV-1 : Débits des eaux usées domestiques pour chaque sous bassin.

N° SB	N_{hab}	K_r	D (L/j/hab)	$Q_{moy,j}^{dom}$ (L/s)	K_p	Q_{pt}^{dom} (L/s)	Q_{pt}^{dom} (m3 /s)
01	413	0,8	150	0,574	3	1,721	0,0017
02	691	0,8	150	0,96	3	2,879	0,0029
03	689	0,8	150	0,957	3	2,871	0,0029
04	603	0,8	150	0,838	3	2,513	0,0025
05	475	0,8	150	0,66	3	1,979	0,002
06	151	0,8	150	0,21	3	0,629	0,0006
07	558	0,8	150	0,775	3	2,325	0,0023
08	192	0,8	150	0,267	3	0,8	0,0008
09	740	0,8	150	1,028	3	3,083	0,0031
10	192	0,8	150	0,267	3	0,8	0,0008
11	181	0,8	150	0,251	3	0,754	0,0008
12	381	0,8	150	0,529	3	1,588	0,0016
13	202	0,8	150	0,281	3	0,842	0,0008
14	104	0,8	150	0,144	3	0,433	0,0004
15	307	0,8	150	0,426	3	1,279	0,0013

16	232	0,8	150	0,322	3	0,967	0,001
17	275	0,8	150	0,382	3	1,146	0,0011
18	205	0,8	150	0,285	3	0,854	0,0009
19	279	0,8	150	0,388	3	1,163	0,0012
20	306	0,8	150	0,425	3	1,275	0,0013
21	175	0,8	150	0,243	3	0,73	0,0007
22	135	0,8	150	0,188	3	0,563	0,0006
23	214	0,8	150	0,297	3	0,892	0,0009
24	428	0,8	150	0,594	3	1,783	0,0018
25	441	0,8	150	0,613	3	1,838	0,0018
26	365	0,8	150	0,507	3	1,521	0,0015
27	193	0,8	150	0,268	3	0,804	0,0008
28	303	0,8	150	0,421	3	1,263	0,0013
29	325	0,8	150	0,451	3	1,354	0,0014
30	372	0,8	150	0,517	3	1,55	0,0016
31	136	0,8	150	0,189	3	0,567	0,0006
32	334	0,8	150	0,464	3	1,392	0,0014
33	109	0,8	150	0,151	3	0,454	0,0005

IV.4.2. Débits des eaux usées des établissements publics :

L'évaluation de ces débits se fait de la même manière que les eaux domestiques, en se basant sur la consommation d'eau potable pour chaque type d'utilisateur.

IV.4.2.1. Débit moyen journalier:

Le débit moyen journalier des eaux usées des services publics est donné par la relation suivante :

$$Q_{moy,j}^{éq} = \frac{N_u \times K_r \times D_{éq}}{86400} \quad (IV.5)$$

Avec :

- ✓ $Q_{moy,j}^{éq}$: Débit moyen journalier des eaux usées publiques en (L/s)
- ✓ N_u : Nombre des usagers (des unités) concernés par chaque service.
- ✓ K_r : Coefficient de rejet pris égal à 80% de la quantité d'eau potable consommée.
- ✓ $D_{éq}$: Dotation de la consommation journalière d'eau potable (L/j/unité) ; une donnée qui diffère d'un type d'utilisateur à un autre.

IV.4.2.2. Débit de pointe :

On est appelé à déterminer le débit de pointe des eaux usées des équipements publics. Il est donné par la formule suivante:

$$Q_{pt}^{éq} = K_p \times Q_{moy,j}^{éq} \quad (IV.6)$$

Avec :

- ✓ $Q_{pt}^{éq}$: Débit de pointe des eaux usées publiques (L/s).
- ✓ $Q_{moy,j}^{éq}$: Débit moyen journalier rejeté (L/s).
- ✓ K_p : Coefficient de pointe.
- Les débits des eaux usées des équipements publics à évacuer sont illustrés dans le tableau suivant :

Tableau IV-2 : Débits des eaux usées des équipements publics pour chaque sous bassin.

N° SB	Equipement	Unité de mesure	N_u	$D_{éq}$ (L/j/unité)	K_r	$Q_{moy,j}^{éq}$ (L/s)	K_p	$Q_{pt}^{éq}$ (L/s)	$Q_{pt}^{éq}$ (m ³ /s)
10	Salle de soin	fonctionnaire + vestiaires	30	20	0,8	0,006	3	0,018	0,00002
11	Mosquée	Fidèle	500	30	0,8	0,139	3	0,417	0,00042
25	Ecole primaire	Élève	540	20	0,8	0,1	3	0,3	0,0003
09	Salle de sport	Vestiaire	150	50	0,8	0,069	3	0,207	0,00021

IV.4.3. Débits totaux des eaux usées à évacuer :

- Les débits totaux des eaux à évacuer sont illustrés dans le tableau suivant :

Tableau IV-3 : Débits totaux des eaux usées pour chaque sous bassin.

N° SB	A (ha)	Q_{pt}^{dom} (L/s)	$Q_{pt}^{éq}$ (L/s)	Q_t^{eu} (L/s)	Q_t^{eu} (m ³ /s)
01	1,46	1,721	-	1,721	0,0017
02	1,88	2,879	-	2,879	0,0029
03	1,83	2,871	-	2,871	0,0029
04	1,60	2,513	-	2,513	0,0025
05	1,71	1,979	-	1,979	0,002
06	0,48	0,629	-	0,629	0,0006

07	1,52	2,325	-	2,325	0,0023
08	0,69	0,8	-	0,8	0,0008
09	1,99	3,083	0,207	3,29	0,0033
10	0,51	0,8	0,018	0,818	0,0008
11	0,65	0,754	0,417	1,171	0,0012
12	1,01	1,588	-	1,588	0,0016
13	0,63	0,842	-	0,842	0,0008
14	0,33	0,433	-	0,433	0,0004
15	0,96	1,279	-	1,279	0,0013
16	0,77	0,967	-	0,967	0,00097
17	0,75	1,146	-	1,146	0,0011
18	0,65	0,854	-	0,854	0,0009
19	0,78	1,163	-	1,163	0,0012
20	1,12	1,275	-	1,275	0,0013
21	0,63	0,73	-	0,73	0,0008
22	0,42	0,563	-	0,563	0,0006
23	0,67	0,892	-	0,892	0,0009
24	1,15	1,783	-	1,783	0,0018
25	1,20	1,838	0,1	1,938	0,0019
26	1,02	1,521	-	1,521	0,0015
27	0,61	0,804	-	0,804	0,0008
28	0,99	1,263	-	1,263	0,0013
29	1,03	1,354	-	1,354	0,0014
30	1,34	1,55	-	1,55	0,0016
31	0,45	0,567	-	0,567	0,0006
32	0,91	1,392	-	1,392	0,0014
33	0,34	0,454	-	0,454	0,0005

IV.5. Estimation des débits des eaux pluviales :

Les eaux pluviales sont en général les eaux de ruissellement qui doivent être collectées et conduites vers la canalisation d'évacuation afin d'éviter les risques d'inondations et leurs conséquences sur le réseau et la population. C'est pour cela que le choix des débits des eaux pluviales est très important lors du dimensionnement du réseau, vu qu'il influe directement sur le diamètre des conduites et sur les ouvrages à prévoir.

Ces ouvrages seront calculés pour une précipitation de fréquence décennale et d'une durée de 15 min.

Plusieurs méthodes se présentent pour l'estimation des débits pluviaux, mais les deux méthodes les plus utilisées du fait de leur simplicité sont la méthode rationnelle et celle dite superficielle.

IV.5.1. La méthode rationnelle :

Cette méthode fut découverte en 1889, mais ce n'est qu'en 1906 qu'elle a été généralisée, elle consiste à évaluer, à mesure de l'avancement du calcul, les temps de concentration aux divers points caractéristiques du parcours d'un réseau.

Elle est utilisée pour des surfaces limitées (généralement inférieure à dix hectares). Le résultat est meilleur pour des aires encore plus faibles, du fait de la bonne estimation du coefficient de ruissellement.

Si on considère une averse d'intensité constante i sur un secteur de superficie S ayant un coefficient de ruissellement pondéré C , le débit résultant du ruissellement s'exprime par la relation :

$$Q = C_r \times i \times A \quad (\text{IV.7})$$

Cependant, on tient compte que l'intensité n'est pas uniforme (ça veut dire que l'averse a un épïcentre et se diffuse dans l'espace). Pour cela, il convient d'appliquer un coefficient « α » de répartition de la pluie.

La méthode rationnelle s'exprime par la formule suivante :

$$Q = \alpha \times C_r \times i \times A \quad (\text{IV.8})$$

Avec :

- ✓ Q : débit d'eau de ruissellement (L/s)
- ✓ α : Coefficient correcteur de l'intensité tenant compte de la distribution de la pluie dans l'espace, dont la détermination est en fonction de la forme du bassin.
- ✓ C_r : Coefficient de ruissellement.
- ✓ i : Intensité moyenne de précipitation ($L/s/ha$)
- ✓ A : Surface d'apport (ha)

IV.5.1.1. Coefficient réducteur de l'intensité :

En réalité, la répartition d'une pluie au niveau d'un bassin est irrégulière surtout pour les pluies de courte durée et de forte intensité. Pour en tenir compte, on doit ajouter un paramètre de correction pour chaque surface élémentaire ; c'est un coefficient réducteur de l'intensité :

$\alpha \leq 1$.

- Ce coefficient peut être déterminé d'après une loi de répartition de pluie :
- ✓ Pour des bassins longs (rectangles étroits, ...) ; ce coefficient sera égal à :

$$\alpha = 1 - 0,006 \times \sqrt{d/2} \quad (\text{IV.9})$$

- ✓ Pour des bassins ramassés (carrés, cercles, ...) :

$$\alpha = 1 - 0,005 \times \sqrt{d/2} \quad (\text{IV.10})$$

Avec:

- ✓ d : longueur du milieu de l'aire élémentaire (m).

IV.5.1.2. Validité de la méthode rationnelle :

Cette méthode est efficace pour des aires relativement limitées (généralement inférieures à 10ha) le résultat est meilleur pour des aires plus faibles du fait de la bonne estimation du coefficient de ruissellement, aussi, elle est applicable pour des surfaces où le temps de concentration ne dépasse pas 30 minutes.

IV.5.1.3. Hypothèses de la méthode rationnelle :

La méthode rationnelle est fondée sur trois (03) hypothèses de base :

- ✓ Le débit de pointe " Q_p " est observé à l'exutoire seulement si la durée de l'averse est supérieure au temps de concentration " t_c " du bassin-versant.
- ✓ Le débit de pointe est proportionnel à l'intensité moyenne maximale " i " sur une durée égale au temps de concentration du bassin-versant.
- ✓ Le débit de pointe a la même période de retour que l'intensité i qui le provoque, ceci suppose que le coefficient de ruissellement " C_r " du bassin-versant est constant.

IV.5.1.4. Temps de concentration :

C'est une caractéristique du bassin, définie comme étant le temps mis par la pluie tombée au point le plus éloigné, en durée d'écoulement, pour atteindre l'entrée du collecteur qui doit évacuer l'apport de la surface considérée.

Le temps de concentration " T_c " se compose de :

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

$$t_1 = \frac{L_s}{60 \times v} \quad (\text{min}) \quad (\text{IV.11})$$

Avec :

- ✓ L : longueur de canalisation (m).
- ✓ v : vitesse d'écoulement (m/s).
- ✓ Le terme $\frac{1}{60}$ pour la conversion de secondes (s) en minutes (min).
- t_2 : Temps mis par l'eau pour atteindre le premier ouvrage d'engouffrement, il est varié de 2 à 20 minutes.
- t_3 : Temps de ruissellement dans un bassin de pente I, ne comportant pas une canalisation autrement dit le parcours superficiel du bassin de longueur L_s .

$$t_3 = \frac{L_s}{11 \times \sqrt{I}} \quad (\text{min}) \quad (\text{IV.12})$$

Avec :

- ✓ L_s : parcours superficiel de l'eau dans le bassin (km).
- ✓ I : pente moyenne du parcours (%).

On a trois aspects à considérer :

- ✓ 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 caractérisées par un plus long parcours L de l'eau, le temps de concentration donné par la relation suivante :

$$t_c = 3,98 \times \left[\frac{L}{\sqrt{I}} \right]^{0,77} \quad (\text{IV.13})$$

Avec :

- ✓ L : cheminement hydraulique le plus long (km).
- ✓ I : pente moyenne du chemin parcouru (%).

IV.5.1.5. Critique de la méthode rationnelle :

La décomposition du bassin en aires élémentaires est toujours assez grossièrement approchée en raison de la difficulté de déterminer avec une précision suffisante la durée du ruissellement entre ces diverses zones et l'exutoire.

On suppose généralement que le coefficient de ruissellement " C_r " est constant sur tout le bassin et pendant toute la durée de l'averse ce qui est souvent loin de la réalité.

La critique principale que l'on peut faire à cette méthode est qu'elle ne tient pas compte du stockage de l'eau de ruissellement sur le bassin.

Il a été montré qu'en règle générale, cette méthode sous-estime les débits de pointes observés, probablement parce qu'on sous-estime le coefficient de ruissellement en négligeant le rôle des surfaces non revêtues et sans végétation.

IV.6. La méthode superficielle (méthode de Caquot) :

Cette méthode proposée par M. CAQUOT en 1949, c'est une forme globale de la méthode rationnelle, elle tient compte de l'ensemble des paramètres qui influent sur le ruissellement. Cette méthode est applicable sur toute la surface considérée, mais elle ne s'applique qu'au Surface urbaines par les réseaux, elle s'écrit sous la forme :

$$Q_p = K_u^{\frac{1}{u}} \times C_r^{\frac{1}{u}} \times I_u^{\frac{v}{u}} \times A_u^{\frac{w}{u}} \quad (\text{IV.14})$$

Avec :

- ✓ Q_p : le débit pluvial de pointe de fréquence de dépassement « F » ; en (m³ /s).
- ✓ C_r : est le coefficient de ruissellement du sous bassin considéré.
- ✓ I : la pente moyenne calculée selon le plus long cheminement hydraulique (m/m).

- ✓ **A** : la superficie drainée du sous bassin (ha).
- ✓ **K, u, v, w** : coefficients d'expression, donnés en fonction des paramètres de Caquot par les formules suivantes :

$$\mathbf{K} = \frac{a \times \mu^b}{6 \times (\beta + \delta)} \quad (\text{IV.15})$$

$$\mathbf{u} = 1 - b \times f \quad (\text{IV.16})$$

$$\mathbf{v} = c \times b \quad (\text{IV.17})$$

$$\mathbf{w} = 1 - \varepsilon + d \times b \quad (\text{IV.18})$$

IV.6.1. Evaluation des paramètres de Caquot :

➤ **Paramètres liés à la pluviométrie :**

- ✓ a et b : sont les coefficients de la formule de Montana (courbes IDF). Les valeurs qu'ils prennent sont issues d'un calcul purement hydrologique selon les régions, les périodes de retour et les fréquences, ils sont donnés par la relation suivante :

$$\mathbf{I(t)} = a \times t^b \quad (\text{IV.19})$$

Avec:

I (t) : intensité de pluie de durée t et de période retour de 10 ans.

- ✓ ε : abattement spatial en fonction du temps de concentration sur le bassin versant.

$$\varepsilon = 0.5 \quad \text{pour} \quad A < 100\text{ha.}$$

$$\varepsilon = 0.03 \text{ plus adopté.}$$

➤ **Paramètres caractérisant la transformation de la pluie en débit :**

- ✓ $(\beta + \delta) = 1.1$: représente l'effet de stockage et d'écèlement, cette valeur devrait augmenter avec la taille du bassin.

➤ **Paramètres concernant le bassin versant :**

$$c = -0.41 ; d = 0.51 \quad ; \quad f = -0.29$$

μ : Coefficient d'ajustement de la forme du bassin, donnée par :

Où :

$$\mu = 0,28 \times M^{0,84} \quad (\text{IV.20})$$

Avec :

$$\mathbf{M} = \frac{L}{\sqrt{S_c}} \quad (\text{IV.21})$$

- ✓ **M** : coefficient d'allongement qui caractérise la forme du bassin-versant.
- ✓ **L** : le plus long chemin hydraulique (m).
- ✓ **S_c**: étant la surface du carré équivalent qui est égale à celle du bassin (m²).

Remarque :

La valeur de " M" doit être supérieure à 0.8 (une valeur qui correspond à un bassinversant en forme de demi-cercle). La formule de Caquot est donnée pour M = 2. Et pour des valeurs de "M" différentes de 2, le débit de pointe "Q_p" donnée par la formule doit être corrigé par le coefficient d'influence :

$$m = \left(\frac{M}{2}\right)^{0,7 \times b} \quad \text{(IV.22)}$$

➤ **Temps de concentration :**

D'après DESBORDES, Le temps de concentration (valable pour les deux méthodes) est donné par l'expression suivante :

$$t_c = 0,28 \times M^{0,84} \times I^{-0,41} \times A^{0,51} \times Q_p^{-0,29} \quad \text{(IV.23)}$$

Avec:

t_c(min) ; I (m/m) ; A (ha) ; Q_p (m³ /s)

IV.6.2.Validité de la méthode superficielle :

Cette méthode possède certaines limites d'utilisation ainsi :

Une superficie totale < 200 ha.

- ✓ La pente doit être comprise entre (0,2<I<5)%.
- ✓ Le coefficient de ruissellement (0,2<Cr <1).
- ✓ Le coefficient d'allongement (0,8<M).

IV.6.3.Définition des variables de la formule de Caquot :

IV.6.3.1. Pente moyenne :

Cette hypothèse étant passée, pour un bassin versant urbanisé dont le plus long cheminement hydraulique " L "constitué des tronçons successifs "L_j" et de pente sensiblement constante "I_j", l'expression de la pente moyenne exprime le temps d'écoulement le long de ce cheminement le plus hydrauliquement explicite sous la forme :

$$I_{eq} = \left(\frac{\sum_{i=1}^n L_j}{\sum_{i=1}^n \frac{L_j}{\sqrt{I_j}}} \right)^2 \quad \text{(IV.24)}$$

IV.6.3.2.Groupement des bassins versants en série ou en parallèle :

Il est en effet nécessaire de rechercher les caractéristiques du bassin versant équivalent, le tableau suivant fourni les règles d'assemblage à utiliser, sachant que dans certains cas des anomalies peuvent apparaître.

Tableau IV-4 : Détermination des paramètres équivalents dans le cas de l'assemblage des bassins versants en série ou en parallèle.

Paramètres équivalents	$S_{\acute{e}q}$	$C_{\acute{e}q}$	$I_{\acute{e}q}$	$M_{\acute{e}q}$
Bassins en série	$\sum S_i$	$\frac{\sum C_i \times S_i}{\sum S_i}$	$\left[\frac{\sum L_i}{\sum \frac{L_i}{\sqrt{I_i}}} \right]^2$	$\frac{\sum L_i}{\sqrt{\sum S_i}}$
Bassins en parallèle	$\sum S_i$	$\frac{\sum C_i \times S_i}{\sum S_i}$	$\frac{\sum I_i \times Q_{pi}}{\sum Q_{pi}}$	$\frac{L(t_{c,max})}{\sqrt{\sum S_i}}$

Avec :

- ✓ $S_{\acute{e}q}, C_{\acute{e}q}, I_{\acute{e}q}, M_{\acute{e}q}$: sont les paramètres du bassin équivalent.
- ✓ $S_i, C_i, L_i, I_i, Q_{pi}$: sont les paramètres individuels du sous bassin (i) considéré seul.
- ✓ $L(t_{c,max})$: cheminement hydraulique le plus long du sous bassin ayant le temps de concentration le plus long.

IV.6.4.Critique de la méthode superficielle :

- Les débits livrés par la méthode de Caquot sont sensiblement supérieurs (surestimation) en comparaison avec ceux de la méthode rationnelle. Ce surplus des débits donné par la méthode superficielle est dû essentiellement aux conditions de calcul, notamment les tronçons disposés en parallèle, ainsi que l'effet implicite du temps de concentration et qui ne relève pas le comportement plus au moins réel du réseau.
- Le modèle de groupement des bassins, peut conduire à des anomalies :
- ✓ Pour les bassins en série, il peut arriver que le débit de pointe du bassin équivalent soit inférieur au maximum des débits de pointe des sous bassins. Donc on prend : $Q_p = \text{Max}(Q_i)$.
- ✓ Pour les bassins en parallèle, il peut arriver que le débit de pointe du bassin équivalent soit supérieur à la somme des débits de pointe des sous bassins, ce qui est impossible. Donc on prend : $Q_p = \sum Q_i$.

IV.7.Choix de la méthode :

Selon les limitations et les critiques de chacune de ces méthodes ; on opte pour la méthode rationnelle pour l'évaluation des débits pluviaux, car les conditions de validité de celle-ci sont respectées sur tous les sous bassins ; des superficies inférieures à 10 ha.

IV.8. Calcul des débits pluviaux :

Vu que les surfaces des sous bassins sont petites, les valeurs du coefficient « α » s'approchent de l'unité, par conséquent il sera pris égal à 1. Les résultats de calcul des débits pluviaux pour chaque surface élémentaire sont reportés respectivement dans le tableau suivant :

Tableau IV-5 : évaluation des débits pluvieux pour chaque sous bassin.

N° SB	A (ha)	C_r	α	i (L/s/ha)	Q (L/s)	Q (m^3/s)
01	1,46	0,6	1	160	140,16	0,14
02	1,88	0,78	1	160	234,624	0,235
03	1,83	0,8	1	160	234,24	0,234
04	1,60	0,8	1	160	204,8	0,205
05	1,71	0,59	1	160	161,424	0,161
06	0,48	0,67	1	160	51,456	0,051
07	1,52	0,78	1	160	189,696	0,19
08	0,69	0,59	1	160	65,136	0,065
09	1,99	0,79	1	160	251,536	0,252
10	0,51	0,8	1	160	65,28	0,065
11	0,65	0,59	1	160	61,36	0,061
12	1,01	0,8	1	160	129,28	0,129
13	0,63	0,68	1	160	68,544	0,069
14	0,33	0,67	1	160	35,376	0,035
15	0,96	0,68	1	160	104,448	0,104
16	0,77	0,64	1	160	78,848	0,079
17	0,75	0,78	1	160	93,6	0,094
18	0,65	0,67	1	160	69,68	0,07
19	0,78	0,76	1	160	94,848	0,095
20	1,12	0,58	1	160	103,936	0,104
21	0,63	0,59	1	160	59,472	0,059

22	0,42	0,68	1	160	45,696	0,046
23	0,67	0,68	1	160	72,896	0,073
24	1,15	0,79	1	160	145,36	0,145
25	1,20	0,78	1	160	149,76	0,15
26	1,02	0,76	1	160	124,032	0,124
27	0,61	0,67	1	160	65,392	0,065
28	0,99	0,65	1	160	102,96	0,103
29	1,03	0,67	1	160	110,416	0,11
30	1,34	0,59	1	160	126,496	0,126
31	0,45	0,64	1	160	46,08	0,046
32	0,91	0,78	1	160	113,568	0,114
33	0,34	0,68	1	160	36,992	0,037

IV.9. Calcule des débits totales pour chaque sous bassin :

Tableau IV-6: débits totaux pour chaque sous bassin.

N° SB	A (ha)	Q_i pluvial (L/s)	Q_t^{eu} (L/s)	Q_i Total (L/s)	Q_i Total (m^3/s)
01	1,46	140,16	1,721	141,881	0,142
02	1,88	234,624	2,879	237,503	0,238
03	1,83	234,24	2,871	237,111	0,237
04	1,60	204,8	2,513	207,313	0,207
05	1,71	161,424	1,979	163,403	0,163
06	0,48	51,456	0,629	52,085	0,052
07	1,52	189,696	2,325	192,021	0,192
08	0,69	65,136	0,8	65,936	0,066
09	1,99	251,536	3,29	254,826	0,255
10	0,51	65,28	0,818	66,098	0,066
11	0,65	61,36	1,171	62,531	0,063
12	1,01	129,28	1,588	130,868	0,131
13	0,63	68,544	0,842	69,386	0,069
14	0,33	35,376	0,433	35,809	0,036
15	0,96	104,448	1,279	105,727	0,106
16	0,77	78,848	0,967	79,815	0,08

17	0,75	93,6	1,146	94,746	0,095
18	0,65	69,68	0,854	70,534	0,071
19	0,78	94,848	1,163	96,011	0,096
20	1,12	103,936	1,275	105,211	0,105
21	0,63	59,472	0,73	60,202	0,06
22	0,42	45,696	0,563	46,259	0,046
23	0,67	72,896	0,892	73,788	0,074
24	1,15	145,36	1,783	147,143	0,147
25	1,20	149,76	1,938	151,698	0,152
26	1,02	124,032	1,521	125,553	0,126
27	0,61	65,392	0,804	66,196	0,066
28	0,99	102,96	1,263	104,223	0,104
29	1,03	110,416	1,354	111,77	0,112
30	1,34	126,496	1,55	128,046	0,128
31	0,45	46,08	0,567	46,647	0,047
32	0,91	113,568	1,392	114,96	0,115
33	0,34	36,992	0,454	37,446	0,037

Conclusion:

La présente phase (évaluation des débits) a eu pour résultat la quantification des débits à évacuer pour chaque sous bassin, 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.

CHAPITRE V :



Dimensionnement du réseau d'assainissement

V.1. Introduction :

Le calcul hydraulique du réseau d'assainissement c'est la phase qui vient après avoir évaluer les différents débits à évacuer dans le réseau.

La conception d'un réseau d'assainissement de type unitaire doit répondre à certaines normes d'écoulement :

- ✓ 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.
- ✓ 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.

V.2. Principe de conception d'un système d'assainissement :

La conception d'un réseau d'assainissement est la concrétisation de tous les éléments constituant les branches du réseau sur un schéma :

- **Les collecteurs** : doivent pouvoir transporter en tout temps la totalité des débits apportés par les conduites qu'ils desservent. Ils sont définis par leurs :
 - ✓ Emplacements.
 - ✓ Profondeurs.
 - ✓ Dimensions (diamètres intérieur et extérieur, ...).
 - ✓ Pentés.
 - ✓ Leur joints et confection.
- **Les regards** : de différents types (de visite, de jonction, ...). Ils sont également définis par leurs :
 - ✓ Emplacements.
 - ✓ Profondeurs.
 - ✓ Côtes.

V.3. Dimensionnement du réseau d'assainissement :

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

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. 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'auto curage, 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.

V.3.2. Base de calcul :

L'écoulement dans les collecteurs est un écoulement à surface libre ; dont le débit est donné par la formule de la continuité :

$$Q = v \times S_m \quad (\text{V.1})$$

Avec :

- ✓ Q : le débit capable de l'ouvrage (m^3/s).
- ✓ S_m : section mouillée (m^2).
- ✓ v : vitesse d'écoulement (m/s).

Les ouvrages sont calculés suivant une formule d'écoulement résultant de celle de CHEZY ; où la vitesse d'écoulement se calcule par l'expression suivante :

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

Avec :

- ✓ v : vitesse d'écoulement (m/s).
- ✓ C : coefficient de Chézy, qui dépend des paramètres hydrauliques et géométriques de l'écoulement.
- ✓ I : pente motrice de l'écoulement (m/m).
- ✓ R_h : rayon hydraulique (m), donné par :

$$R_h = \frac{S_m}{P_m} \quad (\text{V.3})$$

Où :

- ✓ S_m : la surface de la section transversale mouillée de la conduite (m^2).
- ✓ P_m : le périmètre mouillé (m).

V.3.3. Formule de MANNING-STRICKLER :

Le coefficient de Chézy est exprimé comme suit :

$$C = K \times R_h^{1/6} \quad (\text{V.4})$$

Avec :

- ✓ K : coefficient de rugosité (de Manning-Strickler) ; sa valeur dépend du type de l'ouvrage utilisé, son matériau et son état.

La vitesse d'écoulement se calcule par l'expression suivante :

$$V = k \times R_h^{2/3} \times I^{1/2} \quad (\text{V.5})$$

Et le débit capable de l'ouvrage :

$$Q = K \times R_h^{2/3} \times I^{1/2} \times S_m \quad (\text{V.6})$$

➤ **Procédé de calcul :**

1. Déterminer le débit et la pente pour chaque point.
2. Le diamètre calculé est exprimé par :

$$D_{\text{cal}} = \left[\frac{3,2 \times Q}{K \times \sqrt{I}} \right]^{3/8} \quad (\text{V.7})$$

Avec:

$$D_{\text{cal}} \text{ (m)} \quad ; \quad Q \text{ (m}^3\text{/s)} \quad ; \quad I \text{ (m/m)}$$

3. Fixer le diamètre normalisé de la conduite " D_n ".
4. La vitesse à pleine section est calculée à partir de la relation (V.5)
Pour un rayon hydraulique : $R_h = D_n/4$; on a :

$$V_{ps} = K \times \left(\frac{D_n}{4} \right)^{2/3} \times I^{1/2} \quad (\text{V.8})$$

5. Le débit à pleine section :

$$Q_{ps} = V_{ps} \times \frac{\pi \times D_n^2}{4} \quad (\text{V.9})$$

Avec:

$$Q_{ps} \text{ (m}^3\text{/s)} \quad ; \quad V_{ps} \text{ (m/s)} \quad ; \quad D_n \text{ (m)}$$

6. Le rapport des débits :

$$r_Q = \frac{q}{Q_{ps}} \quad (\text{V.10})$$

7. Déterminer les vitesses réelles par :

$$V = r_v \times V_{ps} \quad (\text{V.11})$$

Avec :

✓ r_v : rapport des vitesses, données comme suit :

8. La hauteur de remplissage :

$$H = r_H \times D_n \quad (\text{V.12})$$

Avec :

✓ r_H : rapport des hauteurs, données comme suit :

Les relations entre r_Q et r_v , ainsi entre r_Q et r_H sont les suivantes :

$$r_v = -25.63 \times r_Q^6 + 93.647 \times r_Q^5 - 134.25 \times r_Q^4 + 95.24 \times r_Q^3 - 35.151 \times r_Q^2 + 7.0395 \times r_Q + 0.2263 \quad (\text{V.13})$$

$$r_H = -11.423 \times r_Q^6 + 40.641 \times r_Q^5 - 55.497 \times r_Q^4 + 37.115 \times r_Q^3 - 12.857 \times r_Q^2 + 2.8373 \times r_Q + 0.0359 \quad (\text{V.14})$$

- Les résultats obtenus concernant le dimensionnement du réseau d'évacuation d'eaux usées et pluviales sont mentionnés dans les tableaux suivants :

Tableau V.1 : Collecteur principal N°01

Tronçon	L (m)	P (%)	Q	D_{cal} (mm)	D_{nor} (mm)	Q_{ps} (m^3/s)	R_q	R_v	R_h	H (mm)	V_{ps} (m/s)	V (m/s)	V_{auto} (m/s)	Autocurage
R1-R2	11	4	0,008	92,788	300	0,189	0,044	0,475	0,138	41,501	2,668	1,266	0,639	vérifié
R2-R3	11	4	0,017	120,331	300	0,189	0,088	0,630	0,208	62,264	2,668	1,679	0,639	vérifié
R3-R4	12	4	0,026	141,669	300	0,189	0,135	0,730	0,259	77,840	2,668	1,948	0,639	vérifié
R4-R5	11	4	0,034	157,371	300	0,189	0,179	0,785	0,295	88,440	2,668	2,094	0,639	vérifié
R5-R6	11	4	0,042	170,821	300	0,189	0,223	0,821	0,324	97,331	2,668	2,189	0,639	vérifié
R6-R7	10	4	0,048	179,592	300	0,189	0,255	0,841	0,345	103,364	2,668	2,243	0,639	vérifié
R7-R8	10	4	0,050	181,677	300	0,189	0,263	0,846	0,350	104,854	2,668	2,256	0,639	vérifié
R8-R9	10	4	0,057	191,547	300	0,189	0,302	0,869	0,374	112,323	2,668	2,318	0,639	Vérifié
R9-R10	11	4	0,065	201,507	300	0,189	0,346	0,895	0,402	120,709	2,668	2,388	0,639	Vérifié
R10-R11	11	4	0,074	210,707	300	0,189	0,390	0,924	0,431	129,293	2,668	2,464	0,639	Vérifié
R11-R12	10	4	0,081	218,526	300	0,189	0,430	0,951	0,457	137,163	2,668	2,536	0,639	Vérifié
R12-R13	10	4	0,089	225,905	300	0,189	0,469	0,978	0,483	144,947	2,668	2,609	0,639	Vérifié
R13-R14	11	4	0,097	233,583	300	0,189	0,513	1,007	0,511	153,240	2,668	2,687	0,639	Vérifié
R14-R15	11	4	0,105	240,862	300	0,189	0,557	1,033	0,537	161,119	2,668	2,756	0,639	Vérifié
R15-R16	11	4	0,113	247,792	300	0,189	0,601	1,055	0,562	168,542	2,668	2,815	0,639	vérifié
R16-R17	10	4	0,121	253,822	300	0,189	0,640	1,071	0,583	174,951	2,668	2,857	0,639	vérifié
R17-R18	10	4	0,128	259,623	300	0,189	0,680	1,083	0,604	181,184	2,668	2,889	0,639	vérifié
R18-R19	9	4	0,135	264,665	300	0,189	0,716	1,091	0,623	186,824	2,668	2,910	0,639	vérifié
R19-R20	12	4	0,138	266,677	300	0,189	0,731	1,094	0,631	189,179	2,668	2,917	0,639	vérifié
R20-R21	11	4	0,140	268,499	300	0,189	0,744	1,096	0,638	191,386	2,668	2,923	0,639	vérifié
R21-R22	12	4	0,143	270,463	300	0,189	0,759	1,098	0,646	193,860	2,668	2,929	0,639	vérifié
R22-R23	12	4	0,146	272,404	300	0,189	0,773	1,100	0,655	196,418	2,668	2,934	0,639	vérifié
R23-R24	11	4	0,148	274,163	300	0,189	0,787	1,101	0,663	198,851	2,668	2,938	0,639	vérifié
R24-R25	10	4	0,151	275,745	300	0,189	0,799	1,103	0,670	201,147	2,668	2,942	0,639	vérifié
R25-R26	10	4	0,153	277,313	300	0,189	0,811	1,104	0,678	203,531	2,668	2,945	0,639	vérifié

R26-R27	10	4	0,155	278,867	300	0,189	0,823	1,105	0,687	206,012	2,668	2,949	0,639	vérifié
R27-R28	11	3	0,158	296,108	300	0,163	0,966	1,122	0,814	244,157	2,310	2,592	0,549	vérifié
R28-R29	11	3	0,160	297,876	300	0,163	0,981	1,123	0,831	249,275	2,310	2,593	0,549	vérifié
R29-R30	30	3	0,167	302,611	400	0,352	0,475	0,982	0,487	194,769	2,799	2,749	0,701	vérifié
R30-R31	10	4	0,169	288,190	400	0,406	0,417	0,942	0,449	179,620	3,232	3,045	0,822	vérifié
R31-RB32	10	4	0,172	289,648	400	0,406	0,423	0,946	0,453	181,110	3,232	3,057	0,822	vérifié
RB32-R33	10	4	0,303	358,398	400	0,406	0,746	1,096	0,639	255,675	3,232	3,542	0,822	vérifié
R33-R34	10	4	0,305	359,413	400	0,406	0,752	1,097	0,642	256,945	3,232	3,545	0,822	vérifié
R34-R35	10	4	0,308	360,424	400	0,406	0,757	1,098	0,646	258,231	3,232	3,547	0,822	vérifié
R35-R36	10	4	0,310	361,429	400	0,406	0,763	1,098	0,649	259,533	3,232	3,550	0,822	vérifié
R36-R37	9,72	4	0,312	362,403	400	0,406	0,769	1,099	0,652	260,815	3,232	3,552	0,822	vérifié
R37-R38	8,28	4	0,314	363,228	400	0,406	0,773	1,100	0,655	261,922	3,232	3,554	0,822	vérifié
R38-R39	13	4	0,317	364,518	400	0,406	0,781	1,101	0,659	263,688	3,232	3,557	0,822	vérifié
R39-RB40	13	4	0,321	366,188	400	0,406	0,790	1,102	0,665	266,045	3,232	3,560	0,822	vérifié
RB40-R41	14	4	0,346	376,683	400	0,406	0,852	1,109	0,708	283,151	3,232	3,583	0,822	vérifié
R41-R42	14	4	0,349	377,779	400	0,406	0,859	1,110	0,713	285,211	3,232	3,586	0,822	vérifié
R42-R43	15	4	0,352	378,947	400	0,406	0,866	1,110	0,719	287,472	3,232	3,589	0,722	vérifié
R43-RB44	15	4	0,354	380,110	400	0,406	0,873	1,111	0,724	289,790	3,232	3,591	0,884	vérifié
RB44-R45	30	2,14	0,450	467,423	500	0,539	0,836	1,107	0,696	347,803	2,743	3,036	0,705	vérifié
R45-R46	30	2,14	0,458	470,585	600	0,876	0,523	1,013	0,517	310,187	3,097	3,139	0,705	vérifié
R46-R47	30	1,46	0,466	508,920	600	0,723	0,645	1,073	0,585	351,260	2,558	2,744	0,705	vérifié
R47-R48	30	1,46	0,474	512,243	600	0,723	0,656	1,076	0,591	354,807	2,558	2,753	0,705	vérifié
R48-R49	25	1,46	0,481	514,984	600	0,723	0,665	1,079	0,596	357,750	2,558	2,761	0,719	vérifié
R49-R50	21	1,46	0,487	517,268	600	0,723	0,673	1,081	0,600	360,217	2,558	2,766	0,719	vérifié
RB50-RB51	21	1,51	0,494	516,960	600	0,736	0,672	1,081	0,600	359,883	2,602	2,812	0,719	vérifié
RB51-R52	24	1,51	0,689	585,382	600	0,736	0,936	1,119	0,783	469,746	2,602	2,913	0,874	vérifié
R52-RB53	30	1,51	0,700	588,772	600	0,736	0,951	1,121	0,798	478,747	2,602	2,916	0,639	vérifié
RB53-R54	30	2,1	0,729	562,173	600	0,868	0,841	1,107	0,699	419,572	3,068	3,398	0,639	vérifié
R54-R55	30	2,63	0,831	566,051	600	0,971	0,856	1,109	0,711	426,646	3,434	3,809	0,639	vérifié

R55-DO2	30	2,63	0,831	566,051	600	0,971	0,856	1,109	0,711	426,646	3,434	3,809	0,639	vérifié
---------	----	------	-------	---------	-----	-------	-------	-------	-------	---------	-------	-------	-------	---------

Tableau V.2 : Collecteur principal N°02

Tronçon	L (m)	P (%)	Q	D_{cal} (mm)	D_{nor} (mm)	Q_{ps} (m^3/s)	R_q	R_v	R_h	H (mm)	V_{ps} (m/s)	V (m/s)	V_{auto} (m/s)	Autocurage
R124-R125	30	4	0,138	266,594	300	0,189	0,730	1,093	0,630	189,081	2,668	2,917	0,639	vérifié
R125-R126	30	4	0,144	271,379	300	0,189	0,765	1,099	0,650	195,052	2,668	2,931	0,639	vérifié
R126-R127	30	4	0,151	276,027	300	0,189	0,801	1,103	0,672	201,566	2,668	2,942	0,639	vérifié
R127-R128	30	4	0,158	280,548	300	0,189	0,836	1,107	0,696	208,845	2,668	2,953	0,639	vérifié
R128-R129	25	4	0,163	284,225	300	0,189	0,866	1,110	0,719	215,632	2,668	2,962	0,639	vérifié
R129-R130	25	4	0,169	287,824	300	0,189	0,895	1,114	0,744	223,161	2,668	2,972	0,639	vérifié
R130-RB131	18,45	4	0,173	290,433	300	0,189	0,917	1,117	0,764	229,216	2,668	2,980	0,639	vérifié
RB131-R132	10	4	0,479	425,579	500	0,736	0,651	1,075	0,589	294,294	3,750	4,029	1,036	vérifié
R132-R133	10	4	0,481	426,229	500	0,736	0,653	1,075	0,590	294,989	3,750	4,033	1,036	vérifié
R133-R134	10	4	0,483	426,878	500	0,736	0,656	1,076	0,591	295,683	3,750	4,036	1,036	vérifié
R134-R135	10	4	0,485	427,526	500	0,736	0,659	1,077	0,593	296,377	3,750	4,039	1,036	vérifié
R135-R136	20	4	0,489	428,815	500	0,736	0,664	1,079	0,596	297,761	3,750	4,045	1,036	vérifié
R136-R137	10	4	0,491	429,458	500	0,736	0,667	1,079	0,597	298,453	3,750	4,048	1,036	vérifié
R137-R138	10	4	0,493	430,098	500	0,736	0,669	1,080	0,598	299,144	3,750	4,050	1,036	vérifié
R138-R139	10	4	0,495	430,738	500	0,736	0,672	1,081	0,600	299,836	3,750	4,053	1,036	vérifié
R139-R140	10	4	0,497	431,375	500	0,736	0,675	1,082	0,601	300,527	3,750	4,056	1,036	vérifié
R140-R141	10	4	0,499	432,011	500	0,736	0,677	1,082	0,602	301,218	3,750	4,059	1,036	vérifié
R141-R142	10	4	0,501	432,646	500	0,736	0,680	1,083	0,604	301,909	3,750	4,061	1,036	vérifié
R142-R143	25	4	0,505	434,225	500	0,736	0,687	1,085	0,607	303,638	3,750	4,067	1,036	vérifié
R143-RB144	17,94	3,97	0,509	435,968	500	0,734	0,694	1,086	0,611	305,563	3,736	4,059	1,031	vérifié
RB144-R145	18	3,97	0,635	473,664	600	1,193	0,532	1,019	0,523	313,526	4,219	4,299	1,289	vérifié
R145-R146	10	4,27	1,221	597,013	600	1,237	0,987	1,122	0,837	502,293	4,375	4,911	1,348	vérifié
R146-R147	10	4,27	1,225	597,747	600	1,237	0,990	1,122	0,841	504,490	4,375	4,911	1,348	vérifié
R147-R148	10	4,42	1,229	594,665	600	1,259	0,976	1,122	0,826	495,361	4,451	4,997	1,378	vérifié
R148-R149	10	4,59	1,233	591,240	600	1,283	0,962	1,122	0,809	485,560	4,536	5,089	1,411	vérifié

R149-R150	10	4,59	1,238	592,006	600	1,283	0,965	1,122	0,813	487,719	4,536	5,090	1,411	vérifié
R150-R151	10	4,59	1,242	592,770	600	1,283	0,968	1,122	0,816	489,893	4,536	5,090	1,411	vérifié
R151-R152	10	4,59	1,246	593,533	600	1,283	0,972	1,122	0,820	492,081	4,536	5,091	1,411	vérifié
R152-R153	10	4,59	1,250	594,295	600	1,283	0,975	1,122	0,824	494,284	4,536	5,092	1,411	vérifié
R153-R154	10	4,59	1,255	595,054	600	1,283	0,978	1,122	0,828	496,500	4,536	5,092	1,411	vérifié
R154-RB155	42	1,58	1,273	730,648	800	1,621	0,785	1,101	0,662	529,629	3,224	3,550	1,069	vérifié
RB155-R156	23	1,58	1,281	732,488	800	1,621	0,790	1,102	0,665	532,250	3,224	3,552	1,069	vérifié
R156-RB157	21	1,58	1,289	734,161	800	1,621	0,795	1,102	0,668	534,679	3,224	3,554	1,069	vérifié
RB157-R158	25	1,58	1,403	757,935	800	1,621	0,866	1,110	0,719	575,021	3,224	3,580	1,069	vérifié
R158-RB159	17,02	1,28	1,410	789,791	800	1,459	0,966	1,122	0,814	651,566	2,902	3,256	0,934	vérifié
RB159-R160	25	1,28	1,458	799,854	800	1,459	1,000	1,122	0,852	681,317	2,902	3,255	0,934	vérifié
R160-R161	22,98	3,31	1,467	670,807	800	2,346	0,625	1,065	0,575	460,103	4,667	4,972	1,742	vérifié
R161-R162	20	3,31	1,476	672,479	800	2,346	0,629	1,067	0,577	461,879	4,667	4,979	1,742	vérifié
R162-R163	15	3,31	1,484	673,728	800	2,346	0,632	1,068	0,579	463,207	4,667	4,985	1,742	vérifié
R163-R164	25	3,31	1,496	675,802	800	2,346	0,638	1,070	0,582	465,411	4,667	4,994	1,742	vérifié
R164-R165	12	3,31	1,502	676,794	800	2,346	0,640	1,071	0,583	466,466	4,667	4,998	1,742	vérifié
R165-R166	20	2,9	1,511	695,473	800	2,196	0,688	1,085	0,608	486,605	4,368	4,740	1,594	vérifié
R166-R167	20	2,9	1,521	697,155	800	2,196	0,693	1,086	0,611	488,464	4,368	4,744	1,594	vérifié
R167-R168	30	0,81	1,536	888,688	1000	2,104	0,730	1,094	0,630	630,317	2,679	2,929	0,964	vérifié
R168-R169	30	0,81	1,551	891,857	1000	2,104	0,737	1,095	0,634	634,119	2,679	2,932	0,964	vérifié
R169-R170	30	0,81	1,556	893,015	1000	2,104	0,740	1,095	0,636	635,525	2,679	2,933	0,964	vérifié
R170-R171	30	1,5	1,561	796,607	1000	2,863	0,545	1,027	0,530	530,299	3,645	3,742	1,462	vérifié
R171-R172	30	2,7	1,567	714,398	1000	3,841	0,408	0,936	0,443	442,898	4,891	4,577	2,201	vérifié
R172-R173	30	2,7	1,572	715,316	1000	3,841	0,409	0,937	0,444	443,822	4,891	4,581	2,201	vérifié
R173-R174	38	0,44	1,579	1006,780	1200	2,521	0,626	1,066	0,576	690,760	2,229	2,376	0,854	vérifié
R174-R175	30	0,44	2,073	1115,014	1200	2,521	0,822	1,105	0,686	823,306	2,229	2,464	0,854	vérifié
R175-R176	30	0,44	2,073	1115,014	1200	2,521	0,822	1,105	0,686	823,306	2,229	2,464	0,854	vérifié
R176-R177	30	0,44	2,073	1115,014	1200	2,521	0,822	1,105	0,686	823,306	2,229	2,464	0,854	vérifié
R177-R178	30	0,44	2,073	1115,014	1200	2,521	0,822	1,105	0,686	823,306	2,229	2,464	0,854	vérifié
R178-R179	30	0,44	2,073	1115,014	1200	2,521	0,822	1,105	0,686	823,306	2,229	2,464	0,854	vérifié
R179-R180	30	0,44	2,073	1115,014	1200	2,521	0,822	1,105	0,686	823,306	2,229	2,464	0,854	vérifié

R180-R181	30	0,44	2,073	1115,014	1200	2,521	0,822	1,105	0,686	823,306	2,229	2,464	0,854	vérifié
R181-R182	30	0,44	2,073	1115,014	1200	2,521	0,822	1,105	0,686	823,306	2,229	2,464	0,854	vérifié
R182-R183	30	0,44	2,073	1115,014	1200	2,521	0,822	1,105	0,686	823,306	2,229	2,464	0,854	vérifié
R183-R184	30	0,44	2,073	1115,014	1200	2,521	0,822	1,105	0,686	823,306	2,229	2,464	0,854	vérifié
R184-DO1	30	0,44	2,073	1115,014	1200	2,521	0,822	1,105	0,686	823,306	2,229	2,464	0,854	vérifié

Tableau V.3: Collecteur secondaire N°01

Tronçon	L (m)	P (%)	Q	D_{cal} (mm)	D_{nor} (mm)	Q_{ps} (m^3/s)	R_q	R_v	R_h	H (mm)	V_{ps} (m/s)	V (m/s)	V_{auto} (m/s)	Autocurage
R299-R300	30	0,72	0,035	219,051	400	0,172	0,201	0,804	0,310	123,991	1,371	1,103	0,327	vérifié
R300-R301	30	0,72	0,090	313,439	400	0,172	0,522	1,013	0,516	206,483	1,371	1,388	0,327	vérifié
R301-R302	10	0,72	0,108	336,155	400	0,172	0,629	1,067	0,577	230,850	1,371	1,463	0,327	vérifié
R302-R303	10	0,72	0,127	356,565	400	0,172	0,736	1,094	0,634	253,433	1,371	1,501	0,327	vérifié
R303-R304	10	0,72	0,145	375,193	500	0,312	0,465	0,975	0,480	240,170	1,591	1,551	0,394	vérifié
R304-R305	10	0,72	0,164	392,395	500	0,312	0,524	1,014	0,518	258,751	1,591	1,613	0,394	vérifié
R305-R306	10	0,72	0,182	408,424	500	0,312	0,583	1,047	0,552	276,035	1,591	1,666	0,394	vérifié
R306-R307	10	0,72	0,201	423,468	500	0,312	0,642	1,072	0,584	292,044	1,591	1,705	0,394	vérifié
R307-R308	10	0,72	0,219	437,671	500	0,312	0,701	1,088	0,615	307,463	1,591	1,731	0,394	vérifié
R308-RB309	13,99	0,72	0,245	456,337	500	0,312	0,784	1,101	0,661	330,571	1,591	1,752	0,394	vérifié
RB309-R310	10,01	4	0,253	334,794	500	0,736	0,343	0,893	0,400	200,250	3,750	3,350	1,036	vérifié
R310-R311	10	4	0,255	335,767	500	0,736	0,346	0,895	0,402	201,112	3,750	3,356	1,036	vérifié
R311-R312	9,99	4	0,257	336,735	500	0,736	0,348	0,897	0,404	201,975	3,750	3,363	1,036	vérifié
R312-R313	10,01	4	0,259	337,701	500	0,736	0,351	0,898	0,406	202,841	3,750	3,369	1,036	vérifié
R313-R314	10	4	0,261	338,660	500	0,736	0,354	0,900	0,407	203,708	3,750	3,375	1,036	vérifié
R314-R315	9,99	4	0,262	339,615	500	0,736	0,356	0,902	0,409	204,575	3,750	3,382	1,036	vérifié
R315-R316	10,01	4	0,264	340,566	500	0,736	0,359	0,904	0,411	205,444	3,750	3,388	1,036	vérifié
R316-R317	10	4	0,266	341,513	500	0,736	0,362	0,905	0,413	206,314	3,750	3,395	1,036	vérifié
R317-R318	9,99	4	0,268	342,454	500	0,736	0,364	0,907	0,414	207,185	3,750	3,401	1,036	vérifié
R318-R319	36,98	2,04	0,276	392,447	500	0,526	0,524	1,014	0,518	258,808	2,678	2,716	0,703	vérifié
R319-R320	30	2,04	0,282	395,572	500	0,526	0,535	1,021	0,524	262,195	2,678	2,734	0,703	vérifié

R320-R321	30	2,04	0,287	398,657	500	0,526	0,547	1,027	0,531	265,532	2,678	2,751	0,703	vérifié
R321-R322	18	2,04	0,291	400,489	500	0,526	0,553	1,031	0,535	267,510	2,678	2,762	0,703	vérifié
R322-R323	35	2,79	0,298	380,976	500	0,615	0,484	0,988	0,493	246,382	3,132	3,095	0,840	vérifié
R323-R324	40	2,79	0,316	389,628	500	0,615	0,514	1,008	0,511	255,749	3,132	3,156	0,840	vérifié
R324-R325	35	2,79	0,332	396,943	500	0,615	0,540	1,024	0,527	263,679	3,132	3,206	0,840	vérifié
R325-R326	40	2,79	0,351	405,038	500	0,615	0,570	1,040	0,545	272,406	3,132	3,258	0,840	vérifié
R326-R327	11,03	4	0,356	380,624	500	0,736	0,483	0,988	0,492	246,002	3,750	3,703	1,036	vérifié
R327-R328	13,97	4	0,415	403,179	500	0,736	0,563	1,037	0,541	270,409	3,750	3,888	1,036	vérifié
R328-R329	11,03	4	0,420	405,020	500	0,736	0,570	1,040	0,545	272,386	3,750	3,901	1,036	vérifié
R329-R330	13,97	4	0,425	407,019	500	0,736	0,578	1,044	0,549	274,530	3,750	3,916	1,036	vérifié
R330-R331	10	4	0,429	408,439	500	0,736	0,583	1,047	0,552	276,051	3,750	3,926	1,036	vérifié
R331-R332	10	4	0,433	409,852	500	0,736	0,589	1,050	0,555	277,561	3,750	3,936	1,036	vérifié
R332-R333	9,03	4	0,437	411,121	500	0,736	0,593	1,052	0,558	278,914	3,750	3,944	1,036	vérifié
R333-R334	10	4	0,441	412,518	500	0,736	0,599	1,054	0,561	280,404	3,750	3,954	1,036	vérifié
R334-R335	10	4	0,445	413,907	500	0,736	0,604	1,057	0,564	281,883	3,750	3,963	1,036	vérifié
R335-R336	8,97	4	0,448	415,147	500	0,736	0,609	1,059	0,566	283,202	3,750	3,971	1,036	vérifié
R336-R337	10,03	4	0,452	416,526	500	0,736	0,614	1,061	0,569	284,667	3,750	3,979	1,036	vérifié
R337-R338	10	4	0,456	417,894	500	0,736	0,620	1,063	0,572	286,120	3,750	3,987	1,036	vérifié
R338-R339	11,97	4	0,464	420,456	500	0,736	0,630	1,067	0,578	288,841	3,750	4,002	1,036	vérifié
R339-R340	10,03	4	0,470	422,583	500	0,736	0,639	1,070	0,582	291,102	3,750	4,014	1,036	vérifié
R340-R341	9,97	4	0,476	424,680	500	0,736	0,647	1,073	0,587	293,334	3,750	4,025	1,036	vérifié
R341-R342	9,03	4	0,482	426,564	500	0,736	0,655	1,076	0,591	295,347	3,750	4,034	1,036	vérifié
R342-R343	7,29	4	0,487	428,075	500	0,736	0,661	1,078	0,594	296,966	3,750	4,041	1,036	vérifié
R343-R344	9,25	4	0,492	429,980	500	0,736	0,669	1,080	0,598	299,016	3,750	4,050	1,036	vérifié
R344-RB174	9,5	0,81	0,494	580,838	600	0,539	0,917	1,117	0,764	458,363	1,906	2,129	0,502	vérifié

Tableau V.4 : Collecteur secondaire N°02

Tronçon	L (m)	P (%)	Q	D_{cal} (mm)	D_{nor} (mm)	Q_{ps} (m^3/s)	R_q	R_v	R_h	H (mm)	V_{ps} (m/s)	V (m/s)	V_{auto} (m/s)	Autocurage
R188-R189	10	4	0,004	71,230	300	0,189	0,022	0,363	0,092	27,476	2,668	0,968	0,639	vérifié

R189-R190	10	4	0,008	92,374	300	0,189	0,043	0,472	0,137	41,204	2,668	1,260	0,639	vérifié
R190-R191	10	4	0,012	107,544	300	0,189	0,065	0,559	0,175	52,504	2,668	1,490	0,639	vérifié
R191-R192	10	4	0,016	119,795	300	0,189	0,086	0,627	0,206	61,857	2,668	1,672	0,639	vérifié
R192-R193	10	4	0,128	259,430	300	0,189	0,679	1,083	0,603	180,973	2,668	2,888	0,639	vérifié
R193-R194	10	4	0,132	262,498	300	0,189	0,700	1,088	0,615	184,361	2,668	2,902	0,639	vérifié
R194-R195	10	4	0,136	265,507	300	0,189	0,722	1,092	0,626	187,800	2,668	2,913	0,639	vérifié
R195-R196	10	4	0,140	268,460	300	0,189	0,744	1,096	0,638	191,339	2,668	2,923	0,639	vérifié
R196-R197	10	4	0,144	271,360	300	0,189	0,765	1,099	0,650	195,028	2,668	2,931	0,639	vérifié
R197-R198	10	4	0,148	274,210	300	0,189	0,787	1,101	0,663	198,918	2,668	2,938	0,639	vérifié
R198-R199	10	4	0,152	277,011	300	0,189	0,808	1,104	0,677	203,062	2,668	2,945	0,639	vérifié
R199-R200	10	4	0,157	279,766	300	0,189	0,830	1,106	0,692	207,507	2,668	2,951	0,639	vérifié
R200-R201	10	4	0,161	282,476	300	0,189	0,852	1,109	0,708	212,296	2,668	2,958	0,639	vérifié
R201-R202	10	4	0,300	357,110	400	0,406	0,739	1,095	0,635	254,094	3,232	3,539	0,822	vérifié
R202-RB131	10	4	0,304	358,921	400	0,406	0,749	1,096	0,641	256,328	3,232	3,543	0,822	vérifié

Tableau V.5 : Collecteur secondaire N°03

Tronçon	L (m)	P (%)	Q	D_{cal} (mm)	D_{nor} (mm)	Q_{ps} (m^3/s)	R_q	R_v	R_h	H (mm)	V_{ps} (m/s)	V (m/s)	V_{auto} (m/s)	Autocurage
R235-R236	30	3,05	0,015	121,133	300	0,165	0,089	0,634	0,210	62,871	2,329	1,476	0,554	vérifié
R236-R237	30	3,05	0,029	157,091	300	0,165	0,178	0,784	0,294	88,255	2,329	1,826	0,554	vérifié
R237-R238	30,04	3,05	0,044	182,918	300	0,165	0,267	0,848	0,353	105,754	2,329	1,976	0,554	vérifié
R238-R239	26,83	3,05	0,057	201,712	300	0,165	0,347	0,896	0,403	120,891	2,329	2,087	0,554	vérifié
R239-R240	30	3,05	0,072	219,757	300	0,165	0,436	0,955	0,461	138,441	2,329	2,225	0,554	vérifié
R240-R241	30	3,05	0,086	235,621	300	0,165	0,525	1,015	0,518	155,450	2,329	2,363	0,554	vérifié
R241-R242	30	4	0,101	237,493	300	0,189	0,536	1,021	0,525	157,479	2,668	2,725	0,639	vérifié
R242-R243	17	4	0,109	244,631	300	0,189	0,580	1,046	0,551	165,168	2,668	2,789	0,639	vérifié
R243-R244	10,13	4	0,114	248,725	300	0,189	0,607	1,058	0,565	169,535	2,668	2,822	0,639	vérifié
R244-R245	10	4	0,116	250,311	300	0,189	0,617	1,062	0,571	171,221	2,668	2,834	0,639	vérifié
R245-RB144	12,41	4	0,119	252,256	300	0,189	0,630	1,067	0,578	173,286	2,668	2,847	0,639	vérifié

Tableau V.6 : Collecteur secondaire N°04

Tronçon	L (m)	P (%)	Q	D_{cal} (mm)	D_{nor} (mm)	Q_{ps} (m^3/s)	R_q	R_v	R_h	H (mm)	V_{ps} (m/s)	V (m/s)	V_{auto} (m/s)	Autocurage
R246-R247	30	4	0,523	439,753	500	0,736	0,710	1,090	0,620	309,817	3,750	4,087	1,036	vérifié
R247-R248	30	4	0,537	444,080	500	0,736	0,729	1,093	0,630	314,845	3,750	4,100	1,036	vérifié
R248-R249	10	4	0,541	445,507	500	0,736	0,735	1,094	0,633	316,551	3,750	4,104	1,036	vérifié
R249-R250	10	4	0,546	446,926	500	0,736	0,741	1,095	0,637	318,274	3,750	4,107	1,036	vérifié
R250-R251	10	4	0,550	448,338	500	0,736	0,748	1,096	0,640	320,018	3,750	4,111	1,036	vérifié
R251-R252	8	4	0,554	449,462	500	0,736	0,753	1,097	0,643	321,429	3,750	4,114	1,036	vérifié
R252-R253	10,44	4	0,559	450,922	500	0,736	0,759	1,098	0,647	323,294	3,750	4,117	1,036	vérifié
R253-RB254	8,58	3	0,562	476,952	500	0,638	0,882	1,112	0,732	365,981	3,248	3,613	0,876	vérifié
RB254-R255	29	1,77	0,573	530,397	600	0,796	0,720	1,092	0,625	374,881	2,817	3,075	0,789	vérifié
R255-RB145	27,78	1,77	0,584	534,038	600	0,796	0,733	1,094	0,632	379,176	2,817	3,082	0,789	vérifié
R246-R247	30	4	0,523	439,753	500	0,736	0,710	1,090	0,620	309,817	3,750	4,087	1,036	vérifié

Tableau V.7 : Collecteur secondaire N°05

Tronçon	L (m)	P (%)	Q	D_{cal} (mm)	D_{nor} (mm)	Q_{ps} (m^3/s)	R_q	R_v	R_h	H (mm)	V_{ps} (m/s)	V (m/s)	V_{auto} (m/s)	Autocurage
R285-R286	25	0,76	0,01	141,65	400	0,177	0,063	0,551	0,172	68,678	1,409	0,776	0,336	vérifié
R286-R287	23	0,76	0,02	180,91	400	0,177	0,121	0,705	0,245	98,145	1,409	0,993	0,336	vérifié
R287-R288	25	0,76	0,03	211,71	400	0,177	0,183	0,789	0,298	119,157	1,409	1,111	0,336	vérifié
R288-R289	29	0,76	0,05	240,00	400	0,177	0,256	0,842	0,346	138,205	1,409	1,186	0,336	vérifié
R289-R290	25	0,76	0,076	291,314	400	0,177	0,429	0,951	0,457	182,827	1,409	1,339	0,336	vérifié
R290-R291	25	4,06	0,085	222,193	300	0,190	0,449	0,964	0,470	140,997	2,688	2,591	0,644	vérifié
R291-R292	25	4	0,095	231,638	300	0,189	0,502	1,000	0,504	151,130	2,668	2,667	0,639	vérifié

R292-RB157	27,93	2,47	0,105	263,662	300	0,148	0,709	1,090	0,619	185,675	2,096	2,284	0,496	vérifié
------------	-------	------	-------	---------	-----	-------	-------	-------	-------	---------	-------	-------	-------	---------

Tableau V.8 : Collecteur secondaire N°06

Tronçon	L (m)	P (%)	Q	D_{cal} (mm)	D_{nor} (mm)	Q_{ps} (m^3/s)	R_q	R_v	R_h	H (mm)	V_{ps} (m/s)	V (m/s)	V_{auto} (m/s)	Autocurage
R295-R296	30	3,82	0,011	104,854	300	0,184	0,061	0,543	0,168	50,458	2,607	1,416	0,623	vérifié
R296-R297	30	2,93	0,022	142,913	300	0,161	0,138	0,735	0,262	78,704	2,283	1,678	0,542	vérifié
R297-R298	30	2,3	0,034	174,108	300	0,143	0,234	0,828	0,332	99,555	2,023	1,676	0,478	vérifié
R298-RB159	15	1,07	0,039	212,931	400	0,210	0,186	0,792	0,300	119,964	1,671	1,323	0,403	vérifié

Tableau V.9 : Collecteur secondaire N°07

Tronçon	L (m)	P (%)	Q	D_{cal} (mm)	D_{nor} (mm)	Q_{ps} (m^3/s)	R_q	R_v	R_h	H (mm)	V_{ps} (m/s)	V (m/s)	V_{auto} (m/s)	Autocurage
R258-R259	29	3,86	0,031	152,969	300	0,185	0,166	0,771	0,285	85,524	2,621	2,021	0,627	vérifié
R259-RB260	17,9	3,86	0,050	183,187	300	0,185	0,268	0,849	0,353	105,951	2,621	2,225	0,627	vérifié
RB260-R261	28,32	3,46	0,104	246,871	300	0,175	0,595	1,052	0,559	167,561	2,481	2,611	0,592	vérifié
R261-R262	19	3,46	0,113	254,732	300	0,175	0,647	1,073	0,586	175,920	2,481	2,662	0,592	vérifié
R262-RB263	18,92	3,46	0,122	262,178	300	0,175	0,698	1,087	0,613	184,002	2,481	2,698	0,592	vérifié
RB263-R264	25	1,56	0,183	354,254	400	0,254	0,723	1,092	0,627	250,686	2,018	2,205	0,492	vérifié
R264-R265	22	1,56	0,194	361,745	400	0,254	0,765	1,099	0,650	259,946	2,018	2,217	0,492	vérifié
R265-R266	12	1,56	0,200	365,724	400	0,254	0,788	1,101	0,663	265,382	2,018	2,223	0,492	vérifié
R266-R267	20	4,65	0,209	303,278	400	0,438	0,478	0,984	0,489	195,486	3,484	3,429	0,894	vérifié
R267-RB268	20	4,65	0,219	308,367	500	0,794	0,276	0,853	0,358	178,837	4,043	3,450	1,132	vérifié
RB268-R269	35	2,17	0,294	397,569	500	0,542	0,543	1,025	0,529	264,355	2,762	2,831	0,728	vérifié
R269-R270	25	2,17	0,306	403,407	500	0,542	0,564	1,037	0,541	270,653	2,762	2,865	0,728	vérifié
R270-R271	20	2,17	0,362	429,653	500	0,542	0,667	1,080	0,597	298,664	2,762	2,982	0,728	vérifié
RB271-R272	20	0,69	0,418	562,145	600	0,497	0,840	1,107	0,699	419,523	1,759	1,948	0,458	vérifié

R272-RB155	21,59	0,69	0,427	566,760	600	0,497	0,859	1,110	0,713	427,990	1,759	1,952	0,458	vérifié
------------	-------	------	-------	---------	-----	-------	-------	-------	-------	---------	-------	-------	-------	---------

Tableau V.10 : Collecteur secondaire N°08

Tronçon	L (m)	P (%)	Q	D_{cal} (mm)	D_{nor} (mm)	Q_{ps} (m^3/s)	R_q	R_v	R_h	H (mm)	V_{ps} (m/s)	V (m/s)	V_{auto} (m/s)	Autocurage
R56-R57	12	4	0,012	106,792	300	0,189	0,064	0,554	0,173	51,932	2,668	1,479	0,639	vérifié
R57-R58	11	4	0,023	136,300	300	0,189	0,122	0,708	0,247	74,052	2,668	1,888	0,639	vérifié
R58-R59	10	4	0,033	156,059	300	0,189	0,175	0,781	0,292	87,573	2,668	2,083	0,639	vérifié
R59-R60	10	4	0,043	172,345	300	0,189	0,228	0,824	0,328	98,357	2,668	2,199	0,639	vérifié
R60-R61	10	4	0,053	186,402	300	0,189	0,281	0,857	0,361	108,337	2,668	2,285	0,639	vérifié
R61-R62	11	4	0,064	200,062	300	0,189	0,339	0,891	0,398	119,434	2,668	2,377	0,639	vérifié
R62-R63	11	4	0,075	212,322	300	0,189	0,398	0,929	0,436	130,879	2,668	2,478	0,639	vérifié
R63-R64	10	4	0,085	222,525	300	0,189	0,451	0,965	0,471	141,348	2,668	2,576	0,639	vérifié
R64-R65	10	4	0,095	232,003	300	0,189	0,504	1,001	0,505	151,526	2,668	2,671	0,639	vérifié
R65-R66	11	4	0,106	241,733	300	0,189	0,562	1,036	0,540	162,058	2,668	2,764	0,639	vérifié
R66-R67	11	4	0,117	250,852	300	0,189	0,621	1,064	0,573	171,795	2,668	2,837	0,639	vérifié
R67-RB32	11,98	4,77	0,129	251,743	300	0,206	0,626	1,066	0,576	172,741	2,913	3,105	0,701	vérifié

Tableau V.11 : Collecteur secondaire N°09

Tronçon	L (m)	P (%)	Q	D_{cal} (mm)	D_{nor} (mm)	Q_{ps} (m^3/s)	R_q	R_v	R_h	H (mm)	V_{ps} (m/s)	V (m/s)	V_{auto} (m/s)	Autocurage
R68-R69'	35	2,07	0,010	114,776	300	0,136	0,077	0,599	0,193	58,033	1,919	1,150	0,452	vérifié
R69'-RB40	35	2,07	0,021	148,845	300	0,136	0,154	0,757	0,276	82,759	1,919	1,453	0,452	vérifié

Tableau V.12 : Collecteur secondaire N°10

Tronçon	L (m)	P (%)	Q	D_{cal} (mm)	D_{nor} (mm)	Q_{ps} (m^3/s)	R_q	R_v	R_h	H (mm)	V_{ps} (m/s)	V (m/s)	V_{auto} (m/s)	Autocurage
R69-R70	10	4	0,005	77,423	300	0,189	0,027	0,393	0,104	31,150	2,668	1,047	0,639	vérifié
R70-R71	10	4	0,010	100,405	300	0,189	0,054	0,518	0,157	47,102	2,668	1,381	0,639	vérifié
R71-R72	10	4	0,015	116,894	300	0,189	0,081	0,611	0,199	59,650	2,668	1,630	0,639	vérifié
R72-R73	10	4	0,020	130,210	300	0,189	0,108	0,680	0,232	69,642	2,668	1,813	0,639	vérifié
R73-R74	10	4	0,025	141,574	300	0,189	0,135	0,730	0,259	77,774	2,668	1,947	0,639	vérifié
R74-R75	10	4	0,031	151,592	300	0,189	0,162	0,767	0,282	84,605	2,668	2,045	0,639	vérifié
R75-R76	10	4	0,036	160,614	300	0,189	0,189	0,794	0,302	90,575	2,668	2,119	0,639	vérifié
R76-R77	10	4	0,041	168,861	300	0,189	0,216	0,816	0,320	96,021	2,668	2,176	0,639	vérifié
R77-R78	10	4	0,046	176,486	300	0,189	0,243	0,834	0,337	101,189	2,668	2,224	0,639	vérifié
R78-R79	10	4	0,051	183,599	300	0,189	0,270	0,850	0,354	106,253	2,668	2,268	0,639	vérifié
R79-R80	10	4	0,056	190,280	300	0,189	0,297	0,866	0,371	111,321	2,668	2,309	0,639	vérifié
R80-R81	10	4	0,058	192,704	300	0,189	0,307	0,872	0,377	113,249	2,668	2,325	0,639	vérifié
R81-R82	11	4	0,060	195,313	300	0,189	0,318	0,878	0,385	115,384	2,668	2,343	0,639	vérifié
R82-R83	11	4	0,062	197,865	300	0,189	0,330	0,885	0,392	117,533	2,668	2,361	0,639	vérifié
R83-R84	11,28	4	0,064	200,426	300	0,189	0,341	0,892	0,399	119,753	2,668	2,380	0,639	vérifié
R84-R85	10	4	0,066	202,652	300	0,189	0,351	0,899	0,406	121,733	2,668	2,397	0,639	vérifié
R85-R86	10	4	0,068	204,838	300	0,189	0,361	0,905	0,412	123,724	2,668	2,414	0,639	vérifié
R86-R87	10	4	0,070	206,985	300	0,189	0,372	0,912	0,419	125,725	2,668	2,432	0,639	vérifié
R87-R88	30	2	0,076	242,807	300	0,133	0,569	1,040	0,544	163,212	1,886	1,961	0,444	vérifié
R88-R89	30	2	0,082	249,572	300	0,133	0,612	1,060	0,568	170,436	1,886	2,000	0,444	vérifié
R89-R90	20	4	0,085	222,972	300	0,189	0,453	0,967	0,473	141,820	2,668	2,580	0,639	vérifié
R90-R91	11	4	0,088	225,025	300	0,189	0,464	0,975	0,480	144,005	2,668	2,601	0,639	vérifié
R91-RB44	11,39	4	0,090	227,118	300	0,189	0,476	0,983	0,487	146,249	2,668	2,622	0,639	vérifié

Tableau V.13 : Collecteur secondaire N°11

Tronçon	L (m)	P (%)	Q (m ³ /s)	D _{cal} (mm)	D _{nor} (mm)	Q _{ps} (m ³ /s)	R _q	R _v	R _h	H (mm)	V _{ps} (m/s)	V (m/s)	V _{auto} (m/s)	Autocurage
R92-R93	10	4	0,003	66,032	300	0,189	0,018	0,340	0,082	24,660	2,668	0,907	0,639	vérifié
R93-R94	10	4	0,007	85,633	300	0,189	0,035	0,435	0,122	36,489	2,668	1,161	0,639	vérifié
R94-R95	10	4	0,010	99,695	300	0,189	0,053	0,514	0,155	46,571	2,668	1,370	0,639	vérifié
R95-R96	11	4	0,014	112,085	300	0,189	0,072	0,584	0,187	55,975	2,668	1,559	0,639	vérifié
R96-R97	11	4	0,017	122,533	300	0,189	0,092	0,641	0,213	63,928	2,668	1,710	0,639	vérifié
R69-RB98	13	4	0,022	133,228	300	0,189	0,115	0,694	0,239	71,843	2,668	1,851	0,639	vérifié
RB98-R99	10	3	0,042	179,737	300	0,163	0,255	0,841	0,345	103,467	2,310	1,943	0,549	vérifié
R99-R100	10	3	0,045	184,996	300	0,163	0,275	0,853	0,358	107,285	2,310	1,971	0,549	vérifié
R100-R101	10	2,93	0,048	190,860	300	0,161	0,299	0,867	0,373	111,778	2,283	1,980	0,542	vérifié
R101-R102	10	2,93	0,052	195,691	300	0,161	0,320	0,879	0,386	115,699	2,283	2,008	0,542	vérifié
R102-R103	10	2,93	0,055	200,330	300	0,161	0,341	0,892	0,399	119,669	2,283	2,036	0,542	vérifié
R103-RB104	10	2,93	0,058	204,798	300	0,161	0,361	0,905	0,412	123,687	2,283	2,066	0,542	vérifié
RB104-R105	20	2,3	0,091	252,991	300	0,143	0,635	1,069	0,580	174,067	2,023	2,162	0,478	vérifié
R105-RB106	21	2,3	0,098	260,241	300	0,143	0,684	1,084	0,606	181,860	2,023	2,193	0,478	vérifié
RB106-R107	29	2,7	0,143	291,124	300	0,155	0,923	1,118	0,770	230,907	2,192	2,450	0,520	vérifié
R107-RB51	27,51	2,7	0,153	298,454	300	0,155	0,986	1,122	0,837	250,989	2,192	2,460	0,520	vérifié

Tableau V.14 : Collecteur secondaire N°12

Tronçon	L (m)	P (%)	Q (m ³ /s)	D _{cal} (mm)	D _{nor} (mm)	Q _{ps} (m ³ /s)	R _q	R _v	R _h	H (mm)	V _{ps} (m/s)	V (m/s)	V _{auto} (m/s)	Autocurage
R117-R118	30	2,57	0,011	111,100	300	0,151	0,071	0,579	0,184	55,222	2,138	1,238	0,506	vérifié
R118-R119	30	2,57	0,021	144,079	300	0,151	0,141	0,740	0,265	79,509	2,138	1,582	0,506	vérifié

R119-R120	30	2,57	0,032	167,739	300	0,151	0,212	0,813	0,318	95,275	2,138	1,738	0,506	vérifié
R120-RB51	30,06	2,57	0,043	186,882	300	0,151	0,283	0,858	0,362	108,700	2,138	1,834	0,506	vérifié

Tableau V.15 : Collecteur secondaire N°13

Tronçon	L (m)	P (%)	Q (m ³ /s)	D _{cal} (mm)	D _{nor} (mm)	Q _{ps} (m ³ /s)	R _q	R _v	R _h	H (mm)	V _{ps} (m/s)	V (m/s)	V _{auto} (m/s)	Autocurage
R121-R122	30	2,37	0,009	107,169	300	0,145	0,064	0,557	0,174	52,218	2,053	1,143	0,486	vérifié
R122-R123	30	2,22	0,013	121,459	300	0,140	0,090	0,636	0,210	63,117	1,987	1,263	0,469	vérifié
R123-R123'	30	2,22	0,016	132,455	300	0,140	0,113	0,690	0,238	71,282	1,987	1,372	0,469	vérifié
R123'-RB53	29,03	2,44	0,019	139,323	300	0,147	0,129	0,721	0,254	76,197	2,083	1,501	0,493	vérifié

Tableau V.16 : Collecteur secondaire N°14

Tronçon	L (m)	P (%)	Q (m ³ /s)	D _{cal} (mm)	D _{nor} (mm)	Q _{ps} (m ³ /s)	R _q	R _v	R _h	H (mm)	V _{ps} (m/s)	V (m/s)	V _{auto} (m/s)	Autocurage
R361-R362	30	1,34	0,020	157,875	300	0,109	0,181	0,786	0,296	88,772	1,544	1,214	0,361	vérifié
R362-R363	19,5	1,34	0,032	190,135	300	0,109	0,296	0,865	0,371	111,207	1,544	1,336	0,361	vérifié
R363-R364	30	1,34	0,052	226,856	300	0,109	0,475	0,982	0,487	145,966	1,544	1,516	0,361	vérifié
R364-R365	20	1,34	0,065	246,683	300	0,109	0,593	1,052	0,558	167,360	1,544	1,624	0,361	vérifié
R365-R366	20,45	1,78	0,078	250,814	300	0,126	0,620	1,064	0,573	171,755	1,780	1,893	0,418	vérifié
R366-R367	20	1,78	0,091	265,701	300	0,126	0,723	1,092	0,627	188,027	1,780	1,944	0,418	vérifié
R367-RB54	16,89	1,78	0,102	277,269	300	0,126	0,810	1,104	0,678	203,462	1,780	1,965	0,418	vérifié

Tableau V.17 : Collecteur tertiaire N°1

Tronçon	L (m)	P (%)	Q (m ³ /s)	D _{cal} (mm)	D _{nor} (mm)	Q _{ps} (m ³ /s)	R _q	R _v	R _h	H (mm)	V _{ps} (m/s)	V (m/s)	V _{auto} (m/s)	Autocurage
R350-R351	30	1,22	0,006	104	300	0,104	0,060	0,539	0,166	49,942	1,473	0,795	0,344	vérifié

R351-R352	30	1,22	0,033	194	300	0,104	0,314	0,876	0,382	114,554	1,473	1,290	0,344	vérifié
R352-R353	30	1,22	0,045	218	300	0,104	0,428	0,950	0,456	136,942	1,473	1,400	0,344	vérifié
R353-R354	30	1,22	0,057	239	300	0,104	0,543	1,025	0,529	158,649	1,473	1,510	0,344	vérifié
R354-R355	30	0,95	0,068	269	300	0,092	0,745	1,096	0,638	191,535	1,300	1,425	0,303	vérifié
R355-RB356	11,73	0,95	0,073	275	300	0,092	0,796	1,102	0,668	200,540	1,300	1,433	0,303	vérifié
RB356-R357	30	0,95	0,085	291	400	0,198	0,430	0,951	0,457	182,888	1,575	1,497	0,378	vérifié
R357-RB338	30,6	0,95	0,097	306	400	0,198	0,491	0,993	0,497	198,792	1,575	1,563	0,378	vérifié

Tableau V.18 : Collecteur tertiaire N°2

Tronçon	L (m)	P (%)	Q (m ³ /s)	D _{cal} (mm)	D _{nor} (mm)	Q _{ps} (m ³ /s)	R _q	R _v	R _h	H (mm)	V _{ps} (m/s)	V (m/s)	V _{auto} (m/s)	Autocurage
R358-R359	30	1,57	0,116	297,920	300	0,118	0,982	1,123	0,831	249,404	1,671	1,876	0,392	vérifié
R359-R360	30	1,57	0,135	315,183	300	0,118	1,141	0,979	0,995	298,431	1,671	1,636	0,392	vérifié
R360-RB356	29,3	1,57	0,153	330,645	400	0,254	0,602	1,056	0,562	224,995	2,025	2,137	0,494	vérifié

Tableau V.19 : Collecteur tertiaire N°3

Tronçon	L (m)	P (%)	Q (m ³ /s)	D _{cal} (mm)	D _{nor} (mm)	Q _{ps} (m ³ /s)	R _q	R _v	R _h	H (mm)	V _{ps} (m/s)	V (m/s)	V _{auto} (m/s)	Autocurage
R256-R257	30	3,2	0,012	111,388	300	0,169	0,071	0,580	0,185	55,442	2,386	1,385	0,568	vérifié
R257-RB254	35,07	1,68	0,026	168,037	300	0,122	0,213	0,814	0,318	95,473	1,729	1,407	0,406	vérifié

Tableau V.20 : Collecteur tertiaire N°4

Tronçon	L (m)	P (%)	Q (m ³ /s)	D _{cal} (mm)	D _{nor} (mm)	Q _{ps} (m ³ /s)	R _q	R _v	R _h	H (mm)	V _{ps} (m/s)	V (m/s)	V _{auto} (m/s)	Autocurage
R293-R294	22	1,57	0,010	117,847	300	0,118	0,083	0,616	0,201	60,376	1,671	1,030	0,392	vérifié
R294-RB289	22	1,57	0,020	152,828	300	0,118	0,166	0,771	0,285	85,430	1,671	1,288	0,392	vérifié

Tableau V.21 : Collecteur tertiaire N°5

Tronçon	L (m)	P (%)	Q (m ³ /s)	D _{cal} (mm)	D _{nor} (mm)	Q _{ps} (m ³ /s)	R _q	R _v	R _h	H (mm)	V _{ps} (m/s)	V (m/s)	V _{auto} (m/s)	Autocurage
R345-R346	30	4	0,014	112,482	300	0,189	0,073	0,587	0,188	56,279	2,668	1,565	0,639	vérifié
R346-R347	20	4	0,023	136,232	300	0,189	0,122	0,707	0,247	74,004	2,668	1,887	0,639	vérifié
R347-R348	21,03	4	0,033	155,401	300	0,189	0,173	0,779	0,290	87,138	2,668	2,078	0,639	vérifié
R348-R349	25	4	0,044	174,007	300	0,189	0,234	0,828	0,332	99,486	2,668	2,209	0,639	vérifié
R349-RB328	18,47	4	0,053	185,873	300	0,189	0,279	0,855	0,360	107,939	2,668	2,282	0,639	vérifié

Tableau V.22 : Collecteur tertiaire N°6

Tronçon	L (m)	P (%)	Q (m ³ /s)	D _{cal} (mm)	D _{nor} (mm)	Q _{ps} (m ³ /s)	R _q	R _v	R _h	H (mm)	V _{ps} (m/s)	V (m/s)	V _{auto} (m/s)	Autocurage
R273-R274	35	3,2	0,037	170,020	300	0,169	0,220	0,819	0,323	96,794	2,386	1,953	0,568	vérifié
R274-RB260	35,07	1,68	0,074	248,897	300	0,122	0,608	1,058	0,566	169,718	1,729	1,830	0,406	vérifié

Tableau V.23 : Collecteur tertiaire N°7

Tronçon	L (m)	P (%)	Q (m ³ /s)	D _{cal} (mm)	D _{nor} (mm)	Q _{ps} (m ³ /s)	R _q	R _v	R _h	H (mm)	V _{ps} (m/s)	V (m/s)	V _{auto} (m/s)	Autocurage
R368-RB309	29,87	4,12	0,006	81,201	300	0,191	0,031	0,412	0,112	33,545	2,707	1,115	0,649	vérifié

Tableau V.24 : Collecteur tertiaire N°8

Tronçon	L (m)	P (%)	Q (m ³ /s)	D _{cal} (mm)	D _{nor} (mm)	Q _{ps} (m ³ /s)	R _q	R _v	R _h	H (mm)	V _{ps} (m/s)	V (m/s)	V _{auto} (m/s)	Autocurage
R275-R276	31,75	3,05	0,015	122,751	300	0,165	0,092	0,642	0,214	64,092	2,329	1,496	0,554	vérifié
R276-R277	35	1,71	0,032	180,783	300	0,123	0,259	0,844	0,347	104,212	1,744	1,471	0,410	vérifié
R277-RB263	35,75	1,71	0,049	212,330	300	0,123	0,398	0,929	0,436	130,886	1,744	1,620	0,410	vérifié

Tableau V.25 : Collecteur tertiaire N°9

Tronçon	L (m)	P (%)	Q (m ³ /s)	D _{cal} (mm)	D _{nor} (mm)	Q _{ps} (m ³ /s)	R _q	R _v	R _h	H (mm)	V _{ps} (m/s)	V (m/s)	V _{auto} (m/s)	Autocurage
R278-R279	32	0,96	0,015	152,467	300	0,092	0,164	0,770	0,284	85,189	1,307	1,006	0,304	vérifié
R279-R280	30	0,96	0,029	195,385	300	0,092	0,319	0,879	0,385	115,444	1,307	1,148	0,304	vérifié
R280-R281	30	0,96	0,044	226,551	300	0,092	0,473	0,981	0,485	145,639	1,307	1,282	0,304	vérifié
R281-RB268	32	0,96	0,059	253,383	300	0,092	0,637	1,070	0,582	174,484	1,307	1,398	0,304	vérifié

Tableau V.26 : Collecteur tertiaire N°10

Tronçon	L (m)	P (%)	Q (m ³ /s)	D _{cal} (mm)	D _{nor} (mm)	Q _{ps} (m ³ /s)	R _q	R _v	R _h	H (mm)	V _{ps} (m/s)	V (m/s)	V _{auto} (m/s)	Autocurage
R282-R283	32	1,06	0,015	148,683	300	0,097	0,154	0,757	0,275	82,649	1,373	1,039	0,320	vérifié
R283-R284	32	1,06	0,030	192,819	300	0,097	0,308	0,872	0,378	113,342	1,373	1,197	0,320	vérifié
R284-RB271	36,01	2,67	0,047	191,700	300	0,154	0,303	0,869	0,375	112,444	2,179	1,894	0,517	vérifié

Tableau V.27 : Collecteur tertiaire N°11

Tronçon	L (m)	P (%)	Q (m ³ /s)	D _{cal} (mm)	D _{nor} (mm)	Q _{ps} (m ³ /s)	R _q	R _v	R _h	H (mm)	V _{ps} (m/s)	V (m/s)	V _{auto} (m/s)	Autocurage
R108-R109	25	2,35	0,008	102,871	300	0,145	0,058	0,532	0,163	48,956	2,045	1,088	0,483	vérifié
R109-RB98	25,09	2,35	0,017	133,497	300	0,145	0,115	0,695	0,240	72,037	2,045	1,421	0,483	vérifié

Tableau V.28 : Collecteur tertiaire N°12

Tronçon	L (m)	P (%)	Q (m ³ /s)	D _{cal} (mm)	D _{nor} (mm)	Q _{ps} (m ³ /s)	R _q	R _v	R _h	H (mm)	V _{ps} (m/s)	V (m/s)	V _{auto} (m/s)	Autocurage
R110-R111	28	3,66	0,009	98,780	300	0,180	0,052	0,509	0,153	45,890	2,552	1,298	0,610	vérifié
R111-R112	28	3,66	0,019	128,102	300	0,180	0,103	0,669	0,227	68,089	2,552	1,708	0,610	vérifié
R112-RB104	21,14	2,68	0,026	153,142	300	0,154	0,166	0,772	0,285	85,638	2,184	1,685	0,518	vérifié

Tableau V.29 : Collecteur tertiaire N°13

Tronçon	L (m)	P (%)	Q (m ³ /s)	D _{cal} (mm)	D _{nor} (mm)	Q _{ps} (m ³ /s)	R _q	R _v	R _h	H (mm)	V _{ps} (m/s)	V (m/s)	V _{auto} (m/s)	Autocurage
R113-R114	30	1,51	0,010	120,376	300	0,116	0,088	0,630	0,208	62,298	1,639	1,032	0,384	vérifié
R114-R115	30	1,51	0,020	156,109	300	0,116	0,175	0,781	0,292	87,606	1,639	1,280	0,384	vérifié
R115-R116	25	1,51	0,029	177,891	300	0,116	0,248	0,837	0,341	102,166	1,639	1,372	0,384	vérifié
R116-RB106	19,42	1,13	0,035	202,895	300	0,100	0,352	0,899	0,407	121,952	1,418	1,275	0,331	vérifié

Tableau V.30 : Collecteur tertiaire N°14

Tronçon	L (m)	P (%)	Q (m ³ /s)	D _{cal} (mm)	D _{nor} (mm)	Q _{ps} (m ³ /s)	R _q	R _v	R _h	H (mm)	V _{ps} (m/s)	V (m/s)	V _{auto} (m/s)	Autocurage
R219-R220	10	4	0,012	105,355	300	0,189	0,061	0,546	0,169	50,838	2,668	1,457	0,639	vérifié
R220-R221	10	4	0,023	136,628	300	0,189	0,123	0,709	0,248	74,287	2,668	1,891	0,639	vérifié
R221-R222	10	4	0,035	159,065	300	0,189	0,184	0,790	0,299	89,556	2,668	2,107	0,639	vérifié
R222-R223	10	4	0,046	177,184	300	0,189	0,246	0,835	0,339	101,674	2,668	2,229	0,639	vérifié
R223-R224	10	4	0,058	192,649	300	0,189	0,307	0,872	0,377	113,205	2,668	2,325	0,639	vérifié
R224-R225	10	4	0,069	206,281	300	0,189	0,368	0,909	0,417	125,064	2,668	2,426	0,639	vérifié
R225-R226	10	4	0,081	218,557	300	0,189	0,430	0,951	0,457	137,194	2,668	2,537	0,639	vérifié
R226-R227	10	4	0,093	229,780	300	0,189	0,491	0,993	0,497	149,119	2,668	2,649	0,639	vérifié
R227-R228	12	4	0,106	242,144	300	0,189	0,565	1,037	0,542	162,499	2,668	2,768	0,639	vérifié
R228-R229	10	4	0,111	245,579	300	0,189	0,586	1,049	0,554	166,181	2,668	2,797	0,639	vérifié
R229-R230	10	4	0,115	248,935	300	0,189	0,608	1,058	0,566	169,758	2,668	2,823	0,639	vérifié
R230-R231	10	4	0,119	252,218	300	0,189	0,630	1,067	0,577	173,246	2,668	2,847	0,639	vérifié
R231-R232	10	4	0,123	255,431	300	0,189	0,651	1,075	0,589	176,666	2,668	2,867	0,639	vérifié
R232-R233	10	4	0,127	258,578	300	0,189	0,673	1,081	0,600	180,048	2,668	2,884	0,639	vérifié
R233-R234	10	4	0,131	261,662	300	0,189	0,694	1,087	0,611	183,429	2,668	2,898	0,639	vérifié
R234-RB201	10,98	4	0,135	264,981	300	0,189	0,718	1,091	0,624	187,188	2,668	2,912	0,639	vérifié

Tableau V.31 : Collecteur tertiaire N°15

Tronçon	L (m)	P (%)	Q (m ³ /s)	D _{cal} (mm)	D _{nor} (mm)	Q _{ps} (m ³ /s)	R _q	R _v	R _h	H (mm)	V _{ps} (m/s)	V (m/s)	V _{auto} (m/s)	Autocurage
R203-R204	10	4	0,012	105,355	300	0,189	0,061	0,546	0,169	50,838	2,668	1,457	0,639	vérifié
R204-R205	10	4	0,023	136,628	300	0,189	0,123	0,709	0,248	74,287	2,668	1,891	0,639	vérifié
R205-R206	10	4	0,035	159,065	300	0,189	0,184	0,790	0,299	89,556	2,668	2,107	0,639	vérifié
R206-R207	10	4	0,046	177,184	300	0,189	0,246	0,835	0,339	101,674	2,668	2,229	0,639	vérifié
R207-R208	10	4	0,058	192,649	300	0,189	0,307	0,872	0,377	113,205	2,668	2,325	0,639	vérifié

R208-R209	13,07	4	0,073	210,178	300	0,189	0,387	0,922	0,429	128,778	2,668	2,459	0,639	vérifié
R209-R210	9,93	4	0,085	222,024	300	0,189	0,448	0,964	0,469	140,818	2,668	2,571	0,639	vérifié
R210-R211	9	4	0,088	225,590	300	0,189	0,468	0,977	0,482	144,609	2,668	2,606	0,639	vérifié
R211-R112	8,07	4	0,091	228,710	300	0,189	0,485	0,989	0,493	147,964	2,668	2,638	0,639	vérifié
R212-R213	7,93	4	0,095	231,708	300	0,189	0,502	1,000	0,504	151,207	2,668	2,668	0,639	vérifié
R213-R214	10	4	0,099	235,400	300	0,189	0,524	1,014	0,517	155,210	2,668	2,704	0,639	vérifié
R214-R215	6,7	4	0,102	237,820	300	0,189	0,538	1,023	0,526	157,833	2,668	2,728	0,639	vérifié
R215-R216	7	4	0,104	240,305	300	0,189	0,553	1,031	0,535	160,519	2,668	2,751	0,639	vérifié
R216-RB192	8	4	0,108	243,094	300	0,189	0,571	1,041	0,545	163,520	2,668	2,776	0,639	vérifié

Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons abordé le coté hydraulique à savoir le dimensionnement du réseau d'évacuation d'eaux usées et d'eaux pluviales dans l'hypothèse d'un système unitaire.

Après le dimensionnement de tous les collecteurs et la détermination de leurs paramètres hydrauliques, on constate que les vitesses d'autocurage sont admissibles.

CHAPITRE VI :



Les éléments constitutifs du réseau

VI.1. Introduction :

En matière d'assainissement, les éléments constitutifs d'un réseau d'égout doivent assurer :

- Une évacuation correcte et rapide sans stagnation des eaux de pluie.
- Le transport des eaux usées dans les conditions d'hygiène favorables.

Ainsi les ouvrages peuvent être classés en :

- Les ouvrages principaux qui constituent le corps du réseau, du début de cadernier jusqu'à l'entrée des effluents dans la station d'épuration.
- Les ouvrages annexes sont constitués par tous les dispositifs de raccordement, d'accès, de réception des eaux usées ou d'engouffrement des eaux pluviales et par les installations ayant pour rôle fonctionnel de permettre l'exploitation rationnelle du réseau (les regards, les bouches d'égout, les déversoirs d'orage, etc...).

VI.2. Les ouvrages principaux :

Les ouvrages principaux sont les ouvrages d'évacuation des effluents vers le point de rejet ou la station d'épuration ; ils comprennent les conduites et les joints.

VI.2.1. canalisations :

Elles se présentent sous plusieurs formes, cylindriques préfabriquées en usine, et sont désignées par leurs diamètres intérieurs, dit diamètres nominaux exprimés en millimètre ; ou ovoïdes préfabriquées désignées par leur hauteur exprimée en centimètre.

VI.2.2. Formes et sections des conduites :

- ✓ **Conduites circulaires** : Les conduites circulaires sont utilisées pour les faibles sections par rapport aux autres formes.
- ✓ **Conduites ovoïdes** : Ces conduites sont utilisées pour remplacer les conduites circulaires de diamètre supérieur à 800 mm généralement, et cela afin d'éviter le problème d'auto curage.

Dans notre projet nous optons pour les canalisations de forme circulaire.

VI.2.3. Types de matériaux :

Il existe plusieurs types de conduites qui sont différentes suivant leur matériau et leur destination.

VI.2.3.1. Conduite en fonte :

Des conduites sont rarement utilisées en assainissement sauf pour des cas spéciaux tels que :

- ✓ Traversée d'un bassin hydro – minéral.
- ✓ Les cas de refoulement.
- ✓ Traversée des oueds par conduite siphon.
- ✓ Pour évacuer les eaux usées industrielles, car elle est peu influencée par le sol environnant et elle résiste à la corrosion.

VI.2.3.2. Conduite en amiante ciment :

Les tuyaux et pièces de raccord en amiante - ciment se composent d'un mélange de ciment Portland et d'amiante en fibre fait en présence d'eau.

Ce genre se fabrique en deux types selon le mode d'assemblage ; à emboîtement ou sans emboîtement avec deux bouts lisses. Les diamètres varient de 60 à 500 mm pour des longueurs variant de 4 à 5 m.

➤ Joints :

Pour assembler ces types de conduites, on utilise les joints sans emboîtement. On distingue :

- ✓ Le joint « Everitube ».
- ✓ Le joint « Eternit », fabriqué pour l'assemblage des conduites à bout lisses.

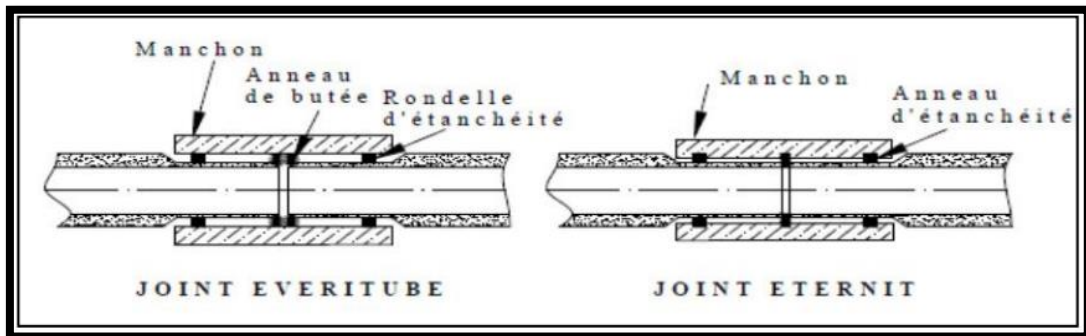


Figure VI.1: Joints sur tuyaux en amiante ciment

VI.2.3.3. Conduite en grès :

Le grès servant à la fabrication des tuyaux est obtenu à parties égales d'argile et de sable argileux cuits entre 1200°C à 1300°C. Le matériau obtenu est très imperméable. Il est inattaquable aux agents chimiques, sauf l'acide fluorhydrique. L'utilisation de ce genre est recommandée dans les zones industrielles. La longueur minimale est de 1 m, et les parois intérieurs très lisses permettant une très faible perte de charge.

➤ Joints :

L'assemblage de ces conduites s'effectue par trois sortes de joints :

- ✓ Joints au mortier de ciment.
- ✓ Joints avec corde goudronnée et mortier de ciment.
- ✓ Joints à double anneaux.

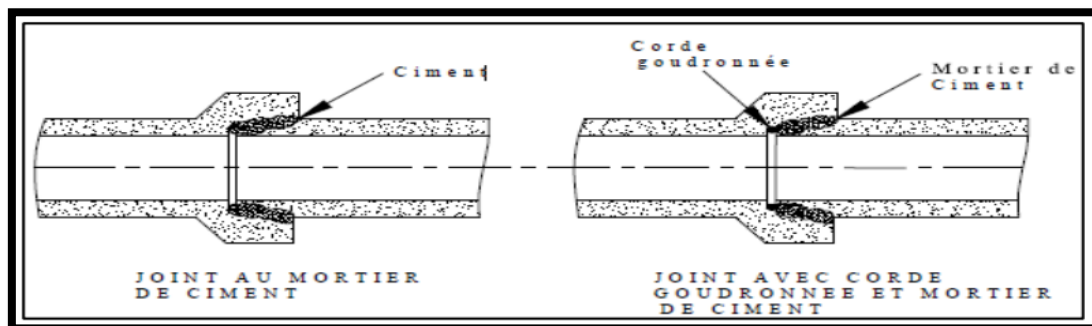


Figure VI.2: Joints sur tuyau en grès

VI.2.3.4. conduite en P.V.C :

Le PVC fait partie de la famille des thermoplastiques, c'est une résine Synthétique résultant de la polymérisation du chlorure de vinyle monomère ; celui-ci étant obtenu par synthèse à partir du chlorure d'hydrogène.

Le PVC rigide non plastifié, utilisé en Assainissement, est opaque et de couleur normalisée gris clair. Il offre une exceptionnelle résistance à l'agression d'ordre chimique, de ce fait, offrir un intérêt dans les installations internes industrielles. Si les tuyaux ne sont pas destinés à être assemblés par manchons à doubles bagues d'étanchéité ; il comporte à l'une de leurs extrémités une emboîture façonnée en usine ; munie d'un dispositif pour loger ou retenir une bague en élastomère. Les joints collés ne peuvent être admis que pour les tuyaux de faible diamètre ; c'est-à dire pour les branchements.

Les tuyaux en PVC non plastifiés sont sensibles à l'effet de température.

VI.2.3.5. Conduite en béton armé :

Les tuyaux en béton armé sont fabriqués mécaniquement par un procédé assurant une compacité élevée du béton (centrifugation, compression radiale, vibration, ... etc.).

Pour pouvoir être dit « armé », un tuyau doit comporter deux séries d'armatures :

- ✓ Des barres droites appelées « génératrice »
- ✓ Des spires en hélice continues, d'un pas régulier maximal de 15cm.

Ces tuyaux doivent satisfaire aux essais de résistance à la rupture et aux essais d'étanchéité (Sous une pression de 1 bar pendant 30 minutes).

VI.2.3.6. Conduites en béton non armé :

Les tuyaux en béton non armé sont fabriqués mécaniquement par procéder assurant une compacité élevée du béton. La longueur utile ne doit pas dépasser 2,50m. Ces types de tuyaux ont une rupture brutale, à moins que la hauteur de recouvrement ne soit insuffisante. Elle survient aux premiers âges de la canalisation. Il est déconseillé d'utiliser les tuyaux non armés pour des canalisations visitables.

➤ Joints :

Afin d'assembler les conduites en béton armé ou non armé, on a cinq types de joints :

1. Joint type Rocla :

Ce type de joint assure une très bonne étanchéité pour les eaux transitées et les eaux extérieures. Ce joint est valable pour tous les diamètres.

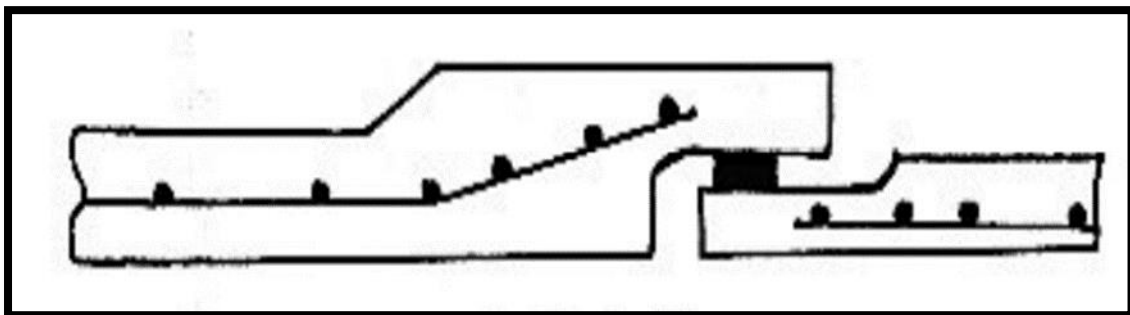


Figure VI.3 : Joint type Rocla

2. Joint torique :

S'adapte bien pour les terrains à faible pente, bonne étanchéité si la pression n'est pas élevée. Il est utilisé pour les diamètres allant de 700 à 900mm.

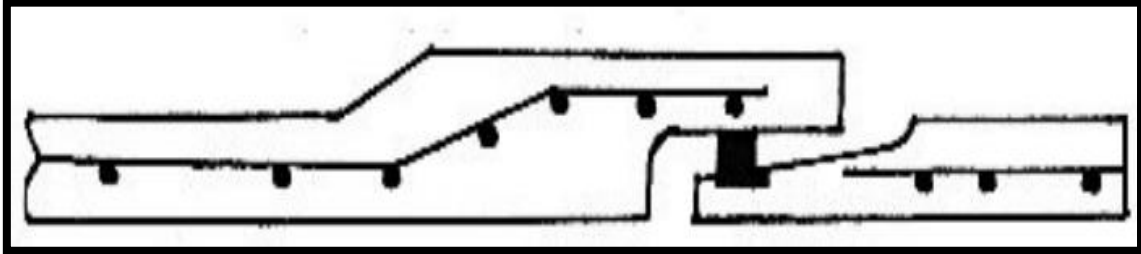


Figure VI.4 : Joint torique

3. Joint à demi-emboîtement :

Ne s'adapte pas pour les terrains à forte pente, il ne résiste pas aux pressions supérieures à 1bar. La longueur utile est 1m.

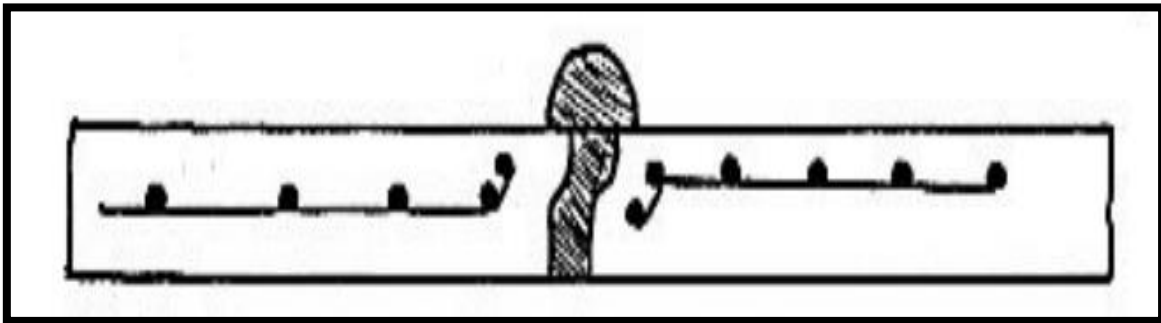


Figure VI.5 : Joint à demi-emboîtement

4. Joint à collet :

C'est un joint à emboîtement rigide avec collage en ciment, utilisé uniquement dans les bons sols et à éviter dans les terrains argileux.

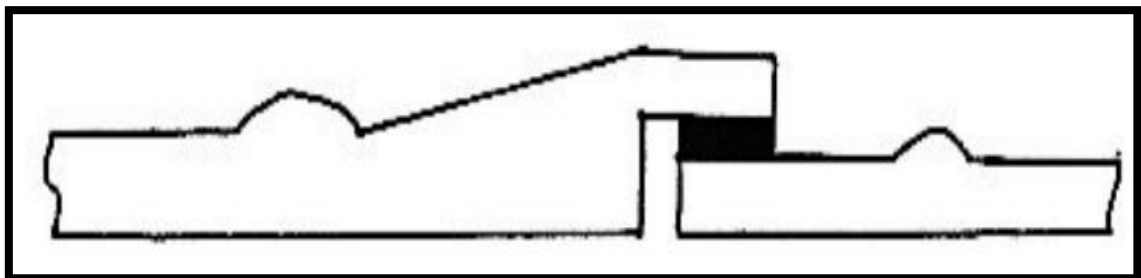


Figure VI.6 : Joint à collet

5. Joint plastique :

Ce joint est étanche et résistant même si la conduite est en charge. La présence du cordon en bitume et la bague ou manchon en matière plastique contribue à la bonne étanchéité. Il s'adapte presque à tous les sols si la confection est bien faite.

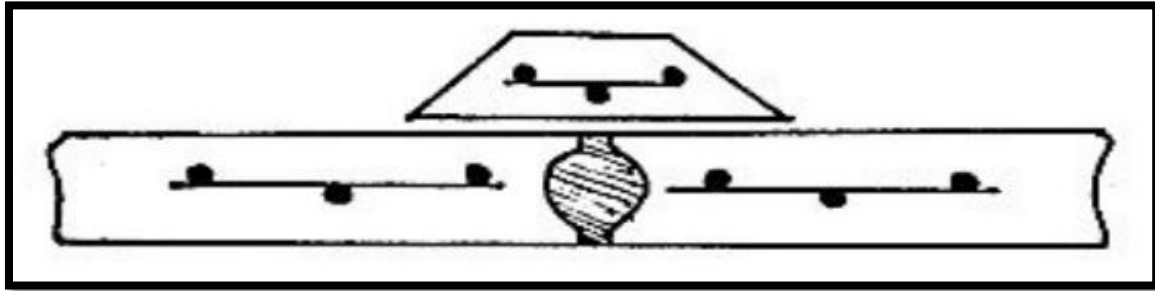


Figure VI.7 : Joint plastique

VI.2.4. Critères du choix de conduite :

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

- ✓ Des pentes du terrain.
- ✓ Des diamètres utilisés.
- ✓ De la nature du sol traversé.
- ✓ De la nature chimique des eaux usées transportées par la conduite.
- ✓ Des efforts extérieurs auxquels les conduites sont soumises.

Dans notre travail, nous avons opté pour les conduites en béton armé.

VI.2.5. Différentes actions supportées par la conduite :

Les canalisations sont exposées à des actions extérieures et intérieures ; pour cela, elles doivent être sélectionnées pour lutter contre ces actions qui sont :

✓ Les actions mécaniques:

Ce type d'action résulte de l'agressivité des particules de sable et de gravier qui forment le remblai et le radier des canalisations. Cette agressivité provoque la détérioration des parois intérieures par le phénomène d'érosion dû essentiellement à de grandes vitesses imposées généralement par le relief.

✓ Les actions chimiques :

Elles sont généralement à l'intérieur de la conduite. Une baisse de PH favorise le développement des bactéries acidophiles qui peuvent à leur tour favoriser la formation de l'acide sulfurique (H_2S) corrosif et néfaste aux conduites.

Le gainage interne des conduites par une gaine à base de résines époxydes représente le meilleur moyen de lutte contre ces attaques, mais c'est une technique qui reste de même assez coûteuse.

✓ Les actions statiques :

Les actions statiques sont dues aux surcharges fixes ou mobiles comme le remblai, au mouvement de l'eau dans les canalisations ainsi qu'aux charges dues au trafic routier.

VI.2.6. Protection des conduites :

Les moyens de lutte contre ces actions peuvent être résumés comme suit :

- ✓ Les temps de séjour des eaux usées dans les canalisations doivent être réduits au maximum.
- ✓ L'élimination des dépôts doit s'opérer régulièrement, car ces derniers favorisent le développement des fermentations anaérobies génératrices d'hydrogène sulfuré (H₂S). Qui est le principal facteur de la corrosion de la partie sèche de la canalisation.
- ✓ Une bonne aération permet d'éviter les condensations d'humidité sur les parois et de réduire ainsi la teneur en H₂S.
- ✓ Le revêtement intérieur des conduites par le ciment limoneux ou le ciment sulfaté avec un dosage suffisant dans le béton (300 à 350 kg/m³ de béton).
- ✓ L'empêchement de l'entrée des sables par implantation des bouches d'égout.
- ✓ Le rinçage périodique des conduites.

VI.2.7. Essais des tuyaux préfabriqués :

Pour assurer le bon fonctionnement des conduites préfabriquées, de nombreux essais s'imposent notamment les essais à l'écrasement, à l'étanchéité, et à la corrosion.

VI.2.7.1. Essai à l'écrasement :

Les ouvrages doivent résister aux charges permanentes des remblais d'une part, aux surcharges dans les zones accessibles aux véhicules routiers d'autre part. Ce qui nous obligeons de faire l'essai à l'écrasement. L'épreuve à l'écrasement se fait par presse automatique avec enregistrement des efforts. Ils doivent être répartis uniformément sur la génératrice de tuyau. La mise en marche est effectuée jusqu'à la rupture par écrasement. A une vitesse de 1000 daN/m de longueur et par minute. Cet essai permet de déterminer la charge de rupture.

VI.2.7.2. Essai d'étanchéité :

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

- ✓ **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.
- ✓ **Sur le chantier** : l'un des trois essais suivants peut être envisagé.
 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.
 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.
 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.

VI.2.7.3. Essai de corrosion :

Les conduites en béton ou en amiante ciment, sont les plus gravement corrodées par l'hydrogène sulfuré (H₂S) produit par les fermentations anaérobies. Le développement de bactéries, qui amorcent la formation d'acide sulfurique, entraîne une baisse du pH superficiel du béton suite au lessivage de la chaux en excès et à la carbonatation de la surface par le gaz carbonique. Celle-ci permet le développement rapide de bactéries acidophiles et s'accompagnent de la progression du processus de corrosion vers l'intérieur du béton.

L'épreuve de corrosion se fait par l'addition de différents acides (acide chlorhydrique, acide nitrique, acide sulfurique ...). Après un lavage à l'eau douce et un séchage à l'étuve, on pèse l'échantillon. Les surfaces de la paroi interne ne doivent pas être altérées.

VI.3. Les ouvrages annexes :

Les ouvrages annexes ont une importance considérable dans l'exploitation rationnelle des réseaux d'égout.

Ils sont nombreux et obéissent à une hiérarchie de fonction très diversifiée ; Fonction de recette des effluents, de fenêtres ouvertes sur le réseau pour en faciliter l'entretien, du système en raison de leur rôle économique en agissant sur les surdimensionnements et en permettant l'optimisation des coûts.

Les ouvrages annexes sont considérés selon deux groupes :

- ✓ Les ouvrages normaux.
- ✓ Les ouvrages spéciaux.

1. Ouvrages normaux :

Les ouvrages normaux sont les ouvrages courants. On les trouve aussi bien en amont ou le long des réseaux .Ils assurent généralement la fonction de recueil des effluents ou d'accès au réseau.

1.1. Les branchements :

Ce sont des conduites de diamètres inférieurs aux diamètres de la canalisation publique (environ de 7/10).

Leur rôle est de collecter les eaux usées et les eaux pluviales d'immeubles. Un branchement comprend trois parties essentielles :

- ✓ Un regard de façade qui doit être disposé en bordure de la voie publique et au plus près de la façade de la propriété raccordée pour permettre un accès facile aux personnels chargés de l'exploitation et du contrôle du bon fonctionnement.
- ✓ Des canalisations de branchement qui sont de préférence raccordées suivant une oblique inclinée à 45° ou. 60° par rapport à l'axe général du réseau public.
- ✓ Les dispositifs de raccordement de la canalisation de branchement sont liés à la nature et aux dimensions du réseau public.

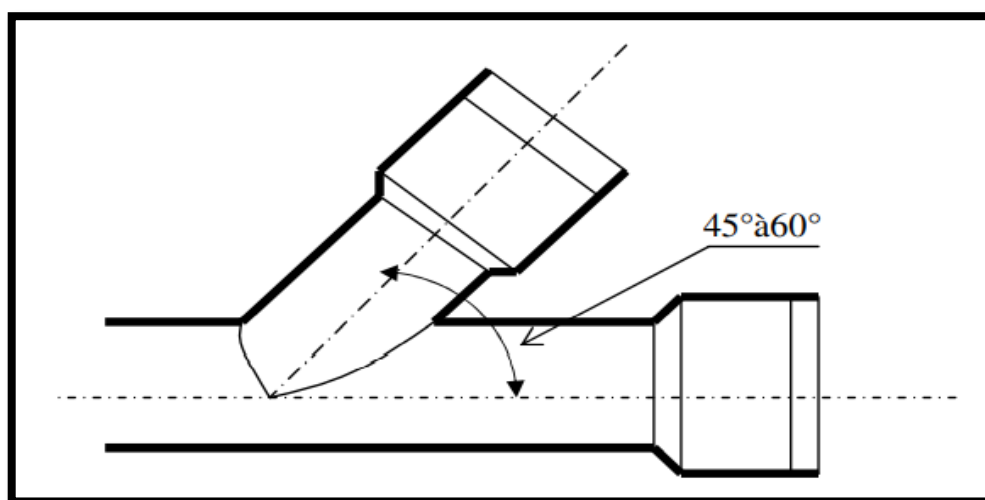


Figure VI.8 : Exemple d'un branchement simple

1.2. Les caniveaux :

Les caniveaux sont destinés à recueillir des eaux pluviales ruisselantes sur le profil transversal de la chaussée et des trottoirs et au transport de ces eaux jusqu'aux bouches d'égout.

1.3. Les bouches d'égout :

Les bouches d'égout, appelés aussi regard de chaussée, sont des ouvrages à vocation prioritairement utilitaire et sécuritaire ; il s'agit de limiter et d'absorber les eaux de surfaces (Les eaux pluviales et les eaux de lavages).

Elles sont utilisées aux points bas des caniveaux, soit dans le trottoir (absorption par le bas), soit dans la chaussée (absorption par le haut).

On peut classer les bouches d'égout selon le recueil des eaux, en cinq types :

- ✓ **Les bouches d'égout avec grille et couronnement métallique:** Ce type de bouche d'égout, permet l'entrée des eaux dans le réseau, soit au moyen d'un siphon, soit directement par sur verse au-dessus du seuil du puisard de décantation.
- ✓ **Les bouches d'égout avec bavette en pierre ou en béton et couronnement métallique :** Afin d'évacuer l'eau, un entonnoir est prolongé par une jupe dont la base doit plonger au moins à 0,05 m au-dessous du niveau permanent du puisard de décantation.
- ✓ **Les bouches d'égout avec bavette et couronnement en pierres ou en béton :** Ce type est une variante applicable aux deux types précédents.
- ✓ **Les bouches d'égout à avaloir métallique grille et couronnement combiné :** Elles sont comme les précédentes, la seule particularité repose dans le fait que le dispositif métallique supérieur s'emboîte directement sur l'arase supérieure de la cheminée.
- ✓ **La bouche d'égout à grille seule :** Les bouches d'égout à grille seule, s'emboîtent directement sur l'arase supérieure de la cheminée.

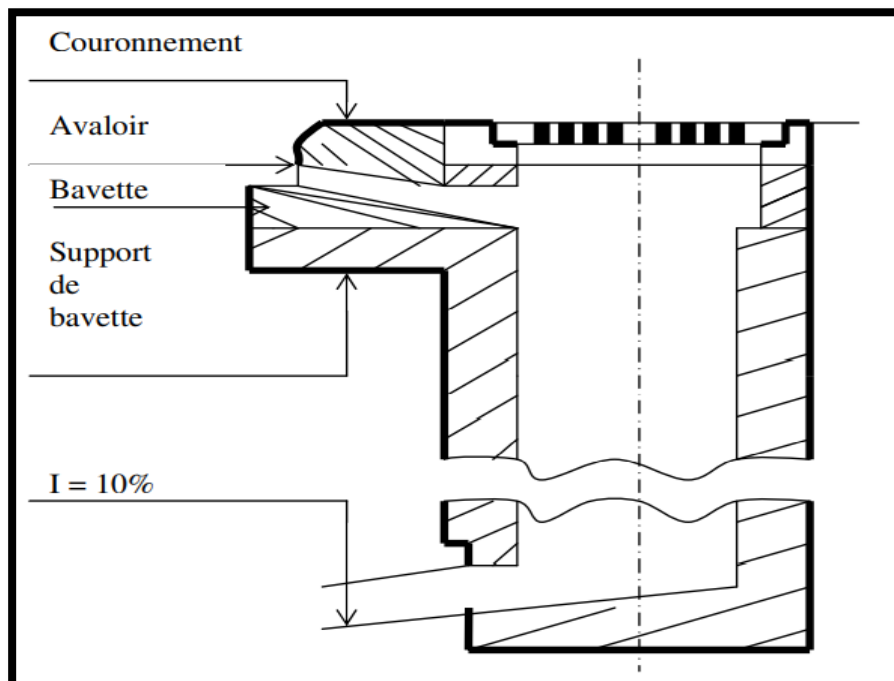


Figure VI.9 : Exemple d'une bouche d'égout sans décantation

1.4. Les fossés :

Les fossés sont destinés à recueillir les eaux provenant des chaussées en milieu rural. Ils sont soumis à un entretien périodique.

1.5. Les regards :

Ils ont pour rôle d'assurer une aération, un débordage et nettoyage des ouvrages ainsi que la jonction des conduites de différents diamètres et l'accès au personnel pour les travaux d'entretien et de curage, dans le cas des ouvrages visitables.

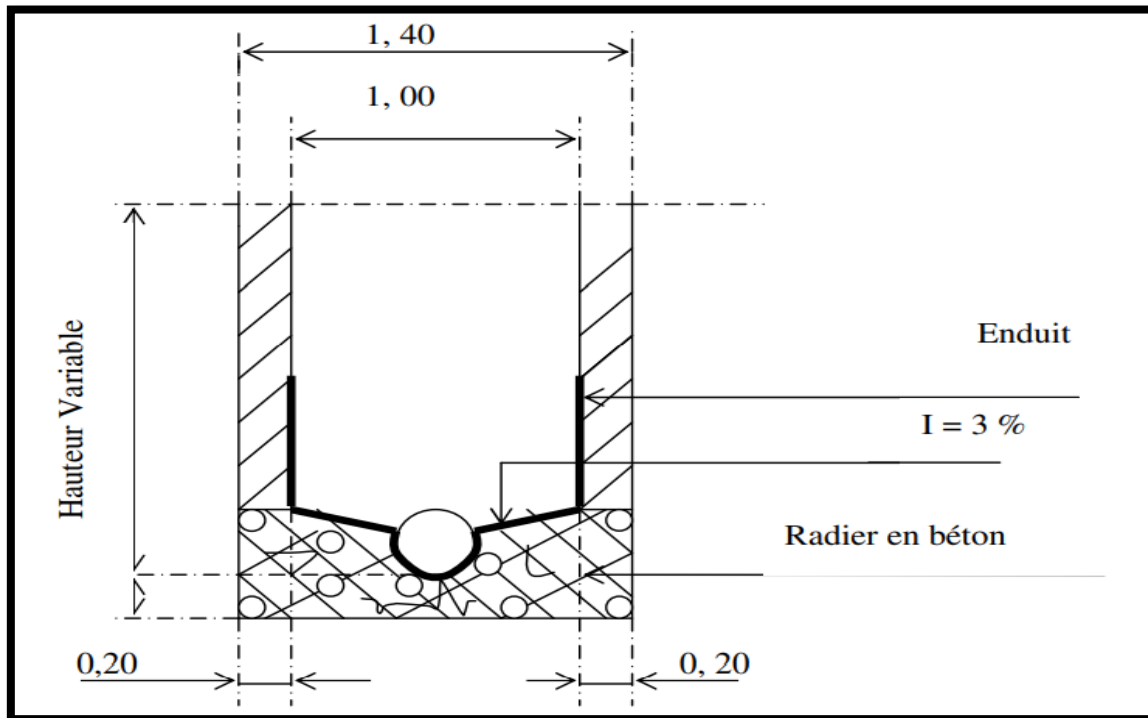


Figure VI.10 : Exemple d'un regard simple

➤ **Emplacement :**

Un regard doit être installé sur les canalisations :

- ✓ A tous les points de jonctions.
- ✓ Au changement de direction.
- ✓ Au changement de pente de canaux.
- ✓ Aux points de chute.
- ✓ A chaque changement de diamètre.

➤ **Types de regards :**

Les types de regards varient en fonction de l'encombrement et de la pente du terrain, ainsi que du système d'évacuation, donc on distingue :

✓ **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.

Les dimensions minimales de ces regards sont les suivantes :

- Profondeur inférieure à 1.5m ; diamètre 80cm.

- Profondeur supérieure à 1.5m ; diamètre 1.00m avec échelon d'accès.
- 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 ventilation :**

La présence d'air dans les égouts est la meilleure garantie contre la fermentation et la production du sulfure d'hydraulique gazeux ; la ventilation s'opère par :

- Les tampons des regards munis d'orifices appropriés.
- Les tuyaux de chute qui doivent être prolongés jusqu'à l'air libre.
- Les cheminées placées sur l'axe de la canalisation.

✓ **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.

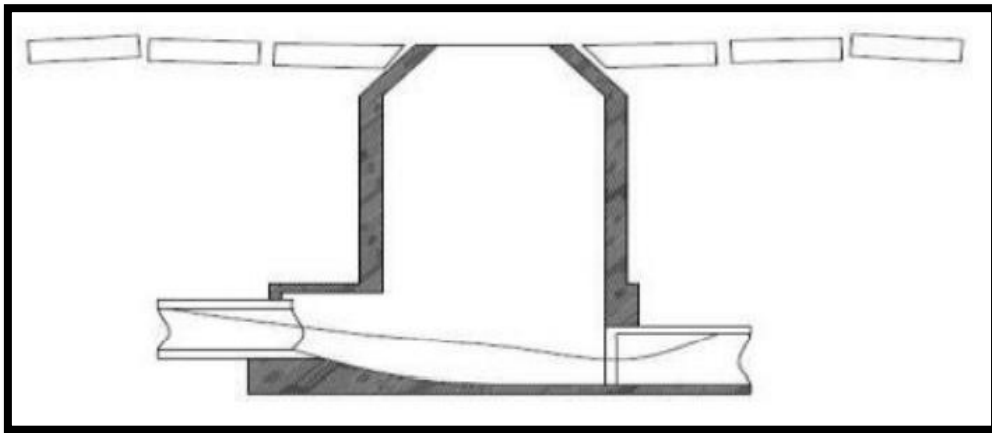


Figure VI.11 : Exemple d'un regard de jonction

✓ **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. 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.

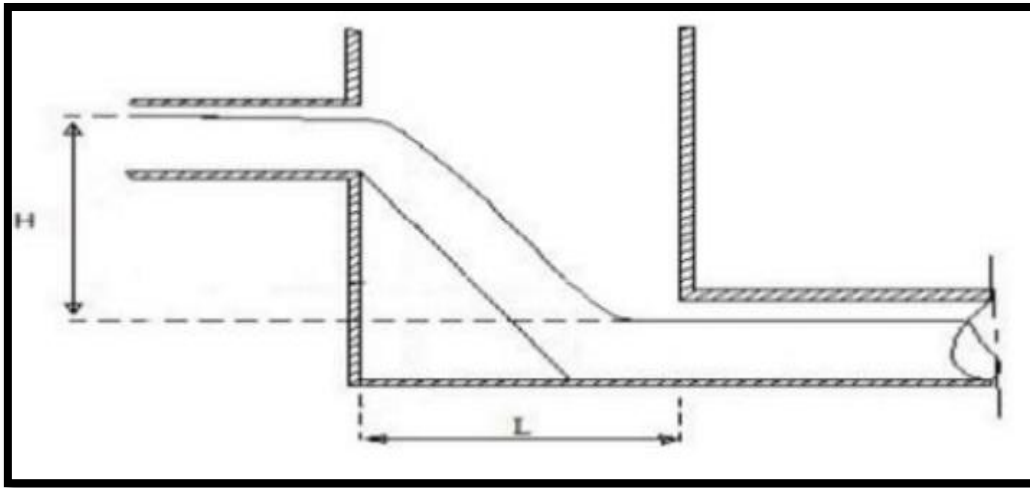


Figure VI.12 : Exemple d'un regard de chute

- Dimensionnement du regard de chute :

$$X = v \cdot t \quad (\text{VI.1})$$

$$Y = \frac{1}{2} g t^2 \quad (\text{VI.2})$$

De (VI.1) :

$$t = \frac{X}{v} \quad (\text{VI.3})$$

Ou X : Largueur 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).

D'après les trois équations on aura :

$$X = \sqrt{\frac{2 \times y}{g}} \times V \quad (\text{VII.4})$$

Remarque :

Les dimensions des regards de chute des deux collecteurs principaux sont mentionnées en annexe [3].

2. Les ouvrages spéciaux :

2.1. Déversoirs d'orage :

Un déversoir d'orage est un véritable « fusible hydraulique », ou une « soupape de sécurité ».

Le terme déversoir d'orage c'est l'ensemble de dispositifs permettant d'évacuer directement et sans traitement vers le milieu naturel, les pointes de ruissèlement de manière à décharger le réseau aval, donc un déversoir d'orage sépare les eaux quantitativement pas qualitativement.

Ce terme générique de déversoir peut être précisé par différents aspects, par exemple :

- ✓ Une deuxième fonction du déversoir est d'assurer un partage qualitatif des flux polluants entre le milieu naturel et le collecteur aval.
- ✓ Le déversoir d'orage est un ouvrage permettant le rejet direct d'une partie des effluents dans le milieu naturel lorsque le débit à l'amont dépasse une certaine valeur.
- ✓ Les déversoirs d'orage sont généralement installés sur les réseaux unitaires dans le but de limiter les apports du réseau aval et en particulier dans la STEP en cas de pluie.

Les déversoirs d'orage sont souvent construits sur des systèmes unitaires, à proximité d'un milieu récepteur. Le choix d'un déversoir d'orage résulte d'un compromis fait au moment de la réalisation ou de la rénovation du réseau unitaire selon quatre types de paramètres :

1. Physiques (géométrie et hydraulique) :

- ✓ Topographie : pente, bassins hydrographiques, existence d'exutoires naturels, ...etc.
- ✓ Occupation du sol : densité de l'habitat et des activités, voirie, sous-sol, ...etc.
- ✓ Ouvrages hydrauliques proches du (bassin, station de pompage...).

2. Environnementales :

- ✓ Protection du milieu naturel contre les pollutions.
- ✓ Protections des riverains contre les pollutions diverses (santé, odeurs, bruit...).
- ✓ Variations du niveau d'eau du milieu naturel.

3.Économiques :

Coût des collecteurs vis-à-vis du coût du déversoir et de ses ouvrages annexes.

4. Gestion :

Mode de gestion : statique, dynamique (ouvrages mobiles).Facilités d'exploitation : accès, nettoyage, entretien...

2.1.1. Composition des organes d'un déversoir d'orage :

Dans tous les cas de figure, le déversoir d'orage comprend :

- ✓ Un ouvrage de dérivation.
- ✓ Un canal ou collecteur de décharge conduisant l'eau déversée à un émissaire naturel (Ruisseau, rivière), y compris l'ouvrage de rejet lui-même au droit de l'émissaire.

Le déversoir d'orage est raccordé :

- ✓ **À l'amont** : au collecteur d'arrivée amenant les eaux unitaires.
- ✓ **À l'aval** : au collecteur de départ qui transporte vers la station d'épuration les eaux à épurer.

L'ouvrage de dérivation peut être constitué de tout autre organe qu'un déversoir au sens hydraulique du terme.

Le collecteur de décharge peut être très court (cas d'égouts longeant le ruisseau).

Un ouvrage ou un système de stockage (bassin d'orage) peut être adjoint à l'ouvrage de dérivation pour stocker temporairement une partie du flot (premier flot d'orage notamment).

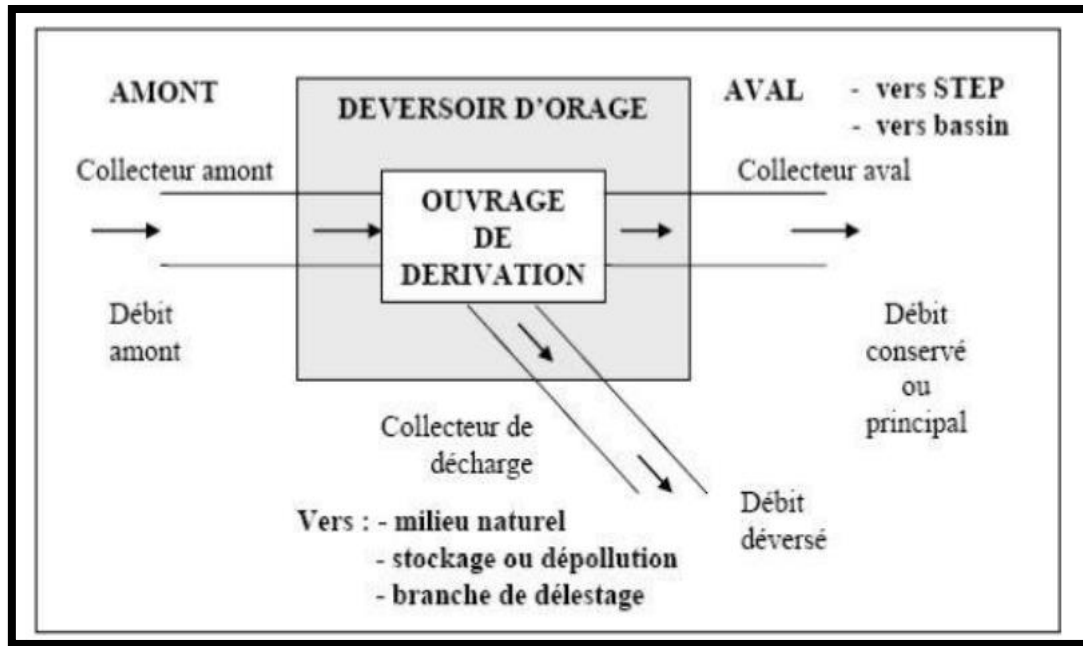


Figure VI.13 : Schéma de principe du déversoir d'orage.

2.1.2. Positionnement :

La construction d'un déversoir d'orage résulte théoriquement d'une étude économique, en plus de considérations techniques. Il ne peut y avoir de déversoir que s'il y a un émissaire pouvant recevoir les eaux d'un collecteur de décharge, aussi bien sous l'angle débit que sous l'angle pollution. Quand c'est le cas, le nombre et la position des déversoirs résultent de comparaisons économiques.

Chaque fois que l'on met un déversoir, on crée un ouvrage coûteux, mais on réduit le diamètre du collecteur aval. Il n'y a donc pas de règle générale.

Les déversoirs d'orage pourront être placés :

- ✓ Sur des collecteurs secondaires afin de limiter les débits d'apport aux collecteurs principaux.
- ✓ À l'entrée d'ouvrages tels que les bassins d'orage, les siphons, etc...
- ✓ À l'entrée des stations d'épuration.

2.1.3. Les différents types des déversoirs d'orage :

Le seul élément qui caractérise réellement un déversoir d'orage est l'ouvrage de dérivation. On peut distinguer pour celui-ci :

2.1.3.1. Les ouvrages à seuil déversant :

- ✓ **Les déversoirs à seuil haut :**

Le seuil haut est un déversoir classique dont le fonctionnement est un peu perturbé par une vitesse d'approche de l'eau parallèle au seuil, dans le cas du déversoir latéral. Mais cette vitesse est faible et on peut sans inconvénient utiliser les formules classiques.

Ce type de déversoir est caractérisé par la présence d'un étranglement, son diamètre est calculé pour faire passer juste de débit demandé pour la STEP, au-delà il se déverse.

✓ **Déversoirs à seuil bas :**

À l'opposé, le déversoir à seuil bas est en quelque sorte une ouverture faite latéralement dans un collecteur. Suivant la pente du radier, les conditions hydrauliques d'écoulement à l'amont et à l'aval, la fraction de débit déversée, etc., la ligne d'eau au droit du déversoir peut présenter différentes configurations (hauteur d'eau plus faible en tête du déversoir qu'en extrémité, ou le contraire, ressaut à l'amont, à l'aval, au milieu). Il y a donc de très nombreux cas de fonctionnement possibles, plus ou moins bien connus, ce qui explique en partie le nombre de formules proposées par différents auteurs, parfois contradictoires.

Du point de vue hydraulique, le fonctionnement des déversoirs à seuil haut est beaucoup mieux connu que celui des déversoirs à seuil bas.

✓ **Les déversoirs à seuil latéral :**

Dans le cas du déversoir à seuil latéral, le seuil est rectiligne et strictement parallèle à l'écoulement. Le seuil déversant latérale peut être placé sur un côté de l'ouvrage ou de chaque côté.

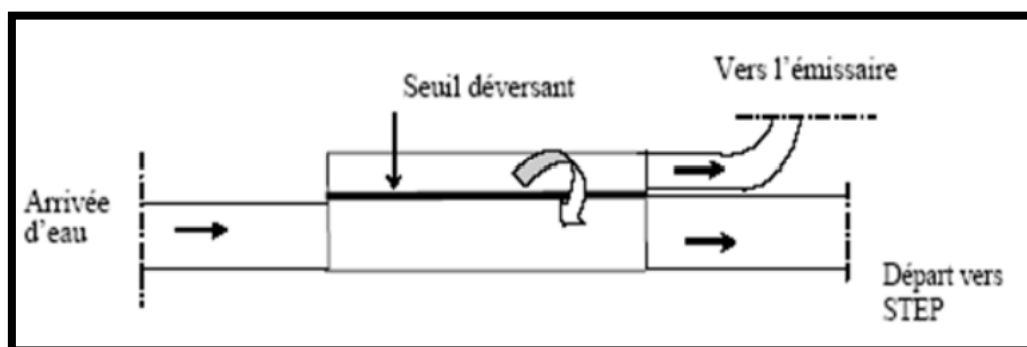


Figure VI.14 : Déversoir à seuil latéral pur, vue de dessus

✓ **Les 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.

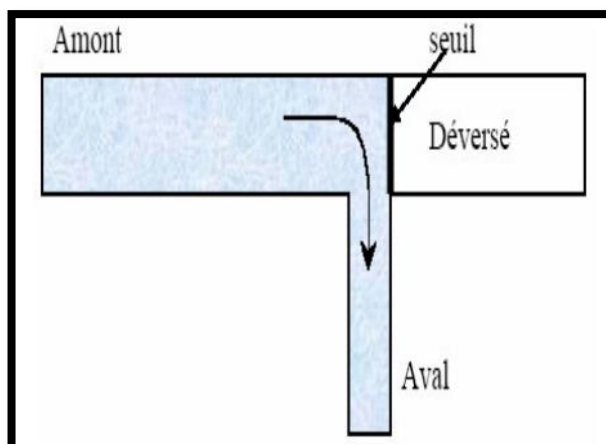


Figure VI.15 : déversoir à seuil frontal



Figure VI.16 : Exemples de déversoir frontal

✓ **Déversoir à seuil double :**

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.

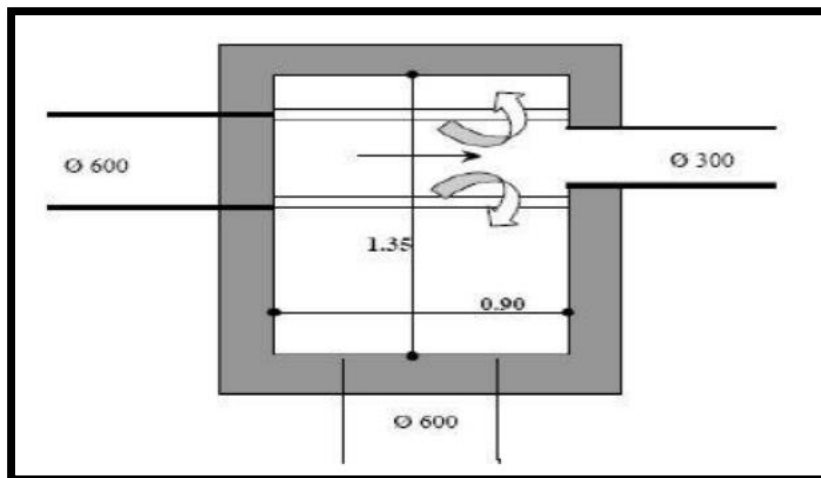


Figure VI.17 : Schéma d'un déversoir à seuil double

2.1.3.2. Les ouvrages n'utilisant pas le seuil :

On trouve dans cette catégorie toute une série de dispositifs, parfois appelés de régulation, qui font intervenir différents principes de fonctionnement. Mais si on se limite aux ouvrages habituellement utilisés, on trouve essentiellement :

- ouvrage à ouverture de radier.
- ouvrages avec les trous dans le mur.
- ouvrage avec siphon.
- ouvrage avec orifice.
- ouvrages à vortex.
- ouvrage avec vannes.

2.1.3.3. Déversoir by-pass :

Ce type de déversoir permettant d'évacuer vers le milieu naturel les pointes de ruissellement de manière à dégager le réseau aval ; assurer le partage du flux polluant entre le milieu naturel et le collecteur aval ; envoyer les eaux excédentaires lors des orages vers un autre collecteur en assurant un rôle de maillage du réseau. Ce type de déversoir est utilisé dans la gestion du réseau, on fait by-passer l'écoulement vers un autre collecteur pour exécuter les travaux de réhabilitation.

Pour avoir la capacité de transports, prélever les eaux de temps sec pour les envois vers un égout des eaux, transformation de la partie aval du collecteur unitaire en collecteur semi-pluvial, possible qu'avec un vannage.

2.1.4. Les ouvrages annexes du déversoir d'orage :**2.1.4.1. Les grilles et les dégrilleurs :**

Leurs rôles est de contrôler les gros solides ($d > 6\text{mm}$) aux déversoirs pour éviter leur envoi au milieu naturel, ils sont placés à l'amont des déversoirs, et caractérisées par :

- épaisseur des barreaux des grilles : 10 à 12mm ;
- espacement des barreaux des grilles : 10 à 15mm ;
- rendement des grilles : 50%.

2.1.4.2. La chambre de tranquillisation et de dessablement :

Cette chambre est située à l'amont du déversoir, 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. Pour éviter l'envasement, on recommande :

$$D_{min} = 0,815 \times Q_p^{0,4} \quad (\text{VI.5})$$

Avec :

Q_p : Débit de pointe de 2 à 5ans de période de retour [m^3/s].

2.1.5. Dimensionnement du déversoir d'orage :**2.1.5.1. Dimensionnement du déversoir d'orage latéral (DO N°1) :**

Les données de base sont les suivantes :

-Diamètre d'entrée : $D = 1200 \text{ mm}$

-Débit à pleine section : $Q_{ps} = 2.52 m^3/s$

-Débit de pointe d'eau usées : $Q_{eu} = 0.035 m^3/s$

-Débit de pointe allant vers la station d'épuration : on propose une dilution de 3 fois
Alors : $Q_{step} = 3 \times 0,035 = 0,105 m^3/s$

-Hauteur d'eau à l'entrée : $H_e = 823,54 \text{ mm}$

-la pente = 0.0044 m/m

✓ **Détermination du débit critique :**

$$Q_{cr} = Z \times Q_t \quad \text{(VI.6)}$$

Avec :

Z : coefficient de retardement

$$Z = 1 - \frac{T_c}{100} \quad \text{(VI.7)}$$

tq : T_c c'est le temps de concentration en mn

Pour notre zone d'étude, il s'agit d'une agglomération urbanisée qui doit comporter des canalisations, alors le temps de concentration sera donné comme suit :

$$T_c = t_1 + t_2 \quad \text{(VI.8)}$$

Avec :

$$t_1 = \frac{L_s}{60 \times V} \text{ (min)} \quad \text{(VI.9)}$$

t_2 : Temps mis par l'eau pour atteindre le premier ouvrage d'engouffrement, il est varié de 2 à 20 minutes.

tq :

L_s : Longueur totale de collecteur le plus longs

V : vitesse moyen égale à la somme des vitesses de chaque tronçon sur le nombre des tronçons

A.N:

$$\left\{ \begin{array}{l} t_1 = \frac{1295,39}{60 \times 3,83} = 5,64 \text{ min} \\ t_2 = 2 \text{ min.} \end{array} \right. \longrightarrow \left\{ \begin{array}{l} T_c = 5,64 + 2 = 7,64 \text{ min.} \\ Z = 1 - \frac{7,64}{100} = 0,92 . \end{array} \right.$$

Alors : $Q_{cr} = 0,92 \times 2,074 = 1,91 \text{ m}^3/\text{s}$.

✓ **Détermination du débit déversé :**

$$Q_{dev} = Q_{cr} - Q_{step} \quad \text{(VI.10)}$$

$Q_{dev} = 1,91 - 0,105 = 1,805 \text{ m}^3/\text{s}$.

✓ **Détermination de la hauteur demandée par la station d'épuration h_{step} :**

Nous avons :

$$R_{Qstep} = \frac{Q_{step}}{Q_{ps}} \longrightarrow R_{Qstep} = \frac{0,105}{2,52} = 0,042.$$

$$R_{hstep} = \frac{h_{step}}{D} \longrightarrow h_{step} = R_{hstep} \times D$$

De l'abaque d'annexe [2] nous tirons R_h et R_v : $\begin{cases} R_{hstep} = 0,06 \\ R_{vstep} = 0,25 \end{cases}$

$$h_{step} = 0,06 \times 1200 = 72 \text{ mm.}$$

✓ **Détermination de la hauteur d'eau déversée h_{dev} :**

Nous avons :

$$R_{Qcr} = \frac{Q_{cr}}{Q_{ps}} \longrightarrow R_{Qcr} = \frac{1,91}{2,52} = 0,76.$$

$$R_{hcr} = \frac{h_{cr}}{D} \longrightarrow h_{cr} = R_{hcr} \times D$$

De l'abaque d'annexe [2] nous tirons R_h : $R_{hcr} = 0,65$

$$h_{cr} = 0,65 \times 1200 = 780 \text{ mm.}$$

$$h_{dev} = h_{cr} - h_{step} \quad \text{(VI.11)}$$

$$h_{dev} = 780 - 72 = 708 \text{ mm.}$$

✓ **Détermination de la longueur du déversoir :**

Nous appliquons la formule de BAZIN :

$$Q_d = \frac{2}{3} \mu L \sqrt{2g} h_d^{\frac{3}{2}} \quad \text{(VI.12)}$$

$$L = \frac{Q_d}{\frac{2}{3} \mu \sqrt{2g} h_d^{\frac{3}{2}}} = \frac{1,805}{\frac{2}{3} \times 0,4 \times \sqrt{2 \times 9,81} \times (0,708)^{\frac{3}{2}}} = 2,56 \text{ m.}$$

$$L = 2,56 \text{ m}$$

2.1.5.2. Dimensionnement du déversoir d'orage latéral (DO N°2) :

Les données de base sont les suivantes :

-Diamètre d'entrée : $D = 600 \text{ mm}$

-Débit à pleine section : $Q_{ps} = 0,97 \text{ m}^3/\text{s}$

-Débit de pointe d'eau usées : $Q_{eu} = 0,0116 \text{ m}^3/\text{s}$

-Débit de pointe allant vers la station d'épuration : on propose une dilution de 3 fois
Alors : $Q_{step} = 3 \times 0,0116 = 0,0348 \text{ m}^3/\text{s}$

-Hauteur d'eau à l'entrée : $H_e = 426,64$ mm

-la pente = 0.026 m/m.

✓ **Détermination du débit critique :**

$$\left\{ \begin{array}{l} t_1 = \frac{813}{60 \times 2,92} = 4,64 \text{ min} \\ t_2 = 2 \text{ min.} \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} T_c = 4,64 + 2 = 6,64 \text{ min.} \\ Z = 1 - \frac{6,64}{100} = 0,93. \end{array} \right.$$

Alors : $Q_{cr} = 0,93 \times 0,83 = 0,77 \text{ m}^3/\text{s}$.

✓ **Détermination du débit déversé :**

$Q_{dev} = 0,77 - 0,0348 = 0,74 \text{ m}^3/\text{s}$.

✓ **Détermination de la hauteur demandée par la station d'épuration h_{step} :**

Nous avons :

$$R_{Qstep} = \frac{Q_{step}}{Q_{ps}} \longrightarrow R_{Qstep} = \frac{0,0348}{0,97} = 0,035.$$

$$R_{hstep} = \frac{h_{step}}{D} \longrightarrow h_{step} = R_{hstep} \times D$$

De l'abaque d'annexe [2] nous tirons R_h et R_v : $\begin{cases} R_{hstep} = 0,05 \\ R_{vstep} = 0,2 \end{cases}$

$h_{step} = 0,05 \times 600 = 30 \text{ mm}$.

✓ **Détermination de la hauteur d'eau déversée h_{dev} :**

Nous avons :

$$R_{Qcr} = \frac{Q_{cr}}{Q_{ps}} \longrightarrow R_{Qcr} = \frac{0,77}{0,97} = 0,79.$$

$$R_{hcr} = \frac{h_{cr}}{D} \longrightarrow h_{cr} = R_{hcr} \times D$$

De l'abaque d'annexe [2] nous tirons R_h : $R_{hcr} = 0,68$

$h_{cr} = 0,68 \times 600 = 408 \text{ mm}$.

$h_{dev} = 408 - 30 = 378 \text{ mm}$.

✓ **Détermination de la longueur du déversoir :**

$$L = \frac{Q_d}{\frac{2}{3} \mu \sqrt{2g} h_d^{\frac{3}{2}}} = \frac{0,74}{\frac{2}{3} \times 0,4 \times \sqrt{2 \times 9,81} \times (0,378)^{\frac{3}{2}}} = 2,7 \text{ m}.$$

$$\boxed{L = 2,7 \text{ m}}$$

➤ Les résultats sont résumés dans le tableau suivant :

Tableau VI.1 : dimensionnement des déversoirs d'orage projetés.

N° du DO	Q_{cr} m^3/s	Q_{step} m^3/s	Q_{ps} m^3/s	Q_{dev} m^3/s	R_{Qstep}	R_{hstep}	R_{vstep}	h_{step} (mm)	R_{Qcr}	R_{hcr}	h_{cr} (mm)	h_{dev} (mm)	L (m)
DO1	1,91	0,105	2,52	1,805	0,042	0,06	0,25	72	0,76	0,65	780	708	2,56
DO2	0,77	0,0348	0,97	0,74	0,035	0,05	0,2	30	0,79	0,68	408	378	2,7

Conclusion :

Dans ce chapitre on a cité éléments constitutifs du réseau d'égout, et on a projeté des bouches d'égout, des regards ; ainsi pour les ouvrages principaux, notre choix été fait pour les canalisations en béton armé afin d'assurer un bon fonctionnement du système d'évacuation.

Et de l'autre cote pour faciliter les opérations de curage et assurer une meilleure sécurité à notre réseau. On a procédé à l'implantation et au dimensionnement des deux déversoirs d'orages de type latéral.

CHAPITRE VII :



Organisation de chantier et sécurité du travail

VII.1.Introduction :

L'organisation de chantier consiste à déterminer et à coordonner la mise en œuvre des moyens nécessaires pour accomplir dans les meilleures conditions possibles les travaux à exécuter avant d'aller sur chantier et avant le commencement de la réalisation. Pour cela il faut toujours commencer par une étude théorique et ensuite la partie pratique. Dans la première on détermine le temps de réalisation avec précision, le matériel à utiliser, la main d'œuvre nécessaire et les matériaux de construction nécessaires. Dans la deuxième partie on passe à l'exécution des travaux sur terrain.

VII.2. Exécution des travaux :

- ✓ Les principales opérations à exécuter pour la pose des canalisations sont :
- ✓ Manutention et stockage des conduites.
- ✓ Décapage de la couche de terre végétale.
- ✓ Exécution des tranchées et des fouilles pour les regards.
- ✓ Aménagement du lit de pose.
- ✓ Emplacement des jalons des piquets.
- ✓ La mise en place des canalisations en tranchée.
- ✓ Assemblage des tuyaux.
- ✓ Faire les essais d'étanchéité pour les conduites et les joints.
- ✓ Remblaiement des tranchées.
- ✓ Construction des regards en béton armé.

VII.2.1.Manutention et stockage des conduites :**VII.2.1.1.Chargement et transport :**

Le chargement des véhicules doit être effectué de façon à ce qu'aucune détérioration ou déformation des tubes et des accessoires ne se produise pendant le transport. Il faut éviter :

- ✓ Les manutentions brutales, les flèches importantes, les ballants.
- ✓ Tout contact des tubes et des raccords avec des pièces métalliques saillantes. les tubes avec emboîture doivent être alternés. les emboîtures doivent dépasser la pile.

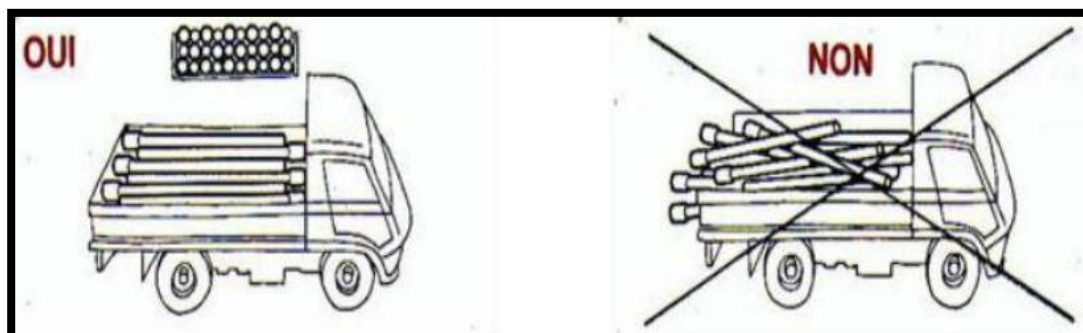


Figure VII.1 : chargement des canalisations

VII.2.1.2. Déchargement :

Le déchargement brutal des tubes et des raccords sur le sol est à proscrire

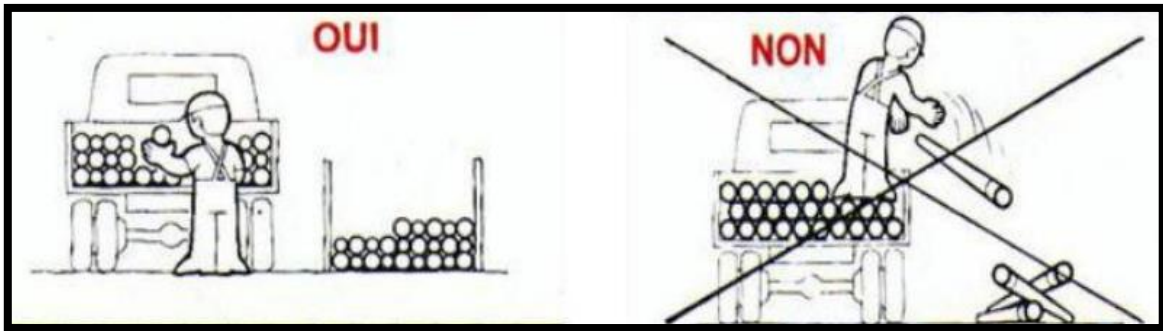


Figure VII.2 : déchargement des canalisations

VII.2.1.3. Stockage :

- ✓ L'aire destinée à recevoir les tubes et les raccords doit être nivelée et plane.
- ✓ L'empilement doit se faire en alternant les emboîtures et en laissant celles-ci dépasser la pile.
- ✓ La hauteur de gerbage doit être limitée à 1.50m.
- ✓ Les tubes et les accessoires doivent être stockés à l'abri du soleil. (la décoloration du tube n'affecte en rien ses caractéristiques mécaniques).
- ✓ Les accessoires ne doivent être déballés qu'au moment de leur utilisation.
- ✓ Eviter le contact avec l'huile les solvants et autres substances chimiques.
- ✓ Le stockage des tubes doit assurer leur protection mécanique et contre la chaleur.

VII.2.2. Décapage de la couche de terre végétale :

C'est une opération préliminaire se fait par un dozer, qui consiste à éliminer la couche superficielle du sol (les dix (10) premiers centimètres de la surface) constituée principalement de matière végétale.

VII.2.3. Exécution des tranchées et des fouilles pour les regards :

- **Largeur du tranché :**

La largeur de la tranchée, doit être au moins égale au diamètre extérieur de la conduite avec des sur largeurs entre (0.3-0.5) cm de part et d'autre.

La largeur de tranchée est donnée par la formule :

$$B = D + (2 \times c) \quad (\text{VII.1})$$

Avec :

- ✓ **B** : largeur de la tranchée en (m).
- ✓ **D** : diamètre de la conduite en (m).
- ✓ **c** : largeur entre conduite et parois de tranché.

- **Profondeur du tranché :**

La profondeur est donnée par la formule suivante :

$$H = e + D + h \quad (\text{VII.2})$$

Avec :

- ✓ **H** : profondeur de la tranchée en (m).
- ✓ **e** : épaisseur de lit de sable en (m), $e = 10 \text{ cm}$.
- ✓ **D** : diamètre de la conduite en (m).
- ✓ **h** : la hauteur du remblai au-dessus de la conduite en (m).

VII.2.4. Aménagement du lit de pose :

Les conduites seront posées sur un lit de pose de sable d'épaisseur égale au moins à 10 cm. Ce dernier sera bien nivelé suivant les côtes du profil en long.

Le lit de pose doit être constitué de sable contenant au moins 12% de particules inférieures 0,1mm

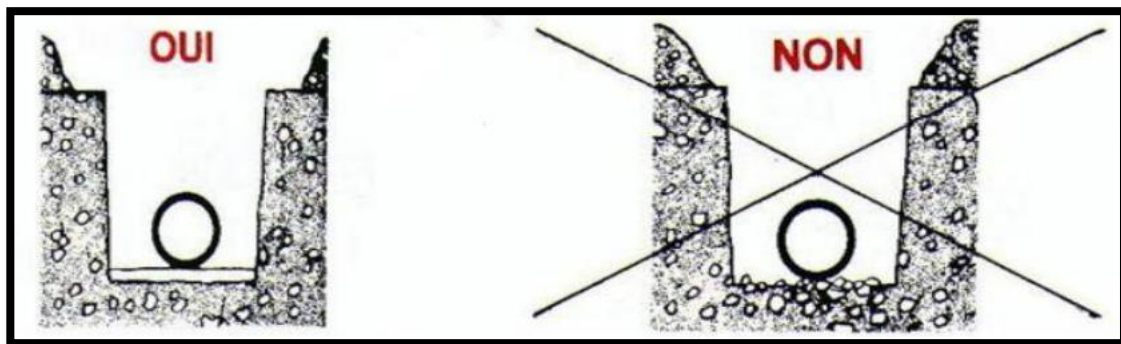


Figure VII.3 : lit de pose

VII.2.5. Emplacement des jalons des piquets :

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.2.6. Pose canalisations dans la tranchée :

De plus, des règles de bonne pratique sont à respecter ; ainsi, il est conseillé :

- ✓ d'éviter de poser les tuyaux sur des tasseaux qui concentrent les efforts d'écrasement et les font travailler en flexion longitudinale.
- ✓ de réaliser un fond de fouille bien rectiligne pour que les tuyaux y reposent sur toute leur longueur.
- ✓ de creuser le fond de fouille, lorsque les tuyaux sont à emboîtement par collet extérieur sur tout leur pourtour, de façon à éviter que les collets ne portent sur le sol.
- ✓ de placer toujours les tuyaux sur des fouilles sèches.
- ✓ d'éliminer du fond des fouilles tous les points durs (grosses pierres, crêtes rocheuses, vieilles maçonneries,...) qui constituent des tasseaux naturels.
- ✓ en sol rocheux, d'approfondir la fouille de 15 à 20 cm et de confectionner un lit de pose bien damé avec des matériaux pulvérulents ou de procéder à une pose sur un bain fluant de mortier.

VII.2.7. Assemblage des conduites :

Suivant la section, la forme et la nature du matériau de la conduite, on effectue la jointure de ces dernières.

VII.2.8. Essais d'étanchéité :

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.

VII.2.9. Réalisation des regards :

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

La réalisation de ces regards s'effectue sur place avec le béton armé, On peut avoir des regards préfabriqués.

Les tampons doivent comporter un orifice, ayant pour but de faciliter leur levage ainsi que l'aération de l'égout.

Les différentes étapes d'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.2.10. 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.

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.

VII.2.11. Choix des engins :

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

✓ Pour le décapage de la couche de la terre végétale :

Pour le décapage de la terre végétale on utilise la "niveleuse " sur les terrains facile à décapé, elle est constituée d'un tracteur à quatre roues dans deux prolongé vers l'avant, une lame

montée sur une couronne et par rapport à laquelle elle peut tourner ou se déplacer dans son prolongement dans toutes directions.



Figure VII.4 : Niveleuse

Dans les terrains difficiles on utilise le "Bulldozer":



Figure VII.5 : Bulldozer

✓ **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.

Dans les terrains difficiles on doit utiliser une pelle à chenille.



Figure VII.6 : Pelle à chenille

- ✓ **Pour le remblaiement des tranchées :**

Le remblayage a été fait en utilisant une chargeuse, qui comporte un corps automoteur articulé, et une benne de grande taille à l'avant.



Figure VII.7 : Chargeuse

✓ **Pour le compactage :**

Le compactage de la terre après remblayage a été fait avec un compacteur à rouleaux lisses, qui est un engin lourd, qui tasse la terre sous lui grâce à un ou plusieurs rouleaux en fonte.



Figure VII.8 : Compacteur à rouleaux lisses

VII.3. Détermination des différents volumes :

VII.3.1. Volume du décapage de la couche végétale :

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

Avec :

- ✓ V_{dcv} : Volume de la couche de terre végétale décapée en (m³).
- ✓ H_v : Profondeur la couche de terre végétale.
- ✓ L : Longueur totale de la tranchée en (m).
- ✓ B : Largeur de la couche de terre végétale en (m).

VII.3.2. Volume des déblais des tranchées :

$$V_d = B \times L \times H \quad (\text{VII.4})$$

Avec:

- ✓ V_d : volume du déblai des tranchées (m³).
- ✓ B : largeur de la tranchée (m).
- ✓ H : profondeur de la tranchée (m).
- ✓ L : longueur totale de la tranchée (m).

VII.3.3. Volume du lit du sable :

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

Avec :

- ✓ 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).

VII.3.4. Volume occupé par les conduites :

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

Avec :

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

VII.3.5. Volume de l'enrobage :

$$V_e = H_e \times L \times B \quad (\text{VII.7})$$

Avec :

- ✓ **V_e** : volume de l'enrobage
- ✓ **H_e** : hauteur d'enrobage
- ✓ **B** : Largeur de la tranchée (m).
- ✓ **L** : longueur totale de la tranchée (m).

VII.3.6. Volume du remblai :

$$V_r = V_d - [V_e + V_{dcv} + V_{ls}] \quad (\text{VII.8})$$

Avec :

- ✓ **V_r** : Volume du remblai en (m³).

VII.3.7. Volume excédentaire :

$$V_{exc} = V_f - V_r - V_e \quad (\text{VII.9})$$

Avec :

- ✓ **V_{exc}** : Volume du sol excédentaire (m³).
- ✓ **V_f** : Volume du sol foisonné (m³).
- ✓ **V_{rem}** : Volume du remblai (m³).

Sachant que :

$$V_f = V_d \times K_f \quad (\text{VII.10})$$

Tel que :

- ✓ **K_f** : Coefficient de foisonnement dépend de la nature de sol.

Remarque :

Les calculs des terrassements de la canalisation de notre zone en annexe [4]

Tableau VII.1 : Volumes des travaux

$V_{dcv} (m^3)$	$V_d(m^3)$	$V_{Is}(m^3)$	$V_{cond}(m^3)$	$V_e(m^3)$	$V_r(m^3)$	$V_{exc}(m^3)$
698,228	13049,301	698,228	1381,098	3578,956	8073,888	4006,317

VII.4. 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.

Tableau VII-2 : Devis quantitatif et estimatif des coûts de projets

N°	Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire (DA)	Montant (DA)
A	Travaux de terrassement				
1	Décapage	m^3	698,228	200	139645,6
2	Déblai	m^3	13049,301	1000	13049301
3	Lit de pose	m^3	698,228	1500	1047342
4	Enrobage	m^3	3578,956	200	715791,2
5	Remblai de la tranchée	m^3	8073,888	700	5651721,6
6	Evacuation des déblaies excédentaires	m^3	4006,317	200	801263,4
B	Canalisation				
1	135A- Φ 300	ml	3603	4000	14412000
2	135A- Φ 400	ml	607,9	5000	3039500
3	135A- Φ 500	ml	994,5	6000	5967000
4	135A- Φ 600	ml	507,37	6500	3297905
5	135A- Φ 800	ml	288	7000	2016000
6	135A- Φ 1000	ml	180	10000	1800000
7	135A- Φ 1200	ml	368	12000	4416000
C	Construction				
1	Regards	U	366	40000	14640000
2	Exécution des déversoirs d'orage	U	2	300000	600000
THT					71593469,8
TVA 19%					13602759,26
TTC					85196229,06

VII.5. Sécurité de travail :**VII.5.1. Introduction :**

L'objectif de la protection est de diminuer la fréquence et la gravité des accidents dans le chantier. Il existe pour cela un certain nombre de dispositifs, de consignes et de règlement à suivre.

Lorsqu'on évoque les accidents du travail, on a souvent plus ou moins tendance à penser qu'une seule cause serait à l'origine de la situation. S'agissant de l'accident de travail, on peut l'attribuer soit à la machine, soit à l'homme. Dans l'autre cas, on tente de faire ressortir la part de l'homme et la part de la machine. Ainsi les préoccupations concernant les risques professionnels, ne doivent pas être séparées de l'analyse du travail et les conditions dans lesquelles le travailleur est amené à exécuter son travail. L'analyse des causes d'accident n'a intérêt que si elle met celle-ci en relation avec le travail des opérateurs et on prend place dans un diagnostic général de la situation de travail et de ses effets sur la charge de travail, les risques pour la santé et la sécurité.

VII.5.2. Les Causes Des Accidents :

L'accident du travail n'est jamais le fait d'un hasard ou de la fatalité. Les causes sont la somme des différents éléments classés en deux catégories : Facteur matériel et facteur humain.

Le facteur matériel concerne les conditions dangereuses susceptibles d'évoluer au cours du travail.

Les causes d'accident d'origine matérielle proviennent soit :

- ✓ De la profession en général et du poste de travail en particulier.
- ✓ De la nature de la forme des matériaux mis en œuvre.
- ✓ Des outils et machines utilisés, implantation, entretien.
- ✓ De l'exécution du travail, difficultés particulières.
- ✓ Du lieu de travail, éclairage, conditions climatiques.
- ✓ Des conditions d'hygiène et de sécurité, ventilation, protection etc...

Par opposition aux conditions dangereuses techniquement et pratiquement décevables, les actions dangereuses dans le travail sont imputables au facteur humain et nécessitant parfois l'intervention de psychologues avertis.

Certaines actions dangereuses sont des réactions psychiques difficilement prévisibles, car chaque être humain est un cas particulier qui réagit différemment, selon les circonstances.

VII.5.3. Les conditions dangereuses :

CD n°1 : Installation non protégée.

Ex : Absence de carters sur les lames et valant des scies à ruban.

CD n°2 : Installation mal protégée.

Ex : Ancien interrupteur à couteaux.

CD n°3 : Protection individuelle inexistance.

Ex : Absence tabouret isolé dans une cabiné haute tension.

CD n°4 : Outillage, engin, équipement en mauvais état.

Ex : Echelldont les barreaux cassés ont été remplacés par des planches clouées.

CD n°5 : Défaut dans la conception, dans la construction.

Ex : Installation électrique en fil souple.

CD n°6 : Matière défectueuse.

Ex : Nœud dans une planche à toupiller.

CD n°7 : Stockage irrationnel.

Ex : Empilage des couronnes de fil machine sur une grande hauteur.

CD n°8 : Mauvaise disposition des lieux.

Ex : Escalier trop étroit.

CD n°9 : Eclairage défectueux.

Ex : Eclairage individuel du poste de travail sans éclairage générale.

CD n°10 : Facteurs d'ambiances impropres.

Ex : Vapeur dans les blanchisseries.

CD n°11 : Condition climatiques défavorables.

Ex : Pose d'une antenne de télévision sur un toit givré.

VII.5.4. Les actions dangereuses :

AD n°1 : Intervenir sans précaution sur des machines en mouvement.

Ex : Graisser en marche.

AD n°2 : Intervenir sans précaution sur des installations sous tension ou contenant des substances inflammables ou toxiques.

Ex : Ramasser un outil à proximité d'un conducteur sous tension.

AD n°3 : Agir sans prévenir ou sans autorisation.

Ex : Pénétrer dans un silo sans avertir

AD n°4 : Neutraliser les dispositifs de sécurité.

Ex : Travaux d'entretien dans un malaxeur sans cadenasser l'interrupteur.

AD n°5 : Ne pas utiliser l'équipement de protection individuelle.

Ex : Meuler sans lunettes.

AD n°6 : Mauvaise utilisation d'un outillage, engin.

Ex : Tirer un wagonnet au lieu de le pousser.

AD n°7 : Imprudence durant les opérations de stockage et manutention.

Ex : Passer sous une charge suspendue.

AD n°8 : Adopter une position peu sûre.

Ex : Transport de personnel sur la plate-forme d'un camion chargé de gros matériel.

AD n°9 : Travailler dans une attitude inappropriée.

Ex : Utiliser une caisse pour atteindre un objet hors de portée.

AD n°10 : Suivre un rythme de travail inadapté.

Ex : Cadence de travail trop rapide.

AD n°11 : Plaisanter ou se quereller.

VII.5.4. Organisation de La prévention des accidents du travail :

L'organisation de la prévention se présente à travers les activités professionnelles du pays comme une immense chaîne de solidarité, composée de multiples maillons, correspondant chacun aux différents services ou personnes intéressées figurés dans l'organigramme ci-après :

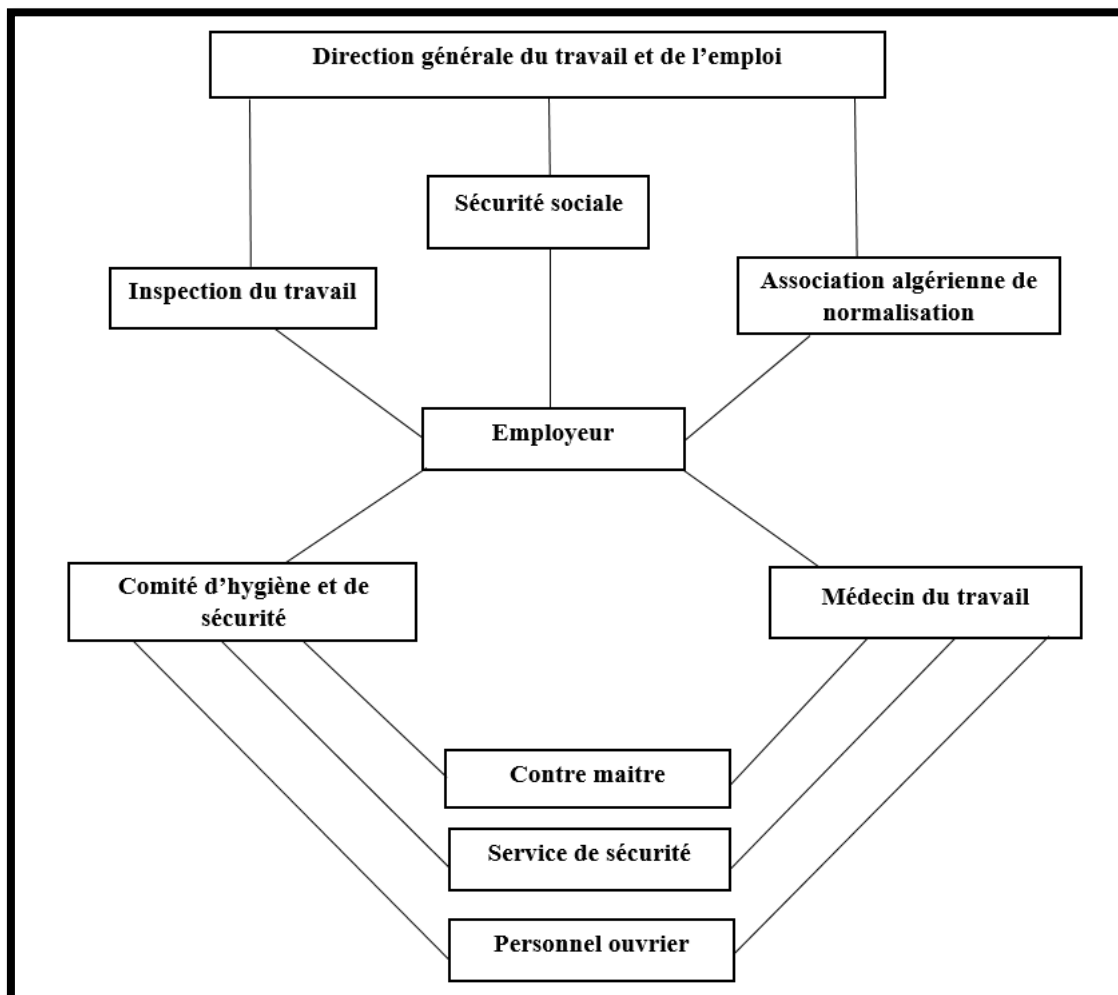


Figure VII.9 : Organisation de La prévention des accidents du travail

Le contremaître constitue le maillon essentiel de la chaîne de prévention des accidents du travail. Vu sous l'angle de la protection du personnel, le rôle du contremaître revêt trois aspects importants, pédagogique, de surveillance, de suggestion.

VII.6. Planification des travaux

Elle consiste à chercher constamment la meilleure façon d'utiliser avec économie la main d'œuvre et les autres moyens de mise en œuvre pour assurer l'efficacité de l'action à entreprendre, elle consiste en :

- Installation des postes de travail ;
- Observations instantanées ;
- Analyse des tâches ;
- Le chronométrage ;
- Définition des objectifs et des attributions ;
- Simplification des méthodes ;
- Stabilisation des postes de travail.

VII.6.1. Techniques de la planification

Il existe deux principales méthodes de planification à savoir :

- Méthodes basées sur le réseau ;
- Méthodes basées sur le graphique.

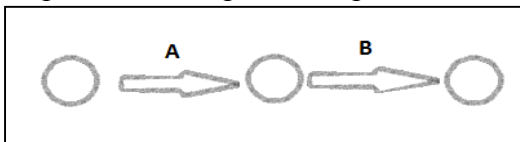
VII.6.1.1. Méthodes basées sur le réseau

a. Définition du réseau

Le réseau est une représentation graphique d'un projet qui permet d'indiquer la relation entre les différentes opérations qui peuvent être successives, simultanées, convergentes et la durée de réalisation. On distingue deux types de réseaux :

- Réseau à flèches

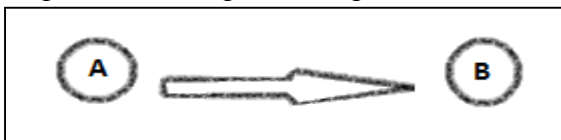
L'opération est représentée par une flèche et la succession des opérations par des nœuds.



L'opération A précède l'opération B.

- Réseau à nœuds

L'opération est représentée par un nœud et la succession des opérations par des flèches :



L'opération (B) ne peut commencer que si l'opération (A) est complètement achevée.

b. Construction du réseau

Pour construire un réseau il convient d'effectuer les six (6) opérations suivantes :

- Etablissement d'une liste des tâches

Il s'agit dans cette première phase de procéder à un inventaire très précis et détaillé de toutes les opérations indispensables à la réalisation d'un projet.

- Détermination des tâches antérieures :

Après avoir dressé la liste des tâches à effectuer, il n'est pas toujours facile de construire un réseau car il n'est pas aisé de dire si les tâches antérieures doivent être successives ou convergentes.

- Construction des graphes partiels ;
- Regroupement des graphes partiels ;
- Détermination des tâches de début de l'ouvrage et de fin de l'ouvrage ;
- Construction du réseau.

VII.6.1.2. Méthode C.P.M (méthode du chemin critique)

L'objectif de cette méthode est de réduire les temps de réalisation d'un ouvrage en tenant compte de trois phases :

- **1ère phase** : l'effectif nécessaire pour effectuer le travail considéré ;
- **2ème phase** : analyser systématiquement le réseau, heure par heure, jour pour jour, selon l'unité de temps retenue ;
- **3ème phase** : adapter le réseau aux conditions ou contraintes fixées par l'entreprise.

VII.6.2. Les étapes de la planification

La planification est le processus de la ligne de conduite des travaux à réaliser, elle comprend des étapes suivantes :

Collection des informations :

L'établissement d'une synthèse d'analyse des informations acquises par des études comparatives permet l'usage correct du plan de réalisation de notre projet.

Décomposition du projet :

C'est une partie importante car chaque projet peut être analysé de diverses manières ; nous attribuons à chaque tâche un responsable et ses besoins en matériels.

Relations entre les tâches :

Il existe deux relations essentielles entre les tâches lors de la réalisation; l'une porte sur un enchaînement logique et l'autre sur un enchaînement préférentiel.

Les paramètres de la méthode C.P.M :

Les paramètres indispensables dans l'exécution de cette méthode sont les suivants :

DCP	TR
DFP	DCPP
DFPP	MT

Avec :

TR : temps de réalisation ;

DCP : date de commencement au plus tôt ;

DCPP : date de commencement au plus tard ;

DFP : date de finition au plus tôt ;

DFPP : date de finition au plus tard;

MT : marge totale.

Et :

$DFP = DCP + TR$

$DCPP = DFPP - TR$

*C.P.M : méthode du chemin critique.

Chemin critique (C.C) :

C'est le chemin qui donne la durée totale du projet (DTR) reliant les opérations possédant la marge totale nulle (0).

Donc pour retrouver un chemin critique il suffit de vérifier la double condition suivante :

$$MT=0$$

$$C.C \leftrightarrow \{ \Sigma TR_{C.C} = DTP$$

VII.6.2.1. Attribution des durées de chaque opération

Pour l'attribution du temps, il est nécessaire de se baser sur deux points :

Le nombre de ressources (moyens humains et matériels) ;

Dimensions du projet.

En utilisant les normes **C.N.A.T**, on pourra appliquer la formule suivante :

$$T = (Q*N)/n$$

Avec :

n : Nombre d'équipes

N : Rendement

Q : Quantité de travail

VII.6.3. Symboles des différentes opérations

Les principales opérations à exécuter sont :

- A.** Décapage de la couche de terre ;
- B.** Piquetage ;
- C.** Exécution des tranchées et des fouilles pour les regards ;
- D.** Aménagement du lit de pose ;
- E.** La mise en place des canalisations en tranchée ;
- F.** Assemblage des tuyaux ;
- G.** Faire les essais d'étanchéité pour les conduites et joints ;
- H.** construction des regards ;
- I.** remblai des tranchées ;
- J.** Travaux de finition.

Tableau VII-3 : Détermination des délais

Opération	TR (jours)	DP		DPP		MT
		DCP	DFP	DCPP	DFPP	
A	15	0	15	0	15	0
B	20	15	35	15	35	0
C	80	35	115	35	115	0
D	15	115	130	115	130	0
E	40	130	170	130	170	0
F	30	170	200	170	200	0
G	15	200	215	200	215	0
H	25	130	155	190	215	60
I	25	215	240	215	240	0
J	20	240	260	240	260	0

Le chemin critique :

$$\Sigma TR_{C.C} = 260 \text{ jours}$$

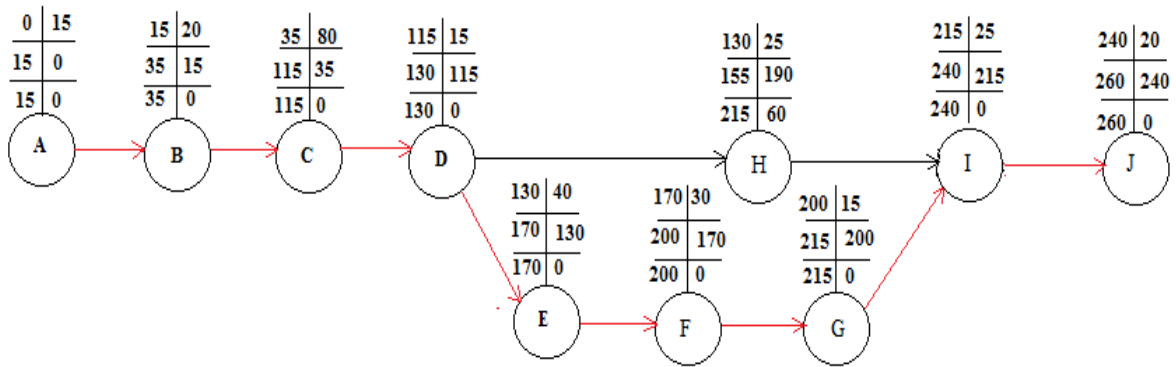


Figure VII.10 : Réseaux à nœuds (méthode CPM)

Chemin critique en rouge : A-B-C-D-E-F-G-I-J

Conclusion :

D'après ce chapitre on peut conclure que :

L'organisation de chantier est nécessaire avant le commencement des travaux, car elle nous permet de définir tous les volumes des travaux nécessaires pour l'élaboration du chantier.

D'autre part, définie aussi tous les engins que l'on peut utiliser dans le chantier.

Les bonnes conditions du travail et la sécurité sur chantier joue un rôle capital dans le bon déroulement des travaux et la protection des ouvriers.

L'étude estimative des volumes des travaux, nous permet d'établir un devis quantitatif et estimatif qui nous aide à évaluer le coût total de notre projet estimé à 85196229,06 DA.



Conclusion générale

Conclusion générale

En conclusion, nous pouvons dire que dans ce mémoire, nous avons conçu un système d'évacuation des eaux usées et pluviales de la zone (Safsafa commune Grarem Gouga Wilaya de MILA) vers un exutoire afin de protéger la santé publique et l'environnement.

Nous avons commencé par la présentation de la zone d'étude et ses caractéristiques. Après, on fait l'étude hydrologique pour déterminer l'intensité moyenne maximale qui est de 128 L/s/ha, en utilisant les résultats obtenus par l'ajustement de la série pluviométrique à la loi Log-normale.

Le réseau que nous avons établi, est un réseau unitaire, avec un schéma d'évacuation par déplacement latéral, acheminant les eaux usées évacuées vers la station d'épuration et les eaux pluviales vers Chaaba.

Pour l'évaluation des débits des eaux usées, nous avons pris en considération les débits domestiques et publics vu qu'il n'y a pas des industries au niveau de la zone. Pour l'estimation des débits pluviaux, nous avons découpé la zone en 33 sous-bassins, et opté pour la méthode rationnelle.

Nous avons choisi des conduites en béton armé vu ses avantages (résistantes à la corrosion et inertes vis-à-vis des produits chimiques qui composent ces eaux).

Concernant les ouvrages annexes, nous avons projeté des regards de visite, des regards de jonction, et des regards de chute sont utilisés car la pente est trop importante.

Et pour faciliter les opérations de curage et assurer une meilleure sécurité à notre réseau, on a procédé à l'implantation et au dimensionnement des deux déversoirs d'orages de type latéral.

Du côté économique, nous avons élaboré un devis quantitatif et estimatif afin d'évaluer le coût de projet qui est de **85196229,06 DA**.



Référence bibliographique

Référence bibliographique

- « Manuel pratique d'hydrologie » de Dr. B. Touaibia- Mars 2004.
- SALAH, B., 2014 « polycopie d'assainissement », école nationale supérieure de l'hydraulique, BLIDA.
- GOMELLA, C., GUERREE, H., 1986 « Guide d'assainissement dans les agglomérations urbaines et rurales (tome 1), Eyrolles, Paris
- SATIN.M et SELMI.B, Guide technique de l'assainissement, 3ème Edition, 1989, 126 Pages.
- Bourrier.R «Les réseaux d'Assainissement. Calcul-Application-Perspectives»
- article hydraulique urbain, étude et chantier 2016
- REGIS, B., 1984 «les réseaux d'assainissement, calculs application et perspective », Paris



Annexe

Annexe [1] : table de χ^2

TABLE DU χ^2

La table donne la probabilité α pour que χ^2 égale ou dépasse
une valeur donnée, en fonction du nombre de degrés de liberté ν .

Exemple : avec $\nu = 3$, pour $\chi^2 = 0,11$ la probabilité $\alpha = 0,99$.

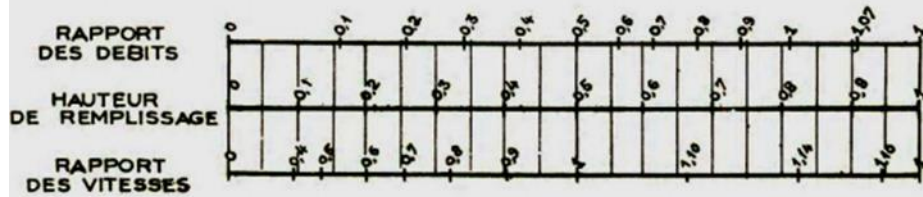
α	0,99	0,975	0,95	0,90	0,10	0,05	0,025	0,01	0,001
ν									
1	0,0002	0,001	0,004	0,016	2,71	3,84	5,02	6,63	10,83
2	0,02	0,05	0,10	0,21	4,61	5,99	7,38	9,21	13,82
3	0,11	0,22	0,35	0,58	6,25	7,81	9,35	11,34	16,27
4	0,30	0,48	0,71	1,06	7,78	9,49	11,14	13,28	18,47
5	0,55	0,83	1,15	1,61	9,24	11,07	12,83	15,09	20,51
6	0,87	1,24	1,64	2,20	10,64	12,59	14,45	16,81	22,46
7	1,24	1,69	2,17	2,83	12,02	14,07	16,01	18,48	24,32
8	1,65	2,18	2,73	3,49	13,36	15,51	17,53	20,09	26,12
9	2,09	2,70	3,33	4,17	14,68	16,92	19,02	21,67	27,88
10	2,56	3,25	3,94	4,87	15,99	18,31	20,48	23,21	29,59
11	3,05	3,82	4,57	5,58	17,28	19,68	21,92	24,73	31,26
12	3,57	4,40	5,23	6,30	18,55	21,03	23,34	26,22	32,91
13	4,11	5,01	5,89	7,04	19,81	22,36	24,74	27,69	34,53
14	4,66	5,63	6,57	7,79	21,06	23,68	26,12	29,14	36,12
15	5,23	6,26	7,26	8,55	22,31	25,00	27,49	30,58	37,70
16	5,81	6,91	7,96	9,31	23,54	26,30	28,85	32,00	39,25
17	6,41	7,56	8,67	10,09	24,77	27,59	30,19	33,41	40,79
18	7,01	8,23	9,39	10,86	25,99	28,87	31,53	34,81	42,31
19	7,63	8,91	10,12	11,65	27,20	30,14	32,85	36,19	43,82
20	8,26	9,59	10,85	12,44	28,41	31,41	34,17	37,57	45,31
21	8,90	10,28	11,59	13,24	29,62	32,67	35,48	38,93	46,80
22	9,54	10,98	12,34	14,04	30,81	33,92	36,78	40,29	48,27
23	10,20	11,69	13,09	14,85	32,01	35,17	38,08	41,64	49,73
24	10,86	12,40	13,85	15,66	33,20	36,42	39,36	42,98	51,18
25	11,52	13,12	14,61	16,47	34,38	37,65	40,65	44,31	52,62
26	12,20	13,84	15,38	17,29	35,56	38,89	41,92	45,64	54,05
27	12,88	14,57	16,15	18,11	36,74	40,11	43,19	46,96	55,48
28	13,56	15,31	16,93	18,94	37,92	41,34	44,46	48,28	56,89
29	14,26	16,05	17,71	19,77	39,09	42,56	45,72	49,59	58,30
30	14,95	16,79	18,49	20,60	40,26	43,77	46,98	50,89	59,70

Annexe [2] : Les variations des débits et des vitesses en fonction de la hauteur de remplissage.

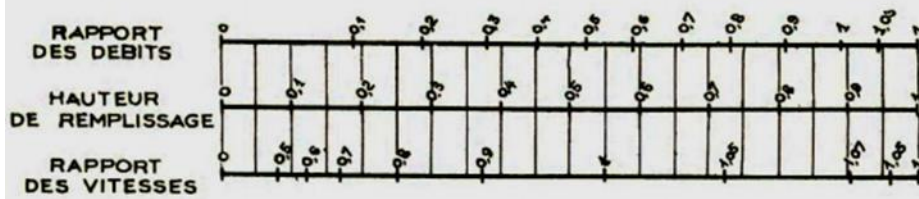
ANNEXE X

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 $\frac{3}{10}$, le débit est les $\frac{2}{10}$ du débit à pleine section et la vitesse de l'eau est les $\frac{78}{100}$ de la vitesse correspondant au débit à pleine section

Annexe [3] : dimensions des regards de chute.

N°	regard de chute	h1	h2	y	v	x
1	R2	1,39	1,89	0,5	1,27	0,40
2	R3	1,47	1,97	0,5	1,68	0,54
3	R4	1,52	2,52	1	1,95	0,88
4	R5	1,49	2,49	1	2,09	0,95
5	R6	1,45	2,25	0,8	2,19	0,88
6	R7	1,86	2,66	0,8	2,24	0,91
7	R8	2,27	2,77	0,5	2,26	0,72
8	R9	2,03	2,53	0,5	2,32	0,74
9	R10	1,78	2,58	0,8	2,39	0,96
10	R11	1,74	2,54	0,8	2,46	1,00
11	R12	1,7	2,5	0,8	2,54	1,02
12	R13	1,7	2,5	0,8	2,61	1,05
13	R14	1,7	2,5	0,8	2,69	1,09
14	R15	1,7	3,2	1,5	2,76	1,52
15	R16	1,89	3,39	1,5	2,82	1,56
16	R17	2,08	3,58	1,5	2,86	1,58
17	R18	2,4	3,9	1,5	2,89	1,60
18	R19	2,26	3,76	1,5	2,91	1,61
19	R20	2,13	3,63	1,5	2,92	1,61
20	R21	2,13	3,63	1,5	2,92	1,62
21	R22	2,36	3,86	1,5	2,93	1,62
22	R23	2,6	4,1	1,5	2,93	1,62
23	R24	2,94	3,44	0,5	2,94	0,94
24	R25	2,43	2,93	0,5	2,94	0,94
25	R26	1,92	2,42	0,5	2,95	0,94
26	R30	1,35	1,85	0,5	2,75	0,88

27	R31	1,7	2,2	0,5	3,05	0,97
28	R33	1,89	2,39	0,5	0,82	0,26
29	R35	1,89	2,39	0,5	0,82	0,26
30	R37	1,95	2,45	0,5	0,82	0,26
31	R39	2,02	2,52	0,5	0,82	0,26
32	R40	2,27	2,77	0,5	0,82	0,26
33	R41	1,9	2,4	0,5	0,82	0,26
34	R42	1,53	2,03	0,5	0,82	0,26
35	R44	1,87	2,37	0,5	0,88	0,28
36	R125	2,11	3,02	0,91	2,92	1,26
37	R128	1,76	2,76	1	2,95	1,33
38	RB131	2,3	2,8	0,5	2,98	0,95
39	R132	2,43	2,93	0,5	4,03	1,29
40	R133	2,56	3,06	0,5	4,03	1,29
41	R134	2,69	3,19	0,5	4,04	1,29
42	R135	2,75	3,25	0,5	4,04	1,29
43	R136	2,37	2,87	0,5	4,05	1,29
44	R145	1,94	2,44	0,5	4,30	1,37

Annexe [4] : le volume du terrassement.

T_r	D (mm)	L (m)	B (m)	H (m)	V_{dcv} (m^3)	V_d (m^3)	V_{ls} (m^3)	V_{cond} (m^3)	V_e (m^3)	V_r (m^3)	V_{exc} (m^3)	V_f (m^3)
R1-R2	300	11	0,9	1,39	0,99	13,76	0,99	0,78	4,17	7,61	4,73	16,51
R2-R3	300	11	0,9	1,47	0,99	14,55	0,99	0,78	4,17	8,40	4,89	17,46
R3-R4	300	12	0,9	1,52	1,08	16,42	1,08	0,85	4,55	9,70	5,44	19,70
R4-R5	300	11	0,9	1,49	0,99	14,75	0,99	0,78	4,17	8,60	4,93	17,70
R5-R6	300	11	0,9	1,45	0,99	14,36	0,99	0,78	4,17	8,20	4,85	17,23
R6-R7	300	10	0,9	1,86	0,90	16,74	0,90	0,71	3,79	11,15	5,15	20,09
R7-R8	300	10	0,9	2,66	0,90	16,74	0,90	0,71	3,79	11,15	5,15	20,09
R8-R9	300	10	0,9	2,03	0,90	23,94	0,90	0,71	3,79	18,35	6,59	28,73
R9-R10	300	11	0,9	1,78	0,99	20,10	0,99	0,78	4,17	13,94	6,00	24,12
R10-R11	300	11	0,9	1,74	0,99	17,62	0,99	0,78	4,17	11,47	5,50	21,15
R11-R12	300	10	0,9	1,70	0,90	15,66	0,90	0,71	3,79	10,07	4,93	18,79
R12-R13	300	10	0,9	1,70	0,90	15,30	0,90	0,71	3,79	9,71	4,86	18,36
R13-R14	300	11	0,9	1,70	0,99	16,83	0,99	0,78	4,17	10,68	5,35	20,20
R14-R15	300	11	0,9	1,70	0,99	16,83	0,99	0,78	4,17	10,68	5,35	20,20
R15-R16	300	11	0,9	1,89	0,99	18,71	0,99	0,78	4,17	12,56	5,72	22,45
R16-R17	300	10	0,9	2,08	0,90	18,72	0,90	0,71	3,79	13,13	5,54	22,46
R17-R18	300	10	0,9	2,40	0,90	21,60	0,90	0,71	3,79	16,01	6,12	25,92
R18-R19	300	9	0,9	2,26	0,81	18,31	0,81	0,64	3,41	13,27	5,28	21,97
R19-R20	300	12	0,9	2,13	1,08	23,00	1,08	0,85	4,55	16,29	6,76	27,60
R20-R21	300	11	0,9	2,13	0,99	21,09	0,99	0,78	4,17	14,93	6,20	25,30
R21-R22	300	12	0,9	2,36	1,08	25,49	1,08	0,85	4,55	18,78	7,26	30,59
R22-R23	300	12	0,9	2,60	1,08	28,08	1,08	0,85	4,55	21,37	7,78	33,70
R23-R24	300	11	0,9	2,94	0,99	29,11	0,99	0,78	4,17	22,95	7,80	34,93
R24-R25	300	10	0,9	2,43	0,90	21,87	0,90	0,71	3,79	16,28	6,17	26,24
R25-R26	300	10	0,9	1,92	0,90	17,28	0,90	0,71	3,79	11,69	5,26	20,74
R26-R27	300	10	0,9	1,41	0,90	12,69	0,90	0,71	3,79	7,10	4,34	15,23

R27-R28	300	11	0,9	1,41	0,99	13,96	0,99	0,78	4,17	7,81	4,77	16,75
R28-R29	300	11	0,9	1,42	0,99	14,06	0,99	0,78	4,17	7,91	4,79	16,87
R29-R30	400	30	1	1,35	3,00	40,50	3,00	3,77	14,23	20,27	14,10	48,60
R30-R31	400	10	1	1,70	1,00	17,00	1,00	1,26	4,74	10,26	5,40	20,40
R31-RB32	400	10	1	2,04	1,00	20,40	1,00	1,26	4,74	13,66	6,08	24,48
RB32-R33	400	10	1	1,89	1,00	18,90	1,00	1,26	4,74	12,16	5,78	22,68
R33-R34	400	10	1	2,14	1,00	21,40	1,00	1,26	4,74	14,66	6,28	25,68
R34-R35	400	10	1	1,89	1,00	18,90	1,00	1,26	4,74	12,16	5,78	22,68
R35-R36	400	10	1	2,15	1,00	21,50	1,00	1,26	4,74	14,76	6,30	25,80
R36-R37	400	9,72	1	1,95	0,97	18,95	0,97	1,22	4,61	12,40	5,73	22,74
R37-R38	400	8,28	1	2,27	0,83	18,80	0,83	1,04	3,93	13,21	5,42	22,55
R38-R39	400	13	1	2,27	1,30	29,51	1,30	1,63	6,17	20,74	8,50	35,41
R39-RB40	400	13	1	2,27	1,30	29,51	1,30	1,63	6,17	20,74	8,50	35,41
RB40-R41	400	14	1	1,90	1,40	26,60	1,40	1,76	6,64	17,16	8,12	31,92
R41-R42	400	14	1	1,53	1,40	21,42	1,40	1,76	6,64	11,98	7,08	25,70
R42-R43	400	15	1	1,95	1,50	29,25	1,50	1,88	7,12	19,13	8,85	35,10
R43-RB44	400	15	1	1,87	1,50	28,05	1,50	1,88	7,12	17,93	8,61	33,66
RB44-R45	500	30	1,1	2,30	3,30	75,90	3,30	5,89	17,21	52,09	21,78	91,08
R45-R46	600	30	1,2	1,91	3,60	68,76	3,60	8,48	20,32	41,24	20,95	82,51
R46-R47	600	30	1,2	1,79	3,60	64,44	3,60	8,48	20,32	36,92	20,09	77,33
R47-R48	600	30	1,2	1,79	3,60	64,44	3,60	8,48	20,32	36,92	20,09	77,33
R48-R49	600	25	1,2	1,84	3,00	55,20	3,00	7,07	16,94	32,27	17,04	66,24
R49-R50	600	21	1,2	1,89	2,52	47,63	2,52	5,93	14,23	28,36	14,57	57,15
RB50-RB51	600	21	1,2	1,89	2,52	47,63	2,52	5,93	14,23	28,36	14,57	57,15
RB51-R52	600	24	1,2	2,03	2,88	58,46	2,88	6,78	16,26	36,45	17,45	70,16
R52-RB53	600	30	1,2	2,00	3,60	72,00	3,60	8,48	20,32	44,48	21,60	86,40
RB53-R54	600	30	1,2	1,67	3,60	60,12	3,60	8,48	20,32	32,60	19,22	72,14
R54-R55	600	30	1,2	1,67	3,60	60,12	3,60	8,48	20,32	32,60	19,22	72,14
R55-DO2	600	30	1,2	2,08	3,60	74,88	3,60	8,48	20,32	47,36	22,18	89,86
R56-R57	300	12	0,9	1,23	1,08	13,28	1,08	0,85	4,55	6,57	4,82	15,94
R57-R58	300	11	0,9	1,65	0,99	16,34	0,99	0,78	4,17	10,18	5,25	19,60

R58-R59	300	10	0,9	2,12	0,90	19,08	0,90	0,71	3,79	13,49	5,62	22,90
R59-R60	300	10	0,9	2,12	0,90	19,08	0,90	0,71	3,79	13,49	5,62	22,90
R60-R61	300	10	0,9	2,12	0,90	19,08	0,90	0,71	3,79	13,49	5,62	22,90
R61-R62	300	11	0,9	2,12	0,99	20,99	0,99	0,78	4,17	14,84	6,18	25,19
R62-R63	300	11	0,9	1,44	0,99	14,26	0,99	0,78	4,17	8,10	4,83	17,11
R63-R64	300	10	0,9	1,26	0,90	11,34	0,90	0,71	3,79	5,75	4,07	13,61
R64-R65	300	10	0,9	1,23	0,90	11,07	0,90	0,71	3,79	5,48	4,01	13,28
R65-R66	300	11	0,9	1,72	0,99	17,03	0,99	0,78	4,17	10,88	5,39	20,43
R66-R67	300	11	0,9	2,54	0,99	25,15	0,99	0,78	4,17	18,99	7,01	30,18
R67-RB32	300	11,98	0,9	1,54	1,08	19,08	1,08	0,85	4,54	12,38	5,97	22,90
R68-R69'	300	35	0,9	1,77	3,15	55,76	3,15	2,47	13,28	36,18	17,45	66,91
R69'-RB40	300	35	0,9	1,77	3,15	55,76	3,15	2,47	13,28	36,18	17,45	66,91
R69-R70	300	10	0,9	1,65	0,90	14,85	0,90	0,71	3,79	9,26	4,77	17,82
R70-R71	300	10	0,9	2,00	0,90	18,00	0,90	0,71	3,79	12,41	5,40	21,60
R71-R72	300	10	0,9	2,35	0,90	21,15	0,90	0,71	3,79	15,56	6,03	25,38
R72-R73	300	10	0,9	1,83	0,90	16,47	0,90	0,71	3,79	10,88	5,09	19,76
R73-R74	300	10	0,9	1,81	0,90	16,29	0,90	0,71	3,79	10,70	5,06	19,55
R74-R75	300	10	0,9	1,79	0,90	16,11	0,90	0,71	3,79	10,52	5,02	19,33
R75-R76	300	10	0,9	2,18	0,90	19,62	0,90	0,71	3,79	14,03	5,72	23,54
R76-R77	300	10	0,9	2,56	0,90	23,04	0,90	0,71	3,79	17,45	6,41	27,65
R77-R78	300	10	0,9	2,45	0,90	22,05	0,90	0,71	3,79	16,46	6,21	26,46
R78-R79	300	10	0,9	2,32	0,90	20,88	0,90	0,71	3,79	15,29	5,98	25,06
R79-R80	300	10	0,9	2,50	0,90	22,50	0,90	0,71	3,79	16,91	6,30	27,00
R80-R81	300	10	0,9	2,67	0,90	24,03	0,90	0,71	3,79	18,44	6,61	28,84
R81-R82	300	11	0,9	2,95	0,99	29,21	0,99	0,78	4,17	23,05	7,82	35,05
R82-R83	300	11	0,9	3,23	0,99	31,98	0,99	0,78	4,17	25,82	8,38	38,37
R83-R84	300	11,28	0,9	2,50	1,02	25,38	1,02	0,80	4,28	19,07	7,11	30,46
R84-R85	300	10	0,9	2,52	0,90	22,68	0,90	0,71	3,79	17,09	6,34	27,22
R85-R86	300	10	0,9	2,55	0,90	22,95	0,90	0,71	3,79	17,36	6,39	27,54
R86-R87	300	10	0,9	2,08	0,90	18,72	0,90	0,71	3,79	13,13	5,54	22,46
R87-R88	300	30	0,9	2,08	2,70	56,16	2,70	2,12	11,38	39,38	16,63	67,39

R88-R89	300	30	0,9	2,08	2,70	56,16	2,70	2,12	11,38	39,38	16,63	67,39
R89-R90	300	20	0,9	2,64	1,80	47,52	1,80	1,41	7,59	36,33	13,10	57,02
R90-R91	300	11	0,9	2,44	0,99	24,16	0,99	0,78	4,17	18,00	6,81	28,99
R91-RB44	300	11,39	0,9	1,72	1,03	17,63	1,03	0,80	4,32	11,26	5,58	21,16
R92-R93	300	10	0,9	1,39	0,90	12,51	0,90	0,71	3,79	6,92	4,30	15,01
R93-R94	300	10	0,9	1,47	0,90	13,23	0,90	0,71	3,79	7,64	4,45	15,88
R94-R95	300	10	0,9	1,56	0,90	14,04	0,90	0,71	3,79	8,45	4,61	16,85
R95-R96	300	11	0,9	1,62	0,99	16,04	0,99	0,78	4,17	9,89	5,19	19,25
R96-R97	300	11	0,9	1,68	0,99	16,63	0,99	0,78	4,17	10,48	5,31	19,96
R69-RB98	300	13	0,9	1,65	1,17	19,31	1,17	0,92	4,93	12,03	6,20	23,17
RB98-R99	300	10	0,9	1,84	0,90	16,56	0,90	0,71	3,79	10,97	5,11	19,87
R99-R100	300	10	0,9	2,01	0,90	18,09	0,90	0,71	3,79	12,50	5,42	21,71
R100-R101	300	10	0,9	2,17	0,90	19,53	0,90	0,71	3,79	13,94	5,71	23,44
R101-R102	300	10	0,9	2,01	0,90	18,09	0,90	0,71	3,79	12,50	5,42	21,71
R102-R103	300	10	0,9	1,85	0,90	16,65	0,90	0,71	3,79	11,06	5,13	19,98
R103-RB104	300	10	0,9	1,69	0,90	15,21	0,90	0,71	3,79	9,62	4,84	18,25
RB104-R105	300	20	0,9	1,69	1,80	30,42	1,80	1,41	7,59	19,23	9,68	36,50
R105-RB106	300	21	0,9	1,76	1,89	33,26	1,89	1,48	7,97	21,52	10,43	39,92
RB106-R107	300	29	0,9	1,82	2,61	47,50	2,61	2,05	11,00	31,28	14,72	57,00
R107-RB51	300	27,51	0,9	1,66	2,48	41,10	2,48	1,94	10,44	25,71	13,17	49,32
R108-R109	300	25	0,9	1,60	2,25	36,00	2,25	1,77	9,48	22,02	11,70	43,20
R109-RB98	300	25,09	0,9	1,59	2,26	35,90	2,26	1,77	9,52	21,87	11,70	43,08
R110-R111	300	28	0,9	1,60	2,52	40,32	2,52	1,98	10,62	24,66	13,10	48,38
R111-R112	300	28	0,9	1,60	2,52	40,32	2,52	1,98	10,62	24,66	13,10	48,38
R112-RB104	300	21,14	0,9	1,60	1,90	30,44	1,90	1,49	8,02	18,62	9,89	36,53
R113-R114	300	30	0,9	1,79	2,70	48,33	2,70	2,12	11,38	31,55	15,07	58,00
R114-R115	300	30	0,9	1,60	2,70	43,20	2,70	2,12	11,38	26,42	14,04	51,84
R115-R116	300	25	0,9	1,60	2,25	36,00	2,25	1,77	9,48	22,02	11,70	43,20
R116-RB106	300	19,42	0,9	1,65	1,75	27,96	1,75	1,37	7,37	17,10	9,09	33,56
R117-R118	300	30	0,9	1,60	2,70	47,79	2,70	2,12	11,38	31,01	14,96	57,35
R118-R119	300	30	0,9	1,77	2,70	52,92	2,70	2,12	11,38	36,14	15,98	63,50

R119-R120	300	30	0,9	1,96	2,70	43,20	2,70	2,12	11,38	26,42	14,04	51,84
R120-RB51	300	30,06	0,9	1,60	2,71	43,29	2,71	2,12	11,40	26,47	14,07	51,94
R121-R122	300	30	0,9	1,60	2,70	43,20	2,70	2,12	11,38	26,42	14,04	51,84
R122-R123	300	30	0,9	1,60	2,70	57,24	2,70	2,12	11,38	40,46	16,85	68,69
R123-R123'	300	30	0,9	2,12	2,70	43,74	2,70	2,12	11,38	26,96	14,15	52,49
R123'-RB53	300	29,03	0,9	1,62	2,61	42,33	2,61	2,05	11,01	26,09	13,69	50,79
R124-R125	300	30	0,9	1,73	2,70	46,71	2,70	2,12	11,38	29,93	14,74	56,05
R125-R126	300	30	0,9	2,78	2,70	75,06	2,70	2,12	11,38	58,28	20,41	90,07
R126-R127	300	30	0,9	2,11	2,70	56,97	2,70	2,12	11,38	40,19	16,79	68,36
R127-R128	300	30	0,9	1,76	2,70	47,52	2,70	2,12	11,38	30,74	14,90	57,02
R128-R129	300	25	0,9	2,30	2,25	51,75	2,25	1,77	9,48	37,77	14,85	62,10
R129-R130	300	25	0,9	2,30	2,25	51,75	2,25	1,77	9,48	37,77	14,85	62,10
R130-RB131	300	18,45	0,9	2,30	1,66	38,19	1,66	1,30	7,00	27,87	10,96	45,83
RB131-R132	500	10	1,1	2,43	1,10	26,73	1,10	1,96	5,74	18,79	7,55	32,08
R132-R133	500	10	1,1	2,56	1,10	28,16	1,10	1,96	5,74	20,22	7,83	33,79
R133-R134	500	10	1,1	2,69	1,10	29,59	1,10	1,96	5,74	21,65	8,12	35,51
R134-R135	500	10	1,1	2,75	1,10	30,25	1,10	1,96	5,74	22,31	8,25	36,30
R135-R136	500	20	1,1	2,37	2,20	52,14	2,20	3,93	11,48	36,27	14,83	62,57
R136-R137	500	10	1,1	2,36	1,10	25,96	1,10	1,96	5,74	18,02	7,39	31,15
R137-R138	500	10	1,1	2,34	1,10	25,74	1,10	1,96	5,74	17,80	7,35	30,89
R138-R139	500	10	1,1	2,32	1,10	25,52	1,10	1,96	5,74	17,58	7,30	30,62
R139-R140	500	10	1,1	2,42	1,10	26,62	1,10	1,96	5,74	18,68	7,52	31,94
R140-R141	500	10	1,1	2,51	1,10	27,61	1,10	1,96	5,74	19,67	7,72	33,13
R141-R142	500	10	1,1	2,62	1,10	28,82	1,10	1,96	5,74	20,88	7,96	34,58
R142-R143	500	25	1,1	2,62	2,75	72,05	2,75	4,91	14,34	52,21	19,91	86,46
R143-RB144	500	17,94	1,1	1,85	1,97	36,51	1,97	3,52	10,29	22,27	11,25	43,81
RB144-R145	600	18	1,2	1,85	2,16	39,96	2,16	5,09	12,19	23,45	12,31	47,95
R145-R146	600	10	1,2	2,31	1,20	27,72	1,20	2,83	6,77	18,55	7,94	33,26
R146-R147	600	10	1,2	2,18	1,20	26,16	1,20	2,83	6,77	16,99	7,63	31,39
R147-R148	600	10	1,2	2,05	1,20	24,60	1,20	2,83	6,77	15,43	7,32	29,52
R148-R149	600	10	1,2	2,05	1,20	24,60	1,20	2,83	6,77	15,43	7,32	29,52

R149-R150	600	10	1,2	2,09	1,20	25,08	1,20	2,83	6,77	15,91	7,42	30,10
R150-R151	600	10	1,2	2,12	1,20	25,44	1,20	2,83	6,77	16,27	7,49	30,53
R151-R152	600	10	1,2	1,98	1,20	23,76	1,20	2,83	6,77	14,59	7,15	28,51
R152-R153	600	10	1,2	1,79	1,20	21,48	1,20	2,83	6,77	12,31	6,70	25,78
R153-R154	600	10	1,2	1,60	1,20	19,20	1,20	2,83	6,77	10,03	6,24	23,04
R154-RB155	800	42	1,4	1,44	5,88	84,67	5,88	21,10	37,70	35,21	28,69	101,61
RB155-R156	800	23	1,4	1,44	3,22	46,37	3,22	11,56	20,64	19,28	15,71	55,64
R156-RB157	800	21	1,4	1,65	2,94	48,51	2,94	10,55	18,85	23,78	15,58	58,21
RB157-R158	800	25	1,4	1,81	3,50	63,35	3,50	12,56	22,44	33,91	19,67	76,02
R158-RB159	800	17,02	1,4	1,97	2,38	46,94	2,38	8,55	15,28	26,90	14,15	56,33
RB159-R160	800	25	1,4	2,17	3,50	75,95	3,50	12,56	22,44	46,51	22,19	91,14
R160-R161	800	22,98	1,4	2,23	3,22	71,74	3,22	11,55	20,63	44,68	20,78	86,09
R161-R162	800	20	1,4	2,47	2,80	69,16	2,80	10,05	17,95	45,61	19,43	82,99
R162-R163	800	15	1,4	2,49	2,10	52,29	2,10	7,54	13,46	34,63	14,66	62,75
R163-R164	800	25	1,4	2,47	3,50	86,45	3,50	12,56	22,44	57,01	24,29	103,74
R164-R165	800	12	1,4	2,47	1,68	41,50	1,68	6,03	10,77	27,36	11,66	49,80
R165-R166	800	20	1,4	2,12	2,80	59,36	2,80	10,05	17,95	35,81	17,47	71,23
R166-R167	800	20	1,4	2,04	2,80	57,12	2,80	10,05	17,95	33,57	17,02	68,54
R167-R168	1000	30	1,6	2,04	4,80	97,92	4,80	23,55	34,05	54,27	29,18	117,50
R168-R169	1000	30	1,6	2,12	4,80	101,76	4,80	23,55	34,05	58,11	29,95	122,11
R169-R170	1000	30	1,6	2,19	4,80	105,12	4,80	23,55	34,05	61,47	30,62	126,14
R170-R171	1000	30	1,6	2,19	4,80	105,12	4,80	23,55	34,05	61,47	30,62	126,14
R171-R172	1000	30	1,6	2,22	4,80	106,56	4,80	23,55	34,05	62,91	30,91	127,87
R172-R173	1000	30	1,6	2,07	4,80	99,36	4,80	23,55	34,05	55,71	29,47	119,23
R173-R174	1200	38	1,8	2,07	6,84	141,59	6,84	42,96	52,80	75,10	42,00	169,91
R174-R175	1200	30	1,8	2,10	5,40	113,40	5,40	33,91	41,69	60,91	33,48	136,08
R175-R176	1200	30	1,8	2,09	5,40	112,86	5,40	33,91	41,69	60,37	33,37	135,43
R176-R177	1200	30	1,8	2,04	5,40	110,16	5,40	33,91	41,69	57,67	32,83	132,19
R177-R178	1200	30	1,8	2,04	5,40	110,16	5,40	33,91	41,69	57,67	32,83	132,19
R178-R179	1200	30	1,8	1,89	5,40	102,06	5,40	33,91	41,69	49,57	31,21	122,47
R179-R180	1200	30	1,8	1,87	5,40	100,98	5,40	33,91	41,69	48,49	31,00	121,18

R180-R181	1200	30	1,8	1,80	5,40	97,20	5,40	33,91	41,69	44,71	30,24	116,64
R181-R182	1200	30	1,8	1,74	5,40	93,96	5,40	33,91	41,69	41,47	29,59	112,75
R182-R183	1200	30	1,8	1,74	5,40	93,96	5,40	33,91	41,69	41,47	29,59	112,75
R183-R184	1200	30	1,8	1,70	5,40	91,80	5,40	33,91	41,69	39,31	29,16	110,16
R184-DO1	1200	30	1,8	1,34	5,40	72,36	5,40	33,91	41,69	19,87	25,27	86,83
R188-R189	300	10	0,9	0,99	0,90	8,91	0,90	0,71	3,79	3,32	3,58	10,69
R189-R190	300	10	0,9	0,99	0,90	8,91	0,90	0,71	3,79	3,32	3,58	10,69
R190-R191	300	10	0,9	1,35	0,90	12,15	0,90	0,71	3,79	6,56	4,23	14,58
R191-R192	300	10	0,9	1,52	0,90	13,68	0,90	0,71	3,79	8,09	4,54	16,42
R192-R193	300	10	0,9	1,68	0,90	15,12	0,90	0,71	3,79	9,53	4,82	18,14
R193-R194	300	10	0,9	1,84	0,90	16,56	0,90	0,71	3,79	10,97	5,11	19,87
R194-R195	300	10	0,9	1,98	0,90	17,82	0,90	0,71	3,79	12,23	5,36	21,38
R195-R196	300	10	0,9	2,11	0,90	18,99	0,90	0,71	3,79	13,40	5,60	22,79
R196-R197	300	10	0,9	2,24	0,90	20,16	0,90	0,71	3,79	14,57	5,83	24,19
R197-R198	300	10	0,9	2,00	0,90	18,00	0,90	0,71	3,79	12,41	5,40	21,60
R198-R199	300	10	0,9	1,96	0,90	17,64	0,90	0,71	3,79	12,05	5,33	21,17
R199-R200	300	10	0,9	1,92	0,90	17,28	0,90	0,71	3,79	11,69	5,26	20,74
R200-R201	300	10	0,9	2,04	0,90	18,36	0,90	0,71	3,79	12,77	5,47	22,03
R201-R202	400	10	1	2,17	1,00	21,70	1,00	1,26	4,74	14,96	6,34	26,04
R202-RB131	400	10	1	2,30	1,00	23,00	1,00	1,26	4,74	16,26	6,60	27,60
R203-R204	300	10	0,9	1,18	0,90	10,62	0,90	0,71	3,79	5,03	3,92	12,74
R204-R205	300	10	0,9	1,56	0,90	14,04	0,90	0,71	3,79	8,45	4,61	16,85
R205-R206	300	10	0,9	1,93	0,90	17,37	0,90	0,71	3,79	11,78	5,27	20,84
R206-R207	300	10	0,9	2,36	0,90	21,24	0,90	0,71	3,79	15,65	6,05	25,49
R207-R208	300	10	0,9	2,59	0,90	23,31	0,90	0,71	3,79	17,72	6,46	27,97
R208-R209	300	13,07	0,9	2,30	1,18	27,05	1,18	0,92	4,96	19,74	7,76	32,47
R209-R210	300	9,93	0,9	2,30	0,89	20,56	0,89	0,70	3,77	15,00	5,90	24,67
R210-R211	300	9	0,9	2,05	0,81	16,61	0,81	0,64	3,41	11,57	4,94	19,93
R211-R112	300	8,07	0,9	1,92	0,73	13,94	0,73	0,57	3,06	9,43	4,24	16,73
R212-R213	300	7,93	0,9	1,82	0,71	12,99	0,71	0,56	3,01	8,55	4,03	15,59
R213-R214	300	10	0,9	1,50	0,90	13,50	0,90	0,71	3,79	7,91	4,50	16,20

R214-R215	300	6,7	0,9	1,54	0,60	9,29	0,60	0,47	2,54	5,54	3,06	11,14
R215-R216	300	7	0,9	1,56	0,63	9,83	0,63	0,49	2,66	5,91	3,23	11,79
R216-RB192	300	8	0,9	1,47	0,72	10,58	0,72	0,57	3,03	6,11	3,56	12,70
R219-R220	300	10	0,9	1,72	0,90	15,48	0,90	0,71	3,79	9,89	4,90	18,58
R220-R221	300	10	0,9	1,94	0,90	17,46	0,90	0,71	3,79	11,87	5,29	20,95
R221-R222	300	10	0,9	2,16	0,90	19,44	0,90	0,71	3,79	13,85	5,69	23,33
R222-R223	300	10	0,9	2,20	0,90	19,80	0,90	0,71	3,79	14,21	5,76	23,76
R223-R224	300	10	0,9	2,25	0,90	20,25	0,90	0,71	3,79	14,66	5,85	24,30
R224-R225	300	10	0,9	2,29	0,90	20,61	0,90	0,71	3,79	15,02	5,92	24,73
R225-R226	300	10	0,9	2,17	0,90	19,53	0,90	0,71	3,79	13,94	5,71	23,44
R226-R227	300	10	0,9	2,05	0,90	18,45	0,90	0,71	3,79	12,86	5,49	22,14
R227-R228	300	12	0,9	2,30	1,08	24,84	1,08	0,85	4,55	18,13	7,13	29,81
R228-R229	300	10	0,9	2,12	0,90	19,08	0,90	0,71	3,79	13,49	5,62	22,90
R229-R230	300	10	0,9	2,13	0,90	19,17	0,90	0,71	3,79	13,58	5,63	23,00
R230-R231	300	10	0,9	2,75	0,90	24,75	0,90	0,71	3,79	19,16	6,75	29,70
R231-R232	300	10	0,9	2,31	0,90	20,79	0,90	0,71	3,79	15,20	5,96	24,95
R232-R233	300	10	0,9	1,86	0,90	16,74	0,90	0,71	3,79	11,15	5,15	20,09
R233-R234	300	10	0,9	1,42	0,90	12,78	0,90	0,71	3,79	7,19	4,36	15,34
R234-RB201	300	10,98	0,9	1,72	0,99	17,00	0,99	0,78	4,17	10,86	5,38	20,40
R235-R236	300	30	0,9	1,60	2,70	43,20	2,70	2,12	11,38	26,42	14,04	51,84
R236-R237	300	30	0,9	1,95	2,70	52,65	2,70	2,12	11,38	35,87	15,93	63,18
R237-R238	300	30,04	0,9	2,04	2,70	55,15	2,70	2,12	11,40	38,35	16,44	66,18
R238-R239	300	26,83	0,9	2,19	2,41	52,88	2,41	1,90	10,18	37,87	15,41	63,46
R239-R240	300	30	0,9	2,00	2,70	54,00	2,70	2,12	11,38	37,22	16,20	64,80
R240-R241	300	30	0,9	1,80	2,70	48,60	2,70	2,12	11,38	31,82	15,12	58,32
R241-R242	300	30	0,9	1,78	2,70	48,06	2,70	2,12	11,38	31,28	15,01	57,67
R242-R243	300	17	0,9	1,97	1,53	30,14	1,53	1,20	6,45	20,63	9,09	36,17
R243-R244	300	10,13	0,9	2,38	0,91	21,70	0,91	0,72	3,84	16,03	6,16	26,04
R244-R245	300	10	0,9	2,81	0,90	25,29	0,90	0,71	3,79	19,70	6,86	30,35
R245-RB144	300	12,41	0,9	1,84	1,12	20,55	1,12	0,88	4,71	13,61	6,34	24,66
R246-R247	500	30	1,1	1,95	3,30	64,35	3,30	5,89	17,21	40,54	19,47	77,22

R247-R248	500	30	1,1	1,87	3,30	61,71	3,30	5,89	17,21	37,90	18,94	74,05
R248-R249	500	10	1,1	1,73	1,10	19,03	1,10	1,96	5,74	11,09	6,01	22,84
R249-R250	500	10	1,1	1,59	1,10	17,49	1,10	1,96	5,74	9,55	5,70	20,99
R250-R251	500	10	1,1	1,44	1,10	15,84	1,10	1,96	5,74	7,90	5,37	19,01
R251-R252	500	8	1,1	1,60	0,88	14,08	0,88	1,57	4,59	7,73	4,58	16,90
R252-R253	500	10,44	1,1	1,66	1,15	19,06	1,15	2,05	5,99	10,78	6,11	22,88
R253-RB254	500	8,58	1,1	1,52	0,94	14,35	0,94	1,68	4,92	7,54	4,76	17,21
RB254-R255	600	29	1,2	1,48	3,48	51,50	3,48	8,20	19,64	24,90	17,26	61,80
R255-RB145	600	27,78	1,2	1,48	3,33	49,34	3,33	7,85	18,82	23,85	16,53	59,20
R256-R257	300	30	0,9	1,59	2,70	42,93	2,70	2,12	11,38	26,15	13,99	51,52
R257-RB254	300	35,07	0,9	1,65	3,16	52,08	3,16	2,48	13,30	32,46	16,73	62,49
R258-R259	300	29	0,9	1,60	2,61	41,76	2,61	2,05	11,00	25,54	13,57	50,11
R259-RB260	300	17,9	0,9	1,61	1,61	25,94	1,61	1,26	6,79	15,92	8,41	31,12
RB260-R261	300	28,32	0,9	1,61	2,55	41,04	2,55	2,00	10,74	25,19	13,30	49,24
R261-R262	300	19	0,9	1,63	1,71	27,87	1,71	1,34	7,21	17,25	8,99	33,45
R262-RB263	300	18,92	0,9	1,60	1,70	27,24	1,70	1,34	7,18	16,66	8,85	32,69
RB263-R264	400	25	1	1,60	2,50	40,00	2,50	3,14	11,86	23,14	13,00	48,00
R264-R265	400	22	1	1,68	2,20	36,96	2,20	2,76	10,44	22,12	11,79	44,35
R265-R266	400	12	1	1,90	1,20	22,80	1,20	1,51	5,69	14,71	6,96	27,36
R266-R267	400	20	1	1,65	2,00	33,00	2,00	2,51	9,49	19,51	10,60	39,60
R267-RB268	500	20	1,1	1,60	2,20	35,20	2,20	3,93	11,48	19,33	11,44	42,24
RB268-R269	500	35	1,1	1,60	3,85	61,60	3,85	6,87	20,08	33,82	20,02	73,92
R269-R270	500	25	1,1	1,80	2,75	49,50	2,75	4,91	14,34	29,66	15,40	59,40
R270-R271	500	20	1,1	1,60	2,20	35,20	2,20	3,93	11,48	19,33	11,44	42,24
RB271-R272	600	20	1,2	1,46	2,40	35,04	2,40	5,65	13,55	16,69	11,81	42,05
R272-RB155	600	21,59	1,2	1,41	2,59	36,53	2,59	6,10	14,63	16,72	12,49	43,84
R273-R274	300	35	0,9	1,40	3,15	44,10	3,15	2,47	13,28	24,52	15,12	52,92
R274-RB260	300	35,07	0,9	1,41	3,16	44,50	3,16	2,48	13,30	24,89	15,21	53,40
R275-R276	300	31,75	0,9	1,40	2,86	40,01	2,86	2,24	12,04	22,25	13,72	48,01
R276-R277	300	35	0,9	1,40	3,15	44,10	3,15	2,47	13,28	24,52	15,12	52,92
R277-RB263	300	35,75	0,9	1,40	3,22	45,05	3,22	2,53	13,56	25,05	15,44	54,05

R278-R279	300	32	0,9	1,40	2,88	40,32	2,88	2,26	12,14	22,42	13,82	48,38
R279-R280	300	30	0,9	1,58	2,70	42,66	2,70	2,12	11,38	25,88	13,93	51,19
R280-R281	300	30	0,9	1,68	2,70	45,36	2,70	2,12	11,38	28,58	14,47	54,43
R281-RB268	300	32	0,9	1,50	2,88	43,20	2,88	2,26	12,14	25,30	14,40	51,84
R282-R283	300	32	0,9	1,40	2,88	40,32	2,88	2,26	12,14	22,42	13,82	48,38
R283-R284	300	32	0,9	1,40	2,88	40,32	2,88	2,26	12,14	22,42	13,82	48,38
R284-RB271	300	36,01	0,9	1,40	3,24	45,37	3,24	2,54	13,66	25,23	15,56	54,45
R285-R286	400	25	1	1,60	2,50	40,00	2,50	3,14	11,86	23,14	13,00	48,00
R286-R287	400	23	1	1,60	2,30	36,80	2,30	2,89	10,91	21,29	11,96	44,16
R287-R288	400	25	1	1,69	2,50	42,25	2,50	3,14	11,86	25,39	13,45	50,70
R288-R289	400	29	1	1,74	2,90	50,46	2,90	3,64	13,76	30,90	15,89	60,55
R289-R290	400	25	1	1,54	2,50	38,50	2,50	3,14	11,86	21,64	12,70	46,20
R290-R291	300	25	0,9	1,40	2,25	31,50	2,25	1,77	9,48	17,52	10,80	37,80
R291-R292	300	25	0,9	1,40	2,25	31,50	2,25	1,77	9,48	17,52	10,80	37,80
R292-RB157	300	27,93	0,9	1,40	2,51	35,19	2,51	1,97	10,60	19,57	12,07	42,23
R293-R294	300	22	0,9	1,40	1,98	27,72	1,98	1,55	8,35	15,41	9,50	33,26
R294-RB289	300	22	0,9	1,57	1,98	31,09	1,98	1,55	8,35	18,78	10,18	37,30
R295-R296	300	30	0,9	1,45	2,70	39,15	2,70	2,12	11,38	22,37	13,23	46,98
R296-R297	300	30	0,9	1,40	2,70	37,80	2,70	2,12	11,38	21,02	12,96	45,36
R297-R298	300	30	0,9	1,40	2,70	37,80	2,70	2,12	11,38	21,02	12,96	45,36
R298-RB159	400	15	1	1,40	1,50	21,00	1,50	1,88	7,12	10,88	7,20	25,20
R299-R300	400	30	1	1,80	3,00	54,00	3,00	3,77	14,23	33,77	16,80	64,80
R300-R301	400	30	1	1,77	3,00	53,10	3,00	3,77	14,23	32,87	16,62	63,72
R301-R302	400	10	1	1,85	1,00	18,50	1,00	1,26	4,74	11,76	5,70	22,20
R302-R303	400	10	1	1,92	1,00	19,20	1,00	1,26	4,74	12,46	5,84	23,04
R303-R304	500	10	1,1	2,00	1,10	22,00	1,10	1,96	5,74	14,06	6,60	26,40
R304-R305	500	10	1,1	2,00	1,10	22,00	1,10	1,96	5,74	14,06	6,60	26,40
R305-R306	500	10	1,1	2,06	1,10	22,66	1,10	1,96	5,74	14,72	6,73	27,19
R306-R307	500	10	1,1	2,13	1,10	23,43	1,10	1,96	5,74	15,49	6,89	28,12
R307-R308	500	10	1,1	2,21	1,10	24,31	1,10	1,96	5,74	16,37	7,06	29,17
R308-RB309	500	13,99	1,1	2,02	1,54	31,09	1,54	2,75	8,03	19,98	9,29	37,30

RB309-R310	500	10,01	1,1	2,29	1,10	25,22	1,10	1,96	5,74	17,27	7,25	30,26
R310-R311	500	10	1,1	2,07	1,10	22,77	1,10	1,96	5,74	14,83	6,75	27,32
R311-R312	500	9,99	1,1	1,85	1,10	20,33	1,10	1,96	5,73	12,40	6,26	24,40
R312-R313	500	10,01	1,1	2,18	1,10	24,00	1,10	1,96	5,74	16,06	7,00	28,80
R313-R314	500	10	1,1	2,02	1,10	22,22	1,10	1,96	5,74	14,28	6,64	26,66
R314-R315	500	9,99	1,1	2,36	1,10	25,93	1,10	1,96	5,73	18,00	7,38	31,12
R315-R316	500	10,01	1,1	2,19	1,10	24,11	1,10	1,96	5,74	16,17	7,03	28,94
R316-R317	500	10	1,1	2,02	1,10	22,22	1,10	1,96	5,74	14,28	6,64	26,66
R317-R318	500	9,99	1,1	2,36	1,10	25,93	1,10	1,96	5,73	18,00	7,38	31,12
R318-R319	500	36,98	1,1	1,96	4,07	79,73	4,07	7,26	21,22	50,38	24,08	95,67
R319-R320	500	30	1,1	1,89	3,30	62,37	3,30	5,89	17,21	38,56	19,07	74,84
R320-R321	500	30	1,1	1,89	3,30	62,37	3,30	5,89	17,21	38,56	19,07	74,84
R321-R322	500	18	1,1	1,80	1,98	35,64	1,98	3,53	10,33	21,35	11,09	42,77
R322-R323	500	35	1,1	1,80	3,85	69,30	3,85	6,87	20,08	41,52	21,56	83,16
R323-R324	500	40	1,1	2,07	4,40	91,08	4,40	7,85	22,95	59,33	27,02	109,30
R324-R325	500	35	1,1	1,96	3,85	75,46	3,85	6,87	20,08	47,68	22,79	90,55
R325-R326	500	40	1,1	1,80	4,40	79,20	4,40	7,85	22,95	47,45	24,64	95,04
R326-R327	500	11,03	1,1	2,03	1,21	24,63	1,21	2,16	6,33	15,87	7,35	29,56
R327-R328	500	13,97	1,1	2,17	1,54	33,35	1,54	2,74	8,02	22,26	9,74	40,02
R328-R329	500	11,03	1,1	1,99	1,21	24,14	1,21	2,16	6,33	15,39	7,26	28,97
R329-R330	500	13,97	1,1	2,27	1,54	34,88	1,54	2,74	8,02	23,79	10,05	41,86
R330-R331	500	10	1,1	1,96	1,10	21,56	1,10	1,96	5,74	13,62	6,51	25,87
R331-R332	500	10	1,1	2,15	1,10	23,65	1,10	1,96	5,74	15,71	6,93	28,38
R332-R333	500	9,03	1,1	1,91	0,99	18,97	0,99	1,77	5,18	11,80	5,78	22,77
R333-R334	500	10	1,1	2,14	1,10	23,54	1,10	1,96	5,74	15,60	6,91	28,25
R334-R335	500	10	1,1	2,37	1,10	26,07	1,10	1,96	5,74	18,13	7,41	31,28
R335-R336	500	8,97	1,1	2,12	0,99	20,92	0,99	1,76	5,15	13,80	6,16	25,10
R336-R337	500	10,03	1,1	2,35	1,10	25,93	1,10	1,97	5,75	17,97	7,39	31,11
R337-R338	500	10	1,1	2,08	1,10	22,88	1,10	1,96	5,74	14,94	6,78	27,46
R338-R339	500	11,97	1,1	2,26	1,32	29,76	1,32	2,35	6,87	20,26	8,58	35,71
R339-R340	500	10,03	1,1	1,93	1,10	21,29	1,10	1,97	5,75	13,33	6,47	25,55

R340-R341	500	9,97	1,1	1,91	1,10	20,95	1,10	1,96	5,72	13,03	6,38	25,14
R341-R342	500	9,03	1,1	1,54	0,99	15,30	0,99	1,77	5,18	8,13	5,05	18,36
R342-R343	500	7,29	1,1	1,58	0,80	12,67	0,80	1,43	4,18	6,88	4,14	15,20
R343-R344	500	9,25	1,1	2,27	1,02	23,10	1,02	1,82	5,31	15,76	6,65	27,72
R344-RB174	600	9,5	1,2	2,12	1,14	24,17	1,14	2,68	6,44	15,45	7,11	29,00
R345-R346	300	30	0,9	1,68	2,70	45,36	2,70	2,12	11,38	28,58	14,47	54,43
R346-R347	300	20	0,9	2,00	1,80	36,00	1,80	1,41	7,59	24,81	10,80	43,20
R347-R348	300	21,03	0,9	2,00	1,89	37,85	1,89	1,49	7,98	26,09	11,36	45,42
R348-R349	300	25	0,9	2,00	2,25	45,00	2,25	1,77	9,48	31,02	13,50	54,00
R349-RB328	300	18,47	0,9	2,00	1,66	33,25	1,66	1,30	7,01	22,91	9,97	39,90
R350-R351	300	30	0,9	2,00	2,70	54,00	2,70	2,12	11,38	37,22	16,20	64,80
R351-R352	300	30	0,9	2,15	2,70	58,05	2,70	2,12	11,38	41,27	17,01	69,66
R352-R353	300	30	0,9	2,24	2,70	60,48	2,70	2,12	11,38	43,70	17,50	72,58
R353-R354	300	30	0,9	2,00	2,70	54,00	2,70	2,12	11,38	37,22	16,20	64,80
R354-R355	300	30	0,9	2,00	2,70	54,00	2,70	2,12	11,38	37,22	16,20	64,80
R355-RB356	300	11,73	0,9	1,94	1,06	20,48	1,06	0,83	4,45	13,92	6,21	24,58
RB356-R357	400	30	1	1,94	3,00	58,20	3,00	3,77	14,23	37,97	17,64	69,84
R357-RB338	400	30,6	1	2,00	3,06	61,20	3,06	3,84	14,52	40,56	18,36	73,44
R358-R359	300	30	0,9	1,40	2,70	37,80	2,70	2,12	11,38	21,02	12,96	45,36
R359-R360	300	30	0,9	1,91	2,70	51,57	2,70	2,12	11,38	34,79	15,71	61,88
R360-RB356	400	29,3	1	1,68	2,93	49,22	2,93	3,68	13,90	29,46	15,70	59,07
R361-R362	300	30	0,9	1,68	2,70	45,36	2,70	2,12	11,38	28,58	14,47	54,43
R362-R363	300	19,5	0,9	1,40	1,76	24,57	1,76	1,38	7,40	13,66	8,42	29,48
R363-R364	300	30	0,9	1,73	2,70	46,71	2,70	2,12	11,38	29,93	14,74	56,05
R364-R365	300	20	0,9	1,70	1,80	30,60	1,80	1,41	7,59	19,41	9,72	36,72
R365-R366	300	20,45	0,9	1,40	1,84	25,77	1,84	1,44	7,76	14,33	8,83	30,92
R366-R367	300	20	0,9	1,40	1,80	25,20	1,80	1,41	7,59	14,01	8,64	30,24
R367-RB54	300	16,89	0,9	1,42	1,52	21,59	1,52	1,19	6,41	12,14	7,36	25,90
R368-RB309	300	29,87	0,9	1,40	2,69	37,64	2,69	2,11	11,33	20,93	12,90	45,16