



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

Option : CONCEPTION DES SYSTEMES D'ASSAINISSEMENT

THEME :

**Etude du réseau d'assainissement du POS N07
(DJOUGHLALI) commune de ATTATBA (W.Tipasa)**

Présenté par :

SLIMANI Aicha

Devant les membres du jury

Nom et Prénoms	Grade	Qualité
M ^r AMMARI Abdelhadi	M.C.A	Président
M ^{me} BELLABAS Salima	M.C.B	Examineur
M ^r NACER Tarek	M.C.B	Examineur
Mr KAHLERRAS Djilali	M.C.A	Promoteur

Session Novembre 2021

Remerciement

Avant tout, je remercie le bon Dieu qui a illuminé mon chemin et qui m'a armé de courage et de patience pour achever mes études.

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 sœur qui ont toujours étaient là pour moi.

A l'issue de ce modeste travail, je tiens à exprimer mes sincères remerciements à mon promoteur Mr KAHLERRAS Djilali, pour l'aide qu'il m'a offert durant la période de réalisation de ce travail.

Toutes gratitudes à mes professeurs et enseignants qui m'ont guidé au cours de la formation d'ingénieur, et mon respect aux membres de jury qui me feront l'honneur d'apprécier ce modeste travail.

Sans oublier mes amis qui m'ont beaucoup encouragé, et toutes les personnes ayant contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.

Dédicace

Je rends un grand hommage à travers ce modeste travail à :

Mon très cher père et ma très chère mère pour leurs aides, leurs conseils et leurs soutiens moraux et matériels. Et pour tous les sacrifices qu'ils ont consentis pour que je réussisse.

A mes très chers frères et mes belles-sœurs qui ont toujours été là pour me soutenir et m'encourager et m'aider.

A mes meilleures amies KRARIA Afaf, SAHI Chahrazed et BELAMMARI Maroua.

A tous mes amis de la promotion 2020/2021.

A tous mes enseignants durant toutes mes années d'étude.

A tous ceux qui de près ou de loin m'ont soutenu.

ملخص :

الغرض من هذا المشروع هو دراسة وتصميم شبكة الصرف الصحي للمنطقة السكنية الجغلالي ببلدية حطاطبة ولاية تيبازة، من أجل التأكد من صرف المياه القذرة ومياه الأمطار خارج المدينة وفقاً لمتطلبات الأنظمة المعمول بها والمتعلقة بالوقاية من تلوث الصحة العامة والبيئة.

لهذه الغاية، قمنا بدراسة هيدرولوجية لمنطقة الدراسة لتقدير شدة هطول الأمطار لحساب تدفق مياه الأمطار. بعد ذلك، انتقلنا إلى الحساب الأساسي للشبكة المصممة متبوعاً بتقييم تدفقات المياه المستعملة ومياه الأمطار. ثم قمنا بتحديد حجم الأنابيب والهياكل الملحقة مع مراعاة المعايير الفنية والاقتصادية. أخيراً، قمنا بإعداد عرض الأسعار كماً وتقديرياً بعد تقدير أحجام العمل المختلفة.

الكلمات المفتاحية: شبكة الصرف الصحي، دراسة هيدرولوجية، المياه القذرة، الأنابيب، المنشآت المرفقة، بلدية حطاطبة.

Résumé :

Ce projet a pour but de l'étude et la conception du réseau d'assainissement du POS N°07 El DJOUGHHLALI de la ville de ATTATBA (W.TIPAZA). Pour assurer l'évacuation des eaux usées et pluviales hors l'agglomération conformément aux exigences de la réglementation en vigueur relative à la protection contre la pollution de la santé publique et de l'environnement.

Dans ce but, nous avons effectué une étude hydrologique de la zone d'étude pour l'estimation de l'intensité pluviale qui sert à l'évaluation de débit pluviale. Ensuite, nous avons procédé au calcul de base du réseau projeté suivi par l'évaluation des débits des eaux usées et pluviales. Puis nous avons dimensionné les canalisations et les ouvrages annexes en tenant compte des critères technico-économiques. En fin, nous avons élaboré un devis quantitatif et estimatif après l'estimation des différents volumes des travaux.

Mots clés : Réseau d'assainissement, hydrologique, eaux usées, ouvrages annexes, ville de ATTATBA.

Abstract:

The purpose of this project is to study and design the sanitation system of POS Number 07 El DJOUGHHLALI of the city of ATTATBA (W.TIPAZA). To ensure the disposal of wastewater and rainwater outside the agglomeration in accordance with the requirements of the current regulations relating to the protection against pollution of public health and the environment.

For this purpose, we conducted a hydrological study of the study area for the estimation of rainfall intensity that is used for the assessment of rainfall flow. Then we did the basic calculation of the projected system followed by the assessment of wastewater and rainwater flows. Then, we dimensioned the canalization and the ancillary works taking into account the technical-economic criteria. Finally, we estimated the different costs of the work.

Keywords: Sanitation system, hydrological, wastewater, ancillary works, ATTATBA city

Table de Matières

Remerciement	
Dédicace	
Résumé	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des planches	
Introduction générale.....	1

Chapitre I

Présentation de la zone d'étude

I. Introduction	3
II. Présentation de la région de Attatba.....	3
II.1 Situation géographique	3
II.2 Données naturelles du site	4
II.2.1 Relief et topographie	4
II.2.2 Sismicité	4
II.3 Données climatiques.....	5
II. 3.1 Climat	5
II.3.2 Températures	5
II.3.2 Vents.....	5
II.3.3 Pluviométrie.....	5
II.4 Réseau hydrographique	6
II.5 Situation hydraulique.....	7
II.5.1 Alimentation en eau potable	7
II.5.2 Réseau d'assainissement.....	7
II.6 Routes et voies de communications.....	7
II.7 Situation démographique	8
III. Conclusion.....	8

Chapitre II

Calcul hydrologique

I. Introduction	10
II. Généralité	10
II.1 Bassin versant	10
II.2 Les averses.....	10
II.3 Période de retour.....	10

II.4 L'intensité moyenne de précipitation	10
III. Etude des précipitations	10
III.1 Détermination des différents paramètres de la série pluviométrique	12
III.1.1 Les précipitations maximales journalières	12
III.1.1.1 Vérification de l'homogénéité de la série pluviométrique	12
III.1.1.2 Ajustement de la série pluviométrique	14
III.1.1.3 Test d'adéquation de Khi-deux.....	17
III. Calcul de l'intensité de courtes durées	17
IV. Intensité moyenne maximale.....	19
V. Conclusion.....	19

Chapitre III

Calcul de base

I. Introduction	21
II. L'évolution démographique	21
III. Système d'évacuation du réseau d'assainissement	21
III.1 Système unitaire	21
III.2 Système séparatif.....	22
III.3 Système pseudo séparatif	23
IV. Choix du système d'évacuation.....	23
V. Schémas d'évacuation	23
V.1 Schéma perpendiculaire	23
V.2 Schéma par déplacement latéral	24
V.3 Schéma transversal ou oblique	24
V.4 Schéma par zones étagées :	25
V.5 Schéma radial	25
VI. Choix de schéma d'évacuation.....	25
VII. Découpage de la superficie d'étude urbanisée en surfaces élémentaires	26
VIII. Evaluation du coefficient de ruissellement.....	26
VIII.1 Calcul du coefficient de ruissellement pour chaque sous bassins	27
VIII.2 Calcul du coefficient de ruissellement pondéré total	28
VIII.3 Calcul de la densité partielle	28
VIII.4 Calcul du nombre d'habitant de chaque sous bassin.....	28
IX. Conclusion.....	29

Chapitre IV

Evaluation des débits des eaux usées et pluviales

I. Introduction	31
II. Nature et origine des eaux usées	31

II.1 Eaux usées domestiques	31
II.2 Eaux usées des services publics.....	31
II.3 Eaux usées d'origine industrielles	31
III. Estimation des débits des eaux usées	32
III.1 Evaluation des débits des eaux usées domestiques	32
III.2 Evaluation des eaux usées des équipements publics	33
III.3 Débits totaux des eaux usées à évacuer.....	34
IV. Evaluation des eaux pluviales	34
IV.1 La méthode rationnelle.....	34
IV.2 La méthode superficielle (Caquot).....	36
IV.3 Choix de la méthode	37
IV.4 Calcul des débits pluviaux	37
V. Calcul des débits totales pour chaque sous bassin	37
VI. Conclusion.....	38

Chapitre V

Calcul hydraulique du réseau d'assainissement

I. Introduction	40
II. Conditions d'écoulement et de dimensionnement	40
III. Mode de calcul	40
IV. Dimensionnement du réseau d'assainissement	41
IV. Conclusion.....	60

Chapitre VI

Elément constitutifs du réseau et ouvrages annexes

I. Introduction	62
II. Les ouvrages principaux.....	62
II.1 Les canalisations.....	62
II.2 Choix de type de canalisation.....	64
II.3 Différentes actions supportées par la conduite	64
II.4 Protection des conduites	64
III. Les ouvrages annexes.....	65
III.1 Ouvrages normaux	65
III.1.1 Les branchements	65
III.1.2 Les bouches d'égout.....	66
III.1.3 Les regards	66
III.2 Les ouvrages spéciaux.....	68
III.2.1 Déversoir d'orage.....	68
IV. Conclusion.....	71

Chapitre VII

Organisation de chantier et sécurité de travail

I.	Introduction	73
II.	Organisation de chantier.....	73
II.1	Exécution des travaux.....	73
II.1.1	Manutention et stockage des conduites	73
II.1.1.1	Chargement et transport.....	73
II.1.1.2	Déchargement.....	74
II.1.1.3	Stockage.....	74
II.1.1.4	Décapage de la couche de terre végétale	74
II.1.1.5	Exécution des tranchées et des fouilles pour les regards.....	74
II.1.1.6	Aménagement du lit de pose	75
II.1.1.7	Emplacement des jalons des piquets	75
II.1.1.8	La mise en place des canalisations dans la tranchée.....	76
II.1.1.9	Assemblage des conduites	76
II.1.1.10	Essais d'étanchéité.....	76
II.1.1.11	Réalisation des regards	76
II.1.1.12	Remblaiement et compactage des tranchées.....	77
II.1.1.13	Choix des engins.....	77
III.	Devis quantitatif et estimatif	79
III.1	Détermination des différents volumes.....	79
III.2	Le devis quantitatif et estimatif de projet.....	81
IV.	Sécurité de travail.....	82
IV.1	Les causes des accidents	82
IV.2	Organisation de La prévention des accidents du travail.....	84
V.	Planification du projet	84
VI.	Conclusion.....	87
	Conclusion générale	89

Références bibliographiques

Annexes

Liste des figures

Chapitre I : Présentation de la zone d'étude

Figure I. 1 Plan de situation de la commune de Attatba réalisé par ArcGis	3
Figure I. 2: Vue satellitaire de la zone d'étude	4
Figure I. 3 : Réservoir d'eau potable du POS	7

Chapitre II : Calcul hydrologique

Figure II. 1: ajustement par la loi de Gumbel	16
Figure II. 2: ajustement par la loi de Galton (Log-normale)	17
Figure II. 3 : Courbes Intensité-Durée-Fréquence (IDF)	19

Chapitre III : Calcul de base

Figure III. 1: Système unitaire.....	22
Figure III. 2: Système séparatif	22
Figure III. 3: Système pseudo séparatif.....	23
Figure III. 4: Schéma perpendiculaire	24
Figure III. 5: Schéma par déplacement latéral.	24
Figure III. 6: Schéma transversal ou oblique.	24
Figure III. 7: Schéma par zones étagées.....	25
Figure III. 8: Schéma radial.....	25

Chapitre VI : Elément constitutifs du réseau et ouvrages annexes

Figure VI. 3: Joints sur tuyaux en béton armé.	63
Figure VI. 4: Exemple d'une boîte de branchement en fonte et en béton	65
Figure VI. 5: Exemple d'un regard simple	66
Figure VI. 6: Exemple d'un regard de chute.....	67
Figure VI. 7: Déversoir à seuil latéral	68
Figure VI. 8: Déversoir à seuil frontal	69
Figure VI. 9 : Déversoir à seuil double	69
Figure VI. 10 : Déversoir avec ouverture de radier.....	69

Chapitre VII : Organisation de chantier et sécurité de travail

Figure VII. 1: chargement et transport des canalisations	73
Figure VII. 2: déchargement des canalisations	74
Figure VII. 3: lit de pose	75
Figure VII. 4: le pipelayers	76
Figure VII. 5: La niveleuse	77
Figure VII. 6: Pelle hydraulique pneumatique	78
Figure VII. 7: La chargeuse.....	78
Figure VII. 8: Compacteur	79
Figure VII. 9 : Organisation de La prévention des accidents du travail.....	84
Figure VII. 10 : Diagramme de Gantt	86

Liste des tableaux

Chapitre I : Présentation de la zone d'étude

Tableau I. 1: Températures mensuelles enregistrées durant l'année 2007/2008.....	5
Tableau I. 2: Les moyennes mensuelles des vitesses du vent de l'année 2007/2008	5
Tableau I. 3 : Répartition mensuelle moyenne de la pluviométrie (moyenne de la série pluviométrique pour l'année (1972 à 2011) station ATTATBA CAVE.....	6
Tableau I. 4 : Humidité mensuelle maximum et minimum de l'année 2006-2007	6
Tableau I. 5: le nombre d'habitant à différents horizon d'étude	8

Chapitre II : Calcul hydrologique

Tableau II. 1: Description de la station pluviométrique.....	11
Tableau II. 2: Précipitations maximales journalières à la station de Attatba cave.....	11
Tableau II. 3: Caractéristiques de la série.	12
Tableau II. 4: Les étapes d'homogénéisation de la série.....	13
Tableau II. 5: Ajustement à la Loi De Gumbel.	15
Tableau II. 6: Ajustement à la loi de Galton (Log-normale).....	16
Tableau II. 7: Résultats du test Khi2.	17
Tableau II. 8 : Valeurs des intensités de pluie en mm/h pour différentes périodes de retour. .	18

Chapitre III : Calcul de base

Tableau III. 1: Estimation du nombre d'habitants sur différents horizon d'études.....	21
Tableau III. 2: Coefficient de ruissellement en fonction de la nature des surfaces.....	26
Tableau III. 3: Coefficient de ruissellement en fonction de la densité de population	27
Tableau III. 4: Coefficients de ruissellement en fonction de la catégorie d'urbanisation	27
Tableau III. 5 : Coefficient de ruissellement pour chaque bassin versant.....	27
Tableau III. 6 : Répartition de population dans chaque sous bassin.	28

Chapitre IV : Evaluation des débits des eaux usées et pluviales

Tableau IV. 1: Détermination des débits de pointe d'eaux usées pour l'ensemble des sous bassins	32
Tableau IV. 2: Evaluation des débits des eaux usées des équipements pour chaque sous bassin.....	33
Tableau IV. 3 Débits totaux des eaux usées pour chaque sous bassin.	34

Tableau IV. 4: évaluation des débits pluvieux pour chaque sous bassin.	37
Tableau IV. 5: débits totaux pour chaque sous bassin.	37

Chapitre V : Calcul hydraulique du réseau d'assainissement

Tableau V. 1: Collecteur principal N°01	42
Tableau V. 2: Collecteur secondaire N°01	43
Tableau V. 3: Collecteur secondaire N°02	44
Tableau V. 4: Collecteur secondaire N°03	45
Tableau V. 5: Collecteur secondaire N°04	45
Tableau V. 6: Collecteur secondaire N°05	46
Tableau V. 7 : Collecteur secondaire N°06.....	46
Tableau V. 8: Collecteur secondaire N°07	46
Tableau V. 9: Collecteur tertiaire N°01	48
Tableau V. 10: Collecteur tertiaire N°02	48
Tableau V. 11: Collecteur tertiaire N°03	49
Tableau V. 12: Collecteur tertiaire N°04	49
Tableau V. 13: Collecteur tertiaire N°05	51
Tableau V. 14: Collecteur tertiaire N°06	53
Tableau V. 15: Collecteur tertiaire N°07	53
Tableau V. 16: Collecteur tertiaire N°08	54
Tableau V. 17: Collecteur tertiaire N°09	54
Tableau V. 18: Collecteur tertiaire N°10	56
Tableau V. 19: Collecteur tertiaire N°11	56
Tableau V. 20: Collecteur tertiaire N°12	57
Tableau V. 21: Collecteur tertiaire N°13	57
Tableau V. 22: Collecteur tertiaire N°14	58
Tableau V. 23: Collecteur tertiaire N°15	58
Tableau V. 24: Collecteur tertiaire N°16	58
Tableau V. 25: Collecteur tertiaire N°17	59
Tableau V. 26 : Collecteur tertiaire N°18	59

Chapitre VII : Organisation de chantier et sécurité de travail

Tableau VII. 1: Volumes des travaux de terrassement.....	80
Tableau VII. 2 : Devis quantitatif et estimatif des couts de projet.....	81
Tableau VII. 3 : les différentes opérations avec leurs durées.....	85
Tableau VII. 4: Détermination des délais.....	86

Liste des planches

Planche N°01 : Levé topographique.

Planche N°02 : Réseau d'assainissement existant.

Planche N°03 : Tracé du réseau projeté.

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

Planche N°05 : Les ouvrages annexes.

Introduction générale

Introduction générale

L'eau est indispensable à l'existence, au développement de la vie de l'homme, la consommation de ce dernier se mène au rejet d'eaux polluées qui peuvent entraîner des risques que cela comporte sur le plan hygiène, la vie biologique et la protection de l'environnement.

Cette pollution est provoquée par le rejet d'eau à travers nos activités domestiques, et par diverses activités industrielles et agricoles, nécessaires pour nous fournir les aliments et biens dont nous avons besoin.

L'installation des réseaux d'assainissement est indispensable pour la préservation de l'environnement, sa fonction de base est d'assurer la collecte et le transit de l'ensemble des eaux polluées, pluviales ou usées hors des agglomérations.

Un réseau d'assainissement désigne l'ensemble des moyens et des techniques qui permettent l'évacuation et le traitement des eaux usées et pluviales d'une agglomération, l'implantation de ce dernier, dépend des caractéristiques et du plan d'occupation du sol de la zone citée, ce qui fait appel à une étude permettant la conception et le dimensionnement du réseau avec tous les calculs hydrauliques nécessaires afin d'assurer un fonctionnement hydraulique sans défaillances à court et à long terme.

Le présent travail consiste au dimensionnement du réseau d'assainissement du POS N07 (DJOUGHLALI) commune de ATTATBA (Tipaza).

Vu l'état médiocre des tronçons d'assainissement existants on considère que la zone n'a pas de réseau, pour cela, nous allons en premier lieu donner un aperçu général sur la zone d'étude, suivi d'une étude hydrologique, ensuite nous passerons aux calculs des débits et au dimensionnement du réseau et les ouvrages annexes.

Chapitre I

Présentation de la zone d'étude

I. Introduction

La présentation de la zone d'étude une phase important car elle fait une description des caractéristiques du site aux points de vue géologique, hydrologique, démographique, climatique et hydraulique afin d'établir une variante qui permet de donner un fonctionnement adéquat du système d'assainissement.

II. Présentation de la région de Attatba

En 1984, la commune de Attatba est constituée à partir des localités et domaines suivants ; Attatba, Hallouli Sahilia, Douar Rahmani, Kandouri et Djoughali Tayeb dont notre zone d'étude fait partie. L'agglomération chef-lieu est la ville de Attatba dont elle est adossée sur le versant Sud du Sahel qui est à cet endroit une colline qui culmine à 300 m d'altitude. De ce côté, Attatba domine la plaine de la Mitidja. Le versant Nord donne sur le littoral de la mer méditerranée et domine à cet endroit la ville côtière de Bou Ismail.

II.1 Situation géographique

Le territoire de la commune d'Attatba est situé au nord-est de la wilaya de Tipaza, à environ 25 km à l'est de Tipaza. Elle est limitée :

- Au nord par la commune de Bouharoun, Khemisti et Ain Tagourait.
- Au sud par la willaya de Blida.
- A l'est par la commune de Chaiba.
- A l'ouest par la commune de Ahmer El Aine et Sidi Rached.

La localité de notre zone d'étude « Djoughlali » constitue une agglomération secondaire de la commune de Attatba. Eloignée de 2km à l'Est du chef lieu. Elle s'étend sur une superficie de 27 ha, elle occupe les terrains fertiles entre le piémont du Sahel et la plaine de la Mitidja d'où sa vocation agricole.

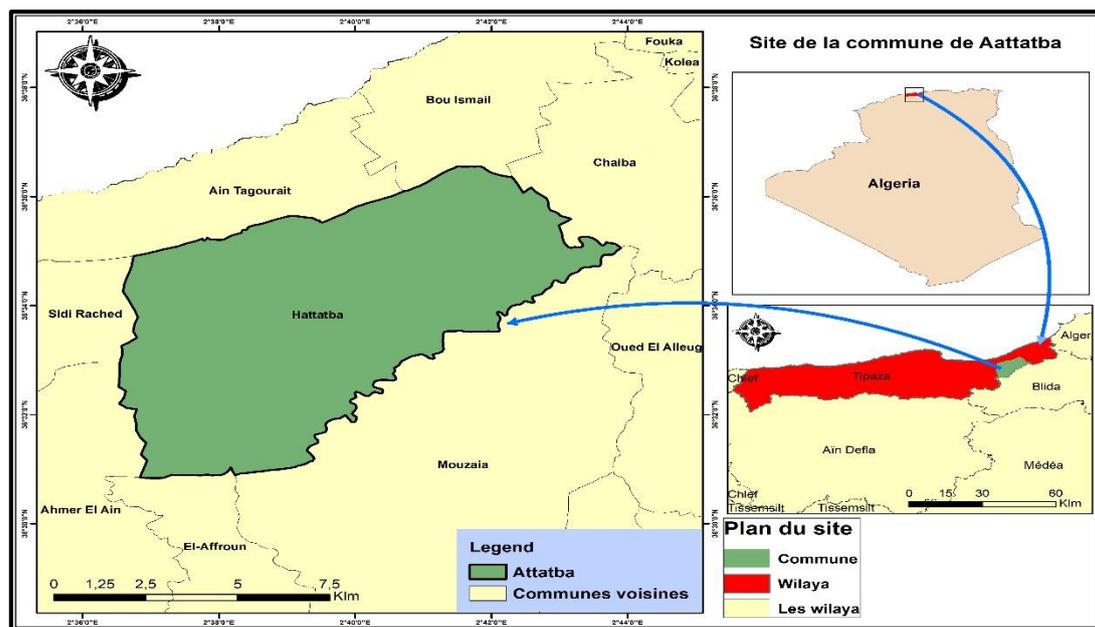


Figure I. 1 Plan de situation de la commune de Attatba réalisé par ArcGis

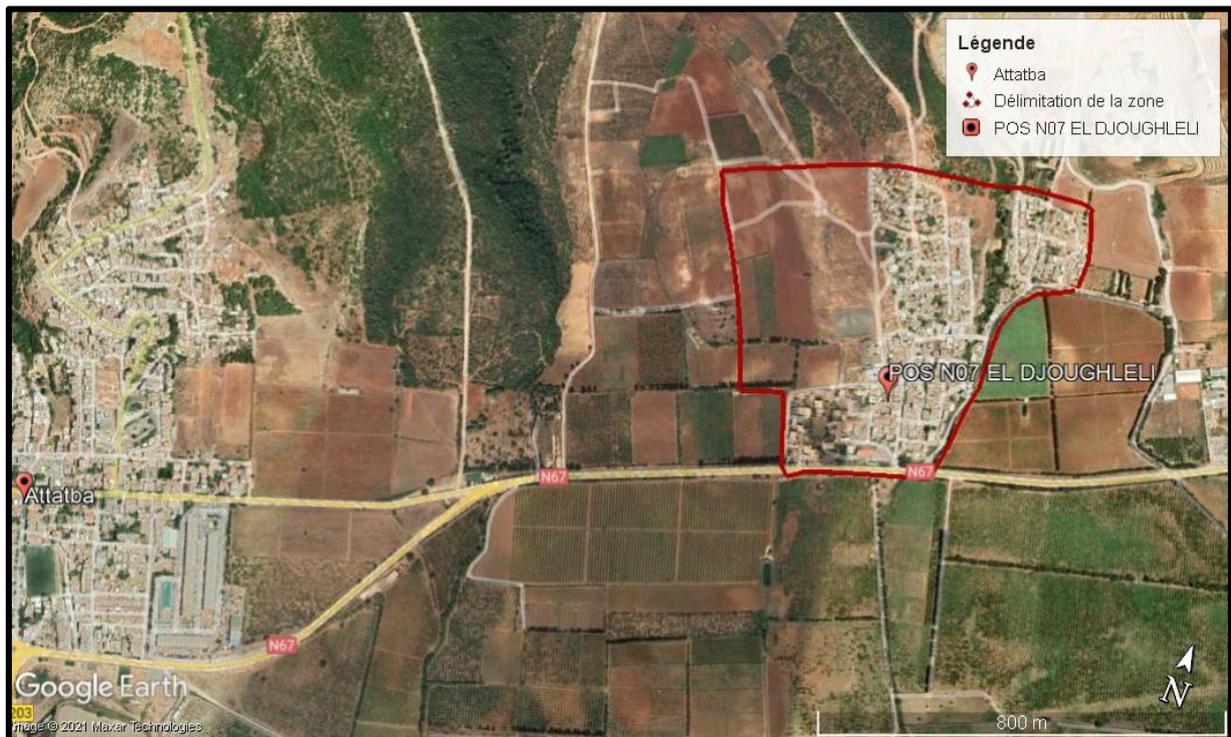


Figure I. 2: Vue satellitaire de la zone d'étude

Source : Google Earth

II.2 Données naturelles du site

II.2.1 Relief et topographie

La région de Attatba est construite sur un versant de colline escarpé. Les pentes sont très fortes, entre 5 et 20%. Elles sont orientées généralement Nord – Sud, c'est-à-dire de la crête vers la plaine.

L'altitude des lignes de crêtes des bassins versants atteint plus de 200 m. Elle varie entre 45 m à la limite de la plaine et 220 m en crête de colline, soit une dénivelé moyenne d'environ 175 m sur une bande approximative de 1500 m, ce qui donne une pente moyenne supérieure à 10%. Les pentes des bassins versants des oueds sont encore plus fortes, ce qui donne des ravins assez profonds et des pentes encore plus fortes, de l'ordre de 30 à 40%. Ceci donne une indication sur les volumes qui ruissellent et les vitesses d'écoulement vers les lits des oueds, le tout aggravé par la disparition du couvert végétal dû à l'extension de la ville d'une part et aux incendies de forêts d'autre part.

II.2.2 Sismicité

La zone de Attatba faisait partie de la zone sismique n°2, mais après le séisme de Boumerdes en mai 2003, la wilaya de Tipaza a été reclassée en zone n°3. A cet effet, les mesures de prévention doivent être prises en charge lors de la programmation urbaine et au cours des constructions.

En date du 29 octobre 1989 à 19h09'24'' (temps universel), un séisme destructeur a touché la région de Tipaza. L'épicentre du choc principal se localise sur le versant ouest du

mont de Chenoua (36° 36,9' de la latitude et 2° 19.57' de la longitude), selon le CRAAG (Centre de Recherche Appliquée en Astrophysique et Géophysique).

Cette région est étudiée avec attention car le dernier tremblement de terre a provoqué beaucoup de désordre dans le paysage (la construction qui ont entraîné la mort de personnes).

II.3 Données climatiques

II. 3.1 Climat

La région de Attatba a un climat méditerranéen qui se caractérise principalement par l'alternance d'une saison chaude et sèche qui s'étale de mois de Mai à Septembre et d'une saison froide et humide entre le mois de d'octobre et le mois d'Avril.

La ville de Attatba se trouve derrière le Sahel, une rangée de collines qui s'étend sur une largeur d'environ deux à dix kilomètres au Sud du littoral. Sur la plaine, le climat est légèrement continental et bénéficie moins des effets de la mer, on peut s'attendre à quelques jours de gelée par an (environ 11 jours de gelée, dont 5 jours de gelée blanche).

II.3.2 Températures

Les températures estivales sont plus élevées (maximum d'environ 40 °C), et l'air est un peu plus sec.

Tableau I. 1: Températures mensuelles enregistrées durant l'année 2007/2008

	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout
Tmoy (°C)	24.8	17.1	14.1	11.4	12.4	12.8	14.5	18.3	19.6	24.7	28.6	29.4
Tmin (°C)	18.5	11.0	3.5	3.0	4.0	3.0	3.0	10.5	14.0	17.0	21.5	23.0
Tmax (°C)	34.5	23.0	26.5	22.0	20.5	22.0	23.0	28.5	26.0	34.5	36.0	36.0

Source : ANRH Blida

II.3.2 Vents

Les vents dominant sont généralement modérés et faibles ayant les directions ouest et nord-est.

Tableau I. 2: Les moyennes mensuelles des vitesses du vent de l'année 2007/2008

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout
Vent moy (Km/h)	4.24	2.91	2.33	2.46	2.88	2.36	4.2	3.5	3.42	3.55	3.54	3.32

Source : ANRH Blida

II.3.3 Pluviométrie

La pluviométrie, qui varie généralement entre 600 et 950 mm/an, est monomodale et le mois le plus pluvieux est décembre. Environ 45% de la pluie annuelle tombe pendant les trois mois de novembre, décembre et janvier, moins de 10% tombe pendant les quatre mois s'étale de juin à septembre. Le nombre moyen de jours pluvieux est de 65 à 120 par an.

L'intensité moyenne des pluies varie entre environ 5mm par jour pluvieux en juillet et août, et plus de 50 mm par jour pluvieux en hiver.

Tableau I. 3 : Répartition mensuelle moyenne de la pluviométrie (moyenne de la série pluviométrique pour l'année (1972 à 2011) station ATTATBA CAVE

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout
P(mm)	30,73	57,37	86,89	91,13	81,48	79,74	63,92	54,61	37,90	6,94	2,3625	4,82

Source : ANRH Blida

II.3.4 Humidité

L'humidité de l'air est assez considérable, le tableau I.4 présente l'humidité mensuelle maximum et minimum de l'année 2006-2007

Tableau I. 4 : Humidité mensuelle maximum et minimum de l'année 2006-2007

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout
Max	93.00	93.00	92.00	91.00	91.00	92.00	93.00	91.00	91.00	90.00	89.00	89.00
Min	0.00	0.00	0.00	25.00	14.00	0.00	16.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Source : ANRH Blida

II.4 Réseau hydrographique

La région de Attatba est traversée par trois oueds principaux :

- L'oued " Attatba " qui draine le bassin versant qui aboutit à l'amont du centre-ville dans un ancien canal, qui sert en même temps de conduite principale d'eau usée jusqu'à son exutoire dans l'oued Djer.
- L'oued Bou M'sahel qui draine le bassin versant Est et qui traverse le cimetière avant de se jeter dans l'oued Djer.
- L'oued Chambla, qui draine le bassin versant Ouest à la sortie (Ouest) de la ville. Cet oued traverse le boulevard de l'indépendance puis la RN 67 avant de se jeter dans l'oued Djer via une tranchée creusée dans un verger.

Le réseau hydrographique donc est relativement important car le majeur parti de l'oued et ravins prient leurs naissances vers l'oued du site urbain, du fait que le terrain est très accidenté.

Vers la partie basse, la majorité de ces confondent avec le relief et leur eau s'infiltra le lac.

Tandis que les autres oueds rejoindront encore plus bas oued Auriane, dont le lit et calibré pour permettre le drainage des eaux recueillies le long de son parcours. Un important réseau de drainage sillonne le lac Halloula et leur direction converge vers le tunnel et le dégorgeement du lac.

Il existe plusieurs sources qui sillonnent de l'Est vers l'Ouest, la zone médiane des collines mais hélas ; la majorité d'entre-elles est tarie à cause du manque sensible de la pluie. La plus importante source qui reste, se trouve vers le nord-ouest à 700m environs du douar Techalabi.

II.5 Situation hydraulique

II.5.1 Alimentation en eau potable

La commune de Attatba est alimentée principalement à partir de forages existants au niveau du champ de captage d'eau situé au Sud de la RN67.

L'alimentation en eau potable de la zone d'étude « Djoughlali » est assurée par un réservoir de capacité de 500m³, situé dans la partie nord hors site. Ce réservoir est dimensionné pour satisfaire la demande en eau potable de DJOUGHHLALI, mais les piquages illicites qui existent sur la conduite du réseau causent un problème de fuites et de faible pression, ce qui a impliqué une alimentation irrégulière estimée à 2heures/jour.



Figure I. 3 : Réservoir d'eau potable du POS

II.5.2 Réseau d'assainissement

Le réseau d'assainissement existant est de type unitaire, il est constitué par des collecteurs dont les diamètres varient en général du $\varnothing 200$, $\varnothing 300$, $\varnothing 400$, $\varnothing 500$.

Toutefois, des parties du POS sont mal assainies, ces parties connaissent d'immenses problèmes en période de crues, les eaux pluviales s'écoulent à ciel ouvert et suivent la pente à cause d'absence des avaloirs pour le drainage des eaux de ruissèlement.

Le rejet de l'ensemble des eaux usées et pluviales se fait par un collecteur de $\varnothing 500$ vers Oued Djer.

II.6 Routes et voies de communications

La commune de Attatba est dotée d'un réseau routier important lui permettant la relation avec les communes voisines essentiellement par la route nationale « RN67 », qui traverse son périmètre de l'Est à l'Ouest, les chemins de wilayas (Cw.141, CW.108 Nord, CW. 50, CW.108 Sud), les chemins communaux et les pistes.

Le réseau de voirie de notre périmètre d'étude est composé des voies suivantes :

➤ La route nationale « RN67 » qui traverse la commune de Attatba d'Est à l'Ouest, relie la commune Sidi Rached et Tipasa à l'Ouest, Chaiba et Alger à l'Est.

➤ Le chemin vicinal N°1 et les pistes.

II.7 Situation démographique

Selon les données du recensement général de la population et de l'habitat (2008), la population a été estimée à 1718 habitants avec un taux d'accroissement de 2.1%.

Notre projet est prévu à l'horizon 2051 où la population sera estimée à long terme par application de la formule de croissance géométrique donnée par la relation suivante :

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

Avec :

P_n : population projetée à l'horizon donné.

P_0 : Population à l'année de référence $P_{2008} = 1718$ habitant.

τ : Taux d'accroissement $\tau = 2.1\%$ (source APC).

n : nombre d'années séparant l'année de référence et l'année de l'horizon ($n = 30$ ans).

Tableau I. 5: le nombre d'habitant à différents horizon d'étude

<i>Horizon d'étude</i>	<i>2021</i>	<i>2031</i>	<i>2051</i>
<i>Nombre d'habitant</i>	2251	2771	4199

III. Conclusion

Dans ce chapitre on a on a donné un aperçu général sur la zone d'étude et présenté les caractéristiques et les donnée nécessaires pour entamer l'étude de ce projet.

Chapitre II

Calcul hydrologique

I. Introduction

L'étude hydrologique est très importante dans le dimensionnement du réseau d'évacuation. La détermination de l'intensité moyenne maximale de pluies est le but de ce chapitre, car elle nous permet d'estimer le débit d'eaux pluviales qui représente une grande partie des eaux évacuées par les réseaux d'assainissement.

II. Généralité

II.1 Bassin versant

Le bassin versant correspond au territoire drainé par les eaux des rivières et des lacs, qui à leur tour convergent vers un exutoire commun. Son contour est délimité par la ligne de partage, qui passe par les points les plus élevés et détermine la direction de l'écoulement des eaux de surface.

Chaque bassin versant est unique. Les caractéristiques comprennent, entre autres, l'étendue totale du bassin, sa forme, la disposition des pentes, le relief globale ou le changement d'altitude, la nature et le mode d'occupation du sol...

II.2 Les averses

Les averses représentent une forte chute de pluies tombées en une période de temps, caractérisées par une intensité de pluies qui varie à chaque instant au cours d'une même averse.

II.3 Période de retour

La période de retour représente le temps que met une averse d'une intensité donnée pour se re-manifester. Le choix du temps de retour est stratégique, il conditionne le choix du dimensionnement des réseaux, la possibilité de financement des ouvrages, le niveau de risques et de dégradation des conditions de travail liés aux inondations...

Dans notre cas d'étude, on a opté pour une période de retour décennale ($T=10$ ans).

II.4 L'intensité moyenne de précipitation

L'intensité moyenne de précipitation s'exprime par le rapport entre la hauteur de pluie tombée durant la durée t de l'averse.

$$I_m = \frac{\Delta h}{\Delta t}$$

I_m : intensité moyenne en mm/h.

Δh : hauteur de pluie (mm).

III. Etude des précipitations

Pour l'étude des précipitations en assainissement on a besoin d'une série pluviométrique qui comporte les précipitations maximales journalières pour la période la plus longue possible fournie par l'A.N.R.H de Blida.

Comme base de données pluviométriques, on se refait aux informations recueillies par la station pluviométrique de ATTATBA dont les coordonnées sont les suivantes

Tableau II. 1: Description de la station pluviométrique.

Code de la station	Nom station	Coordonnées (Km)
021022	ATTATBA CAVE	X = 495.45
		Y = 363.15
		Z = 60

La station fournit une série pluviométrique comportant les pluies maximales journalières et annuelles sur une période d'observation de 40 ans allant de 1972 au 2012.

Les données de la série sont présentées dans le tableau suivant

Tableau II. 2: Précipitations maximales journalières à la station de Attatba cave.

Année	Précipitations (mm)												
	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Maxj
72-73	22,5	28,9	53	58	103,4	71,1	34,9	30,9	0,3	6,9	0,5	0,6	103,4
73-74	62,2	8,2	7	61,2	1,8	29	47,8	25,1	2,2	2,6	9,6	0	62,2
74-75	16,6	40,5	33,5	0,6	14,1	29,9	24	11,7	20,5	10,8	0	5,8	40,5
75-76	5,4	4,4	41	31,3	49,1	33	13	8,7	35	5	11,2	16,3	49,1
76-77	0	26,7	22,9	40,1	28,9	8	14,8	32,8	11,3	7,5	0,2	0	40,1
77-78	2,7	8	24,6	9	23,1	7	20,1	54	26,3	1	0,6	0	54
78-79	11,5	35,8	39,7	21,8	13,7	57,9	67,4	10,3	14,6	4,5	4,8	3,1	67,4
79-80	28,7	50,7	24,4	35,7	75,3	51,4	43,6	34,7	4,2	1,4	6,2	3,2	75,3
80-81	0,2	13,6	17,6	45,4	31,5	15,5	18	17	12,2	0,8	0	8,5	45,4
81-82	0,7	14,2	3,3	11	31,4	15,2	14,4	8,7	28	9	0,1	0	31,4
82-83	0,8	47,8	54,3	22,7	0,3	29,4	10	0,3	3,9	0	0,9	0	54,3
83-84	0	6,2	12	89,3	58,2	22,9	13,2	30,2	26,4	15,5	0	0,3	89,3
84-85	10,8	87,7	20,8	46	20,1	19,7	57	11	24,7	0	0	0	87,7
85-86	11,6	19,5	32	27,9	11,8	29	16,5	7,8	2,5	23,2	10	0	32
86-87	24,3	20,1	22,4	42,6	30,1	26,8	8,7	0,8	1,9	23,3	1	0	42,6
87-88	0,7	4,8	21,5	20,3	21,9	14	19	15,5	32	20	0	2,7	32
88-89	18	17	22,9	50	13,6	4,4	29,2	25,5	8	11,5	0,3	7,1	50
89-90	5	7	24,7	15,1	21	0,2	14,5	16,3	8,5	0	5,6	0	24,7
90-91	2,2	20	17,5	16	22,5	25	13	5,7	8	5,5	0,2	0	25
91-92	1	45,6	26,7	2,6	49,5	9	24,1	33,5	27	8	3	1,8	49,5
92-93	16,7	62,5	28,2	13,5	18,6	24,8	6,5	14,5	11,6	0	0	0	62,5
93-94	15,1	7,7	21	10,7	70,5	14,2	0,5	12,2	4,1	0	0	0	70,5
94-95	69,8	12,5	13	18,6	42	24	44	11,4	0,3	6,7	0	22	69,8
95-96	35,6	46,6	28	18,7	43,2	28,2	18,7	68,4	6,6	2	3	1,2	68,4
96-97	38,4	54,5	6,4	12,2	45	23,5	6,8	22,7	8	0,5	0,2	14	54,5
97-98	36,7	36,3	58,8	27,2	8,7	20	12	22,3	76	1,4	0	0,5	76
98-99	10,5	7,2	25,3	22,5	34,5	76,8	43,5	8	0,5	0	0	2,3	76,8

99-00	19,5	4,6	30	32,6	7,6	0,7	12,3	10,6	29,2	0	0,4	0,2	32,6
00-01	3	52	56	15,7	28	14,3	1,2	23	4,5	0,4	0,2	0	56
01-02	22,5	15	33,5	19,2	16	8	15,4	12	9,3	0,4	13	9	33,5
02-03	18	28	30,2	24	21,4	48,5	8,4	17,6	6,7	1	1,1	0	48,5
03-04	8,5	8,5	34,9	32,5	28,5	24,5	17,4	17	40,2	2	2,5	0	40,2
04-05	4,2	23	31	40,6	24	42,4	17,4	11,5	2,5	0	0	0	42,4
05-06	3,2	31,5	18,5	33	25	35,3	7,1	1	65	0	0	0	65
06-07	31,9	5,6	26	28,9	7	20,2	38	19,1	3,5	0	0	5	38
07-08	17	21	46	35,4	9,5	6,5	12,8	6,8	11,7	3,9	1,3	0	46
08-09	24,2	26,5	50,3	23,9	15,9	7,2	12,6	13,8	8,4	0	0,8	5,8	50,3
09-10	29,1	5,7	15,7	23	30,7	23,9	30	12	10,3	9,1	0	10,1	30,7
10-11	12,3	22,5	27,9	22,5	41,4	37,7	31,5	21	34	0	0,7	0	41,4
11-12	3,1	17,4	50,2	16,7	23,8	57,7	35,3	53,3	8	0,4	0	0	57,7

III.1 Détermination des différents paramètres de la série pluviométrique

Les différentes caractéristiques de la série pluviométrique sont présentées dans le tableau ci-après :

Tableau II. 3: Caractéristiques de la série.

Caractéristique	Formule	Valeurs
la somme	$\sum_{i=1}^N P_i$	2116,70
la moyenne \bar{P}_t	$\frac{\sum_{i=1}^N P_i}{N}$	52,92
l'étendue	Max(P ₁)-Min(P _i)	78,7
l'écart type σ_x	$\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (P_i - \bar{P}_t)^2}{N}}$	18,38
coefficient de variation C _v	$\frac{\sigma_x}{\bar{P}_t}$	0,35
l'exposant climatique	0,37	

III.1.1 Les précipitations maximales journalières

La détermination d'une intensité de pluie de durée et de période de retour donnée nécessite un ajustement de la série hydrologique par une loi théorique en vérifiant en premier lieu l'homogénéité de cette dernière.

III.1.1.1 Vérification de l'homogénéité de la série pluviométrique

L'homogénéisation des données consiste à détecter, réduire et corriger les anomalies présentes dans la série hydrologique, ils sont dues généralement aux modifications dans les réseaux d'observations.

Dans notre cas, on fait la vérification de la série pluviométrique par la méthode de test de Mood.

❖ **Test de Mood**

Appelé aussi le test de la médiane, il consiste à classer la série par ordre croissant et déterminer la médiane (M) de l'ensemble des observations, puis d'attribuer à chaque observation (X_i) dans la série d'origine (non classée) un signe en la comparant par la médiane comme suit :

- Un signe : + pour $X_i > M$
- Un signe : - pour $X_i < M$

On calcul en suite les quantités N_s et T_s dont :

N_s : le nombre total de séries de + ou de -

T_s : la taille de la plus grande série de + ou de -

On vérifie les conditions suivantes :

- $N_s > \frac{1}{2} (N + 1 - u_{1-\frac{\alpha}{2}} \sqrt{N-1})$ (II.1)
- $T_s < 3.3 (\log_{10} N + 1)$ (II.2)

Avec :

N : la taille de l'échantillon

u : variable réduite de Gauss pour une probabilité de $1-\frac{\alpha}{2}$

α : erreur de premier espace = 5%

Tableau II. 4: Les étapes d'homogénéisation de la série.

n°	P annuelle mm	classement croissant	signe
1	1083,2	307,4	+
2	869,7	353	+
3	586,8	378	-
4	897,2	395,4	+
5	547,8	396,9	-
6	518,7	435,8	-
7	619,3	439,3	+
8	790,9	445,9	+
9	614	463,1	+
10	395,4	475,4	-
11	574,5	482,5	-
12	601,9	492	+
13	873,8	518,7	+
14	463,1	524,4	-
15	679,2	543,7	+
16	353	547,8	-
17	482,5	548,4	-
18	307,4	574,5	-
19	492	586,8	-
20	622,2	589,5	+
21	475,4	601,9	-

22	378	603,4	-
23	621,9	614	+
24	720,5	619,3	+
25	435,8	619,5	-
26	663,2	621,9	+
27	524,4	622,2	-
28	439,3	630,9	-
29	445,9	663,2	-
30	396,9	679,2	-
31	690,1	690,1	+
32	619,5	695,7	+
33	543,7	697,4	-
34	589,5	720,5	-
35	548,4	790,9	-
36	630,9	824,7	+
37	695,7	869,7	+
38	603,4	873,8	+
39	697,4	897,2	+
40	824,7	1083,2	+

La médiane est : $M = 595.7$

Donc on obtient :

- $N_s = 20$
- $T_s = 5$

On vérifie la condition en tenant compte que $N=36$ et $u_{1-\frac{\alpha}{2}} = 1.96$ (tiré de la table de gauss)

- $N_{th} = \frac{1}{2} (36 + 1 - 1.96 \sqrt{36 - 1}) = 14.37$
- $T_s = 3.3 (\log_{10} 36 + 1) = 8.59$

Donc les deux conditions sont vérifiées :

- $N_s > N_{th}$
- $T_s < T_{th}$

On peut dire donc que la série est homogène.

II.1.1.2 Ajustement de la série pluviométrique

Une fois les conditions de l'homogénéité sont réunies, on procède à l'ajustement de la série des pluies maximales journalières par une loi de probabilité.

Dans notre étude, on a effectué l'ajustement de la série pluviométrique à l'aide de logiciel « Hyfran » avec les trois lois suivantes :

- Loi de Gumbel (le doublement exponentiel)
- Loi de Galton (log-normal)

a) Ajustement de la série à la loi de Gumbel

La fonction de répartition de loi de Gumbel s'écrit comme suit :

$$F(X) = e^{-e^{-y}} \quad (\text{II.3})$$

Avec :

$F(X)$: fréquence au dépassement de la valeur x

y : la variable réduite de Gumbel et s'écrit sous la forme :

$$y = \frac{x-x_0}{\alpha} \quad (\text{II.4})$$

x_0 et α sont les coefficients d'ajustement où :

x_0 : est le paramètre de position (mode)

α : est le paramètre d'échelle différent de zéro et positif appelé aussi « gradex »

- La distribution s'écrit donc de la manière suivante :

$$y = -\ln(-\ln(F(X))) \quad (\text{II.5})$$

- L'équation de la droite de Gumbel est :

$$x = \frac{1}{\alpha}y + x_0 \quad (\text{II.6})$$

- Les paramètres de la loi de Gumbel par la méthode de maximum de vraisemblance :

$$x_0 = 43.86 \quad \alpha = 15.15$$

Résultats d'ajustement :

Tableau II. 5: Ajustement à la Loi De Gumbel.

Période de retour	fréquence au non dépassement	valeur théorique	Ecart type	intervalle de confiance
100.0	0.9900	114	9.82	94.3 - 133
50.0	0.9800	103	8.54	86.2 - 120
20.0	0.9500	88.9	6.85	75.4 - 102
10.0	0.9000	78.0	5.59	67.0 - 88.9
5.0	0.8000	66.6	4.34	58.1 - 75.1

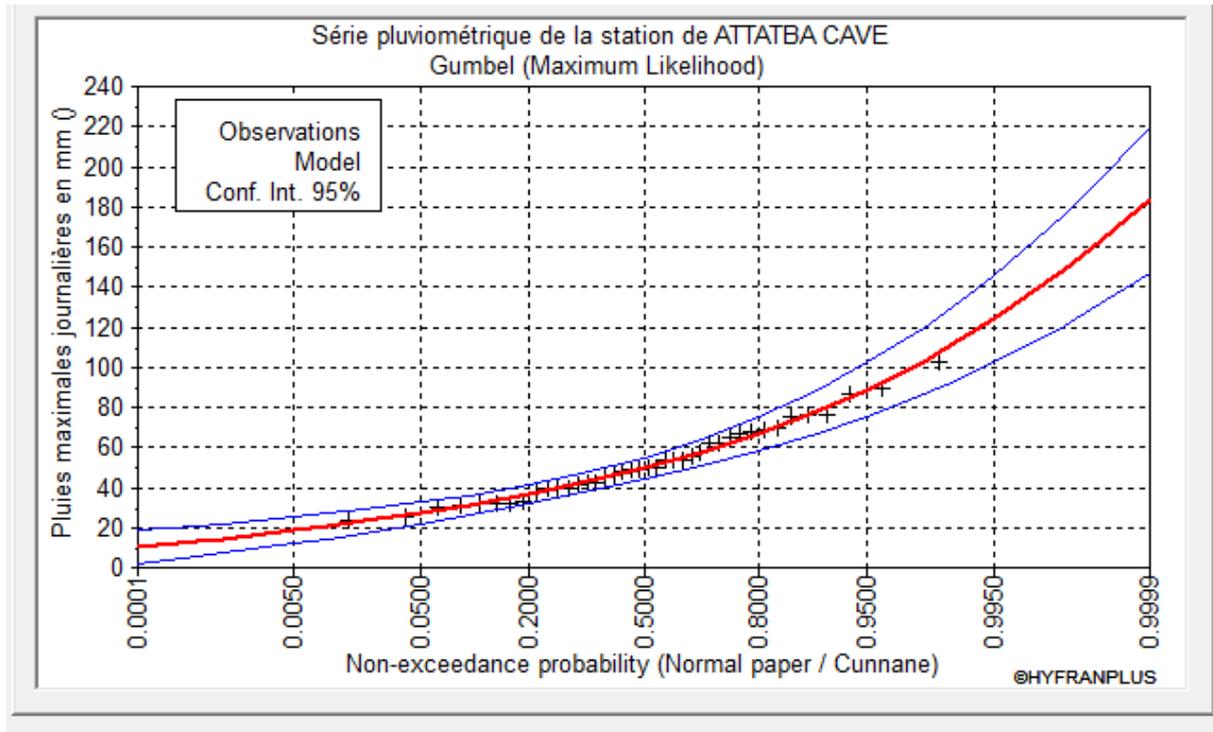


Figure II. 1: ajustement par la loi de Gumbel

b) Ajustement de la série à la loi de Galton

La fonction de répartition de la loi de Galton s’écrit comme suit :

$$F(X) = \sqrt{2\pi} \int_{-\infty}^y e^{-\frac{u^2}{2}} du \quad (\text{II.7})$$

Avec

F(X) : fréquence au non dépassement

u : la variable réduite donnée par la formule suivante :

$$u = \frac{\ln(x) - \overline{\ln(x)}}{\sigma_{\ln(x)}} \quad (\text{II.8})$$

L’équation de la droite de Galton est la suivante :

$$\ln(x) = u\sigma_{\ln(x)} + \overline{\ln(x)} \quad (\text{II.9})$$

- Les paramètres de la loi de Galton par la méthode de maximum vraisemblance :

$$\sigma = 0.35 \quad \overline{\ln(x)} = 3.9$$

Résultats de l’ajustement :

Tableau II. 6: Ajustement à la loi de Galton (Log-normale).

Période de retour	de fréquence au non dépassement	valeur théorique	ecart type	intervalle de confiance
100.0	0.9900	113	12.3	88.8 - 137
50.0	0.9800	103	10.2	82.5 - 123
20.0	0.9500	88.7	7.68	73.6 - 104
10.0	0.9000	78.0	5.93	66.3 - 89.6
5.0	0.8000	66.7	4.37	58.1 - 75.3

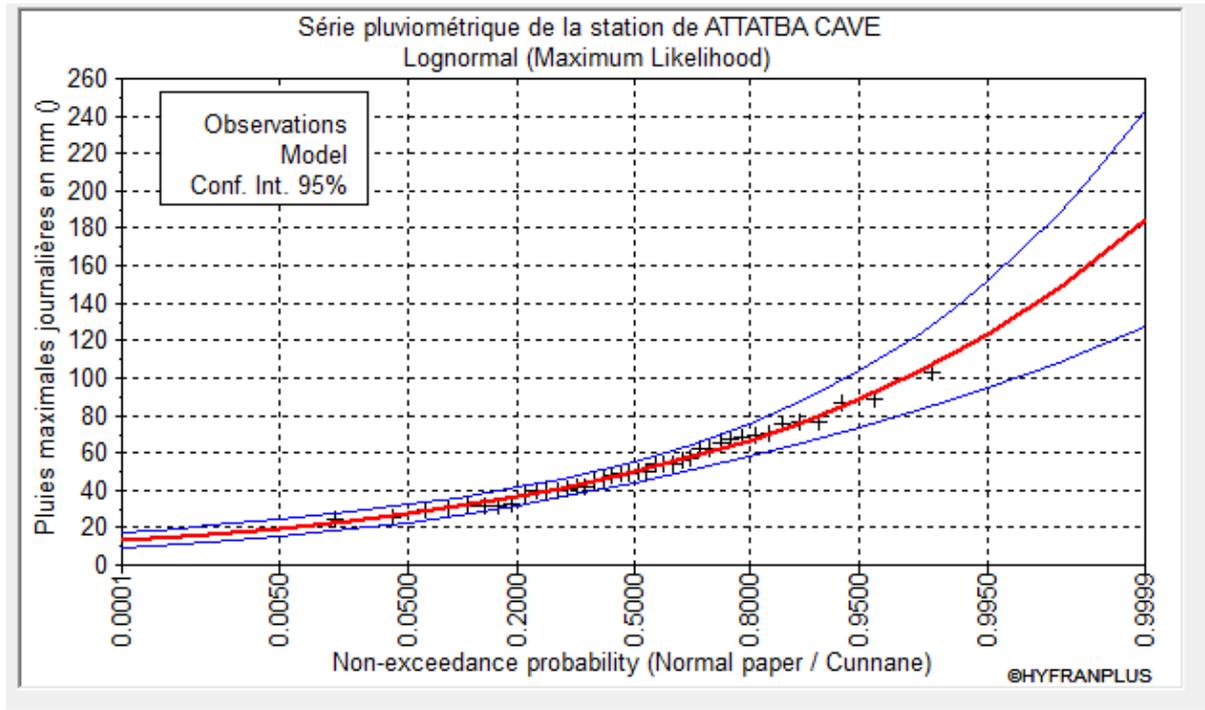


Figure II. 2: ajustement par la loi de Galton (Log-normale)

II.1.1.3 Test d’adéquation de Khi-deux

Ce test consiste à prendre une règle de décision concernant l’ajustement, en comparant entre les valeurs calculées et théoriques de χ^2 :

$$\chi^2_{\text{calculé}} < \chi^2_{\text{théorique}}$$

La variable χ^2 est utilisé pour un risque $\alpha=5\%$ et dépend du nombre de degré de liberté de la loi dont la valeur de $\chi^2_{\text{théorique}}$ est tiré de la table de χ^2 (Voir annexe [1]).

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

Tableau II. 7: Résultats du test Khi2.

Loi d’ajustement	p-value	Degré de liberté	$\chi^2_{\text{théorique}}$	$\chi^2_{\text{calculé}}$
Gumbel	0.6692	5	11.07	3.2
Galton	0.6692	5	11.07	3.2

D’après le tableau au-dessus, la condition est vérifiée pour les deux lois d’ajustement. 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 Gubmel.

III. Calcul de l’intensité de courtes durées

Pour la détermination de l’intensité moyenne de précipitation, on utilise la formule de Montanari :

$$I_{t(p\%)} = I_{24(p\%)} \left(\frac{t}{24}\right)^{b-1} \quad (\text{II.10})$$

Avec

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

$I_{24(p\%)}$: Intensité moyenne de précipitation pour une journée de fréquence (p%)

t : durée de l'averse en heure pour une période de retour de ans

b : exposant climatique de la région

Les calculs sont présentés dans le tableau ci-dessus :

Tableau II. 8 : Valeurs des intensités de pluie en mm/h pour différentes périodes de retour.

t(h)/T(ans)	5 ans	10 ans	20 ans	50 ans	100 ans
0,1	87,66	102,66	117,01	135,57	150,05
0,2	56,64	66,34	75,61	87,60	96,96
0,25	49,21	57,64	65,69	76,11	84,24
0,5	31,80	37,24	42,45	49,18	54,43
0,75	24,63	28,85	32,88	38,10	42,16
1	20,55	24,07	27,43	31,78	35,17
2	13,28	15,55	17,72	20,54	22,73
3	10,29	12,05	13,73	15,91	17,61
4	8,58	10,05	11,45	13,27	14,69
5	7,45	8,73	9,95	11,53	12,76
6	6,65	7,78	8,87	10,28	11,38
7	6,03	7,06	8,05	9,33	10,32
8	5,54	6,49	7,40	8,57	9,49
9	5,15	6,03	6,87	7,96	8,81
10	4,82	5,64	6,43	7,45	8,25
11	4,54	5,31	6,06	7,02	7,77
12	4,29	5,03	5,73	6,64	7,35
13	4,08	4,78	5,45	6,32	6,99
14	3,90	4,56	5,20	6,03	6,67
15	3,73	4,37	4,98	5,77	6,39
16	3,58	4,20	4,78	5,54	6,13
17	3,45	4,04	4,60	5,33	5,90
18	3,33	3,90	4,44	5,14	5,69
19	3,22	3,77	4,29	4,97	5,50
20	3,11	3,65	4,16	4,81	5,33
21	3,02	3,54	4,03	4,67	5,17
22	2,93	3,43	3,91	4,53	5,02
23	2,85	3,34	3,80	4,41	4,88
24	2,78	3,25	3,70	4,29	4,75

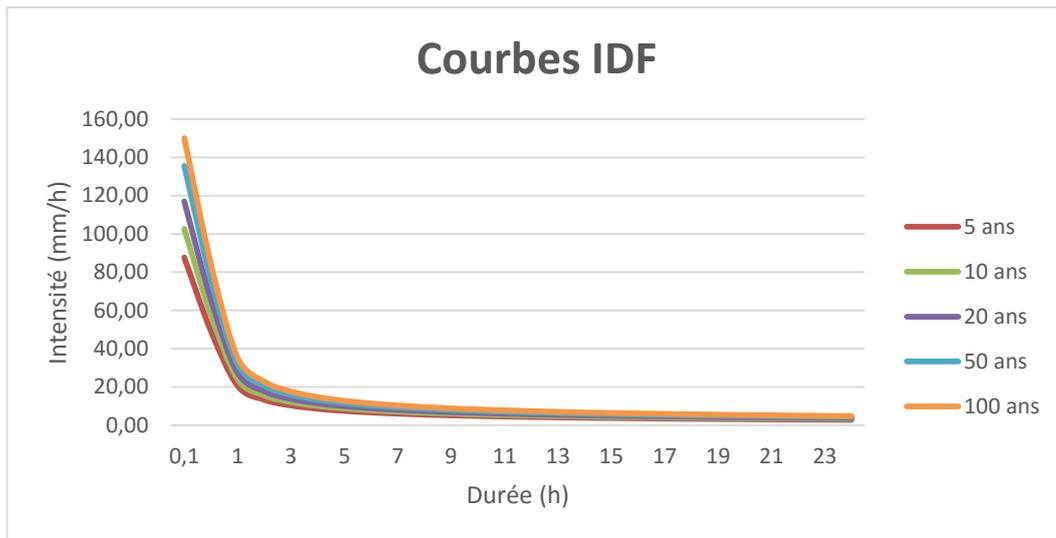


Figure II. 3 : Courbes Intensité-Durée-Fréquence (IDF)

IV. Intensité moyenne maximale

L'intensité de pluies qui correspond à la période de retour de 10 ans et une durée d'averse de 15 minutes qui servira à l'évaluation des débits pluviaux est :

$$I_{15min(10\%)} = I_{24(10\%)} \left(\frac{t}{24}\right)^{b-1} = \frac{P_{24(10\%)}}{24} \times \left(\frac{t}{24}\right)^{b-1} = \frac{78}{24} \times \left(\frac{0,25}{24}\right)^{0,37-1}$$

$$I_{15min(10\%)} = 57,64 \text{ mm/h}$$

$$i = 57,64 \times \frac{10000}{3600} = 160,11 \text{ l/s/ha}$$

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

V. Conclusion

Dans la présente étude, nous avons estimé les pluies maximales journalières pour différentes périodes de retour et l'intensité moyenne maximale pour les pluies de courtes durées. D'où nous avons déterminé le débit spécifique qui égale à 160l/s/ha.

Chapitre III

Calcul de base

I. Introduction

Dans ce chapitre, on va s'intéresser au calcul de base pour le réseau d'assainissement à projeter, l'estimation du nombre d'habitants pour l'horizon d'étude qui sert à l'évaluation du débit d'eaux usées domestique, le choix du système de réseau et du schéma, le nombre de sous bassins adoptés et le coefficient de ruissellement correspondant.

II. L'évolution démographique

Selon les données du recensement général de la population et de l'habitat (2008), la population a été estimée à 1718 habitants avec un taux d'accroissement de 2.1%. Notre projet est prévu à l'horizon 2051 où la population sera estimée à long terme par application de la formule de croissance géométrique donnée par la relation suivante :

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

Avec :

P_n : population projetée à l'horizon donné.

P_0 : Population à l'année de référence $P_{2008} = 1718$ habitant.

τ : Taux d'accroissement $\tau = 2.1\%$ (source APC).

n : nombre d'années séparant l'année de référence et l'année de l'horizon ($n = 30$ ans).

Tableau III. 1: Estimation du nombre d'habitants sur différents horizon d'études.

Horizon d'étude	2021	2031	2051
Nombre d'habitant	2251	2771	4199

Entre autre, d'après les orientations d'aménagement du PDEAU d'Attatba, le site rentre dans le cadre d'une urbanisation projetée de 997 logements avec un TOL préconisé à 07 personnes/logement.

Donc la population totale prévue sur site sera :

$$P_{2051} = 11\ 178 \text{ habitants.}$$

III. Système d'évacuation du réseau d'assainissement

Le réseau d'assainissement d'une agglomération rurale, urbaine ou industrielle doit assurer :

- L'évacuation des eaux pluviales de manière à empêcher la submersion des zones urbanisées.
- L'évacuation et l'élimination des eaux usées d'origine domestique (eaux ménagères, eaux vannes ...) et les eaux usées d'origine industrielle.

On distingue trois types de système d'évacuation :

III.1 Système unitaire

Le système unitaire consiste à évacuer l'ensemble des eaux usées et pluviales par un seul réseau, généralement équipé de déversoirs qui permettent, en cas d'orage, le rejet d'une

partie des eaux par surverse vers le milieu naturel soit directement, soit après un traitement spécifique.

Le réseau unitaire est un système simple qui convient mieux pour les milieux urbains de hautes densités car il nécessite une seule canalisation dans chaque voie publique et d'un seul branchement pour chaque bloc d'immeuble.

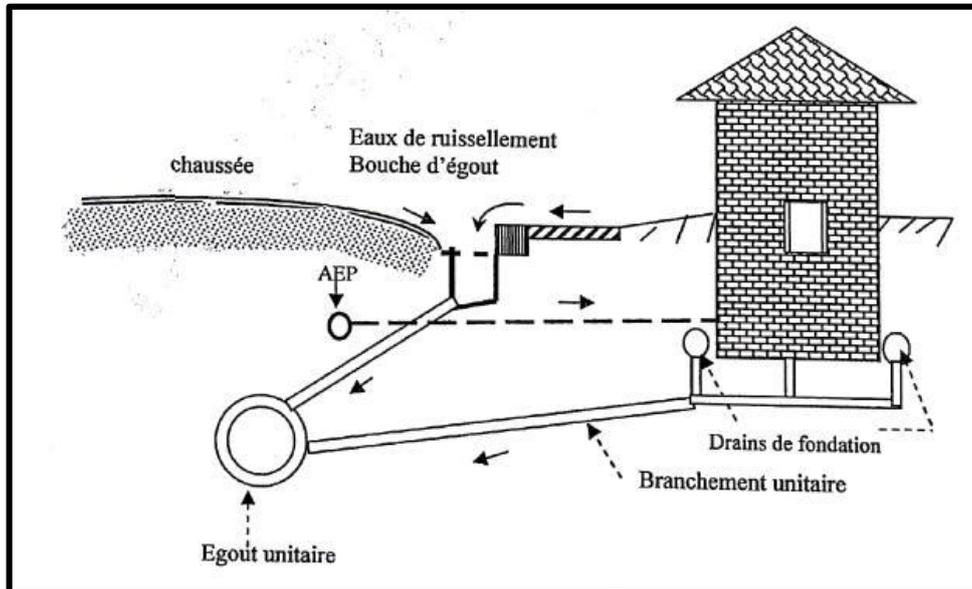


Figure III. 1: Système unitaire

Source (Cours de Mr B. SALAH)

III.2 Système séparatif

Le système séparatif consiste à réserver chaque réseau selon la nature des effluents. Un réseau pour l'évacuation des eaux usées domestiques et industrielles, et un réseau qui assure l'évacuation des eaux pluviales. Il est adopté dans les petites et moyennes agglomérations et dans les extensions des grandes villes.

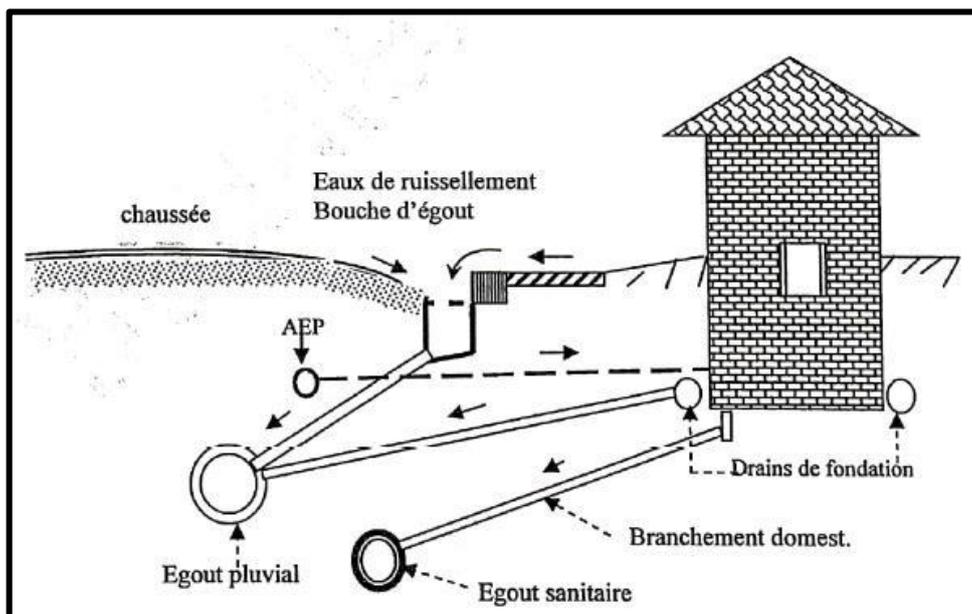


Figure III. 2: Système séparatif

Source (Cours de Mr B.SALAH)

III.3 Système 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.

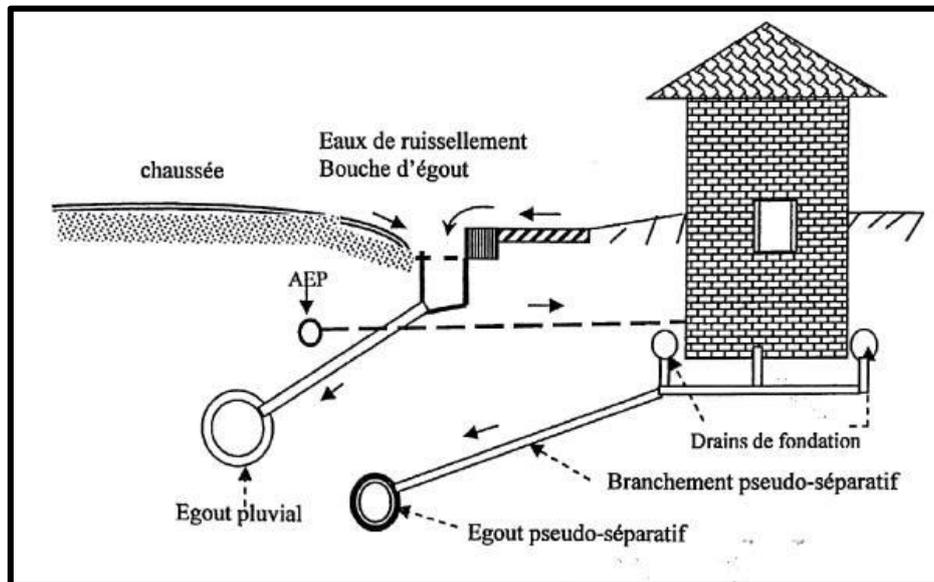


Figure III. 3: Système pseudo séparatif Source (Cours de Mr B.SALAH)

IV. Choix du système d'évacuation

Les critères du choix du système d'assainissement sont :

- L'aspect économique : Une étude comparative de plusieurs variantes est nécessaire
- Il faut tenir compte du système existant.
- La topographie du terrain naturel.
- Respecter la qualité des rejets dans le milieu naturel
- Urbanistiques (répartition des quartiers résidentiels, commerciaux, et industriels, etc....).
- Prendre en considération les réseaux voisins et leurs positions en profondeur (conduites d'eaux potable, canalisation de gaz, câbles électriques ou téléphoniques, etc.).

Pour notre cas, le système unitaire est le plus convenable en tenant compte de l'aspect économique et technique (faible encombrement du sous-sol et une conception simple du réseau).

V. Schémas d'évacuation

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

V.1 Schéma perpendiculaire

Ce schéma est adopté pour les réseaux des eaux pluviales dans les systèmes séparatifs, car le rejet se fait directement dans le cours d'eau le plus proche sans traitement. Il permet un tracé très économique et qui ne nécessite pas de grosses sections.

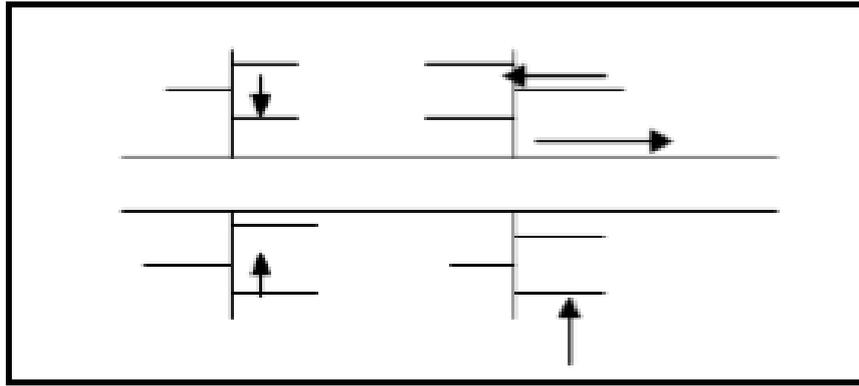


Figure III. 4: Schéma perpendiculaire

V.2 Schéma par déplacement latéral

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

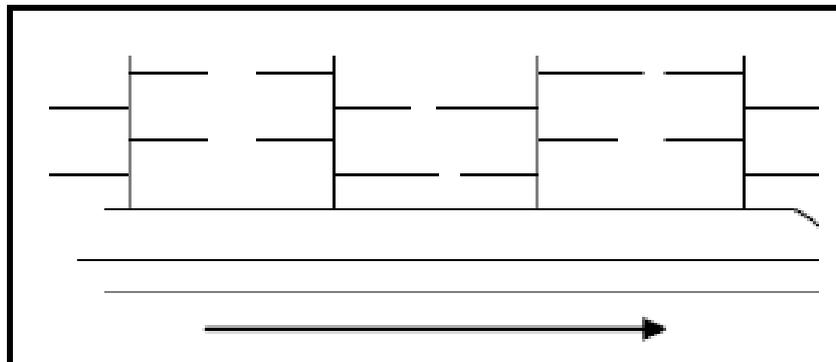


Figure III. 5: Schéma par déplacement latéral.

V.3 Schéma transversal ou oblique

Il comporte des réseaux secondaires ramifiés sur le ou les collecteurs principaux, ceux-ci disposent ainsi d'une pente plus forte et permettent de reporter facilement, par gravité, l'ensemble effluents à l'aval de l'agglomération.

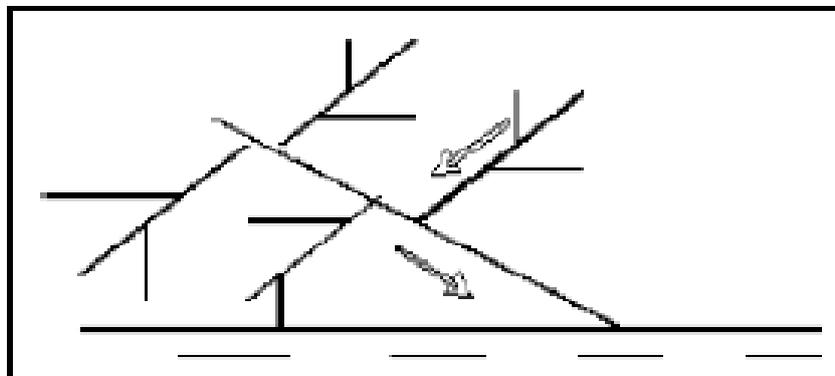


Figure III. 6: Schéma transversal ou oblique.

V.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.

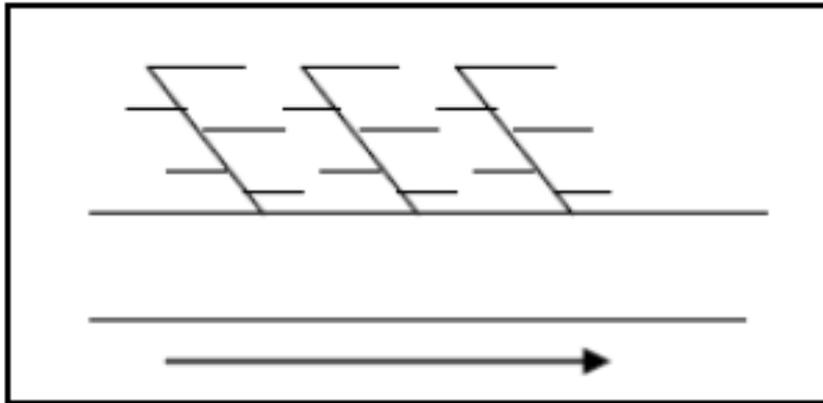


Figure III. 7: Schéma par zones étagées

V.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.

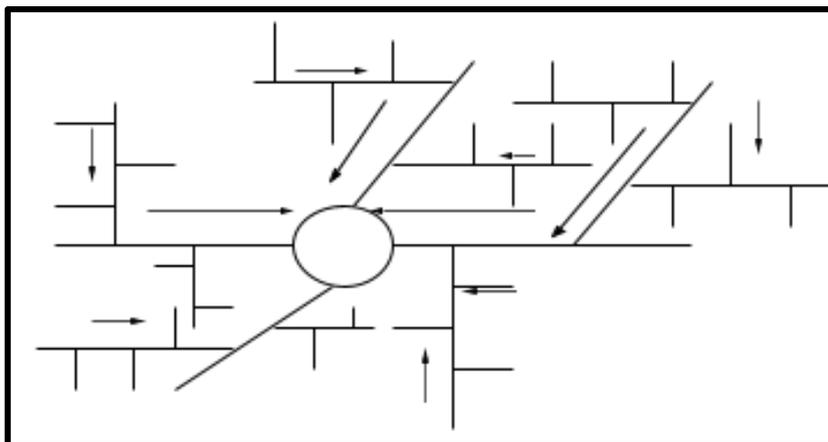


Figure III. 8 : Schéma radial

VI. Choix de 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.

Dans notre zone d'étude, en tenant compte du réseau existant et la position de point de rejet par rapport l'agglomération, on a opté pour un schéma d'évacuation par déplacement latéral.

VII. Découpage de la superficie d'étude urbanisée en surfaces élémentaires

Le découpage du site en surfaces élémentaires doit être fait selon :

- les courbes de niveau.
- les pentes.
- les routes et voiries existantes.
- la densité des habitants.

Le nombre des sous bassins obtenu par le découpage de notre aire d'étude est cinq sous bassins.

VIII. Evaluation du coefficient de ruissellement

Il représente le volume d'eau qui ruisselle sur le volume d'eau tombé sur la surface à drainer, sa valeur varie entre 0.05 à 1 qui dépend des facteurs suivants :

- 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.

Suivant la nature des surfaces ou la densité de population et par catégorie d'urbanisation, on pourra se référer aux valeurs fournies à titre indicatif dans les tableaux ci-dessous :

Tableau III. 2: Coefficient de ruissellement en fonction de la nature des surfaces

Nature de la surface	Valeurs du coefficient de ruissellement
Toits en métal, tuile, ardoise	0.90
Chaussée avec peu de joints	0.85 – 0.90
Pavés en pierres naturelles, briques avec joints cimentés	0.75 – 0.85
Pavage en blocage	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

Tableau III. 3: Coefficient de ruissellement en fonction de la densité de population

Densité de population par hectare	Coefficient de ruissellement
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

Tableau III. 4: Coefficients de ruissellement en fonction de la catégorie d'urbanisation

Zone d'urbanisation	Coefficient de ruissellement
Habitation très dense	0.90
Habitation dense	0.60 – 0.70
Habitation moins dense	0.40 – 0.50
Quartier résidentiel	0.20 – 0.30
Squares, jardins, prairies	0.05 – 0.20

VIII.1 Calcul du coefficient de ruissellement pour chaque sous bassins

Les valeurs de coefficient de ruissellement pondéré sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau III. 5 : Coefficient de ruissellement pour chaque bassin versant.

N SB	Ai (ha)	Cri
1	5,52	0,513
2	8,65	0,75
3	4,4	0,5
4	4,34	0,75
5	3,99	0,75

VIII.2 Calcul du coefficient de ruissellement pondéré total

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

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

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

$$C_{rp} = \frac{17.75}{26.9} = 0.66$$

VIII.3 Calcul de la densité partielle

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

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

Avec :

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

C_{ri} : Coefficient de ruissellement partiel.

P : Population globale à l'horizon de calcul.

C_{rp} : Coefficient de ruissellement pondéré.

A : Surface totale en (ha).

VIII.4 Calcul du nombre d'habitant de chaque sous bassin

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

$$P_i = D_i \times A_i \quad (\text{III.4})$$

Avec :

P_i : Population partielle du sou bassin.

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

A_i : Surface du sous bassin en (ha).

Tableau III. 6 : Répartition de population dans chaque sous bassin.

N° SB	Ai (ha)	Cri	Di (hab/ha)	Pi (hab)
1	5,52	0,51	322	1775
2	8,65	0,75	472	4085
3	4,4	0,5	315	1385
4	4,34	0,75	472	2049
5	3,99	0,75	472	1884
Total	26,9		2046	11178

IX. Conclusion

Ce chapitre nous a permis de fixer les choix suivants :

- ✓ L'horizon de calcul sera 2051, soit une population de future de 11178 habitants.
- ✓ Le système d'assainissement adopté étant du type unitaire.
- ✓ Découpage de la zone d'étude en 05 sous bassins.
- ✓ Le schéma d'évacuation est le schéma par déplacement latéral

Chapitre IV

Evaluation des débits des eaux usées et pluviales

I. Introduction

Le réseau d'assainissement a pour but d'assurer la collecte et l'évacuation des eaux pluviales et les eaux usées d'origine diverse hors agglomération. Ce réseau doit être étanche et fiable, pour cela, un dimensionnement correct est recommandé. Cette étape nécessite une bonne évaluation des débits d'eaux usées provenant essentiellement des habitations et lieux d'activités et les eaux pluviales.

II. Nature et origine des eaux usées

Les eaux usées sont produit par l'ensemble des activités humaines, la nature 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.

II.1 Eaux usées domestiques

Ces eaux usées provenant des différents usages domestiques, sont essentiellement porteuses de pollution organique. Elles se répartissent en :

- 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.

II.2 Eaux usées des services publics

Les eaux usées du service public proviennent essentiellement du lavage des espaces publics. Elles sont recueillies par les ouvrages de collecte des eaux pluviales, sauf dans le cas d'un système unitaire. Les autres besoins publics seront pris en compte avec les besoins domestiques.

II.3 Eaux usées d'origine industrielles

Ces eaux proviennent des usines, leurs compositions se diffère selon la nature de production, elles peuvent contenir :

- Des matières organiques, azotées ou phosphorées
- Des produits toxiques.
- Des solvants.
- Des métaux lourds.
- Des micropolluants organiques.
- Des hydrocarbures...

Toutefois, certaines de ces eaux usées font l'objet d'un prétraitement de la part de l'industrie avant d'être rejetées dans réseaux de collecte pour éviter d'endommager et diminuer la durée de vie du réseau.

Notre agglomération ne comporte aucune industrie donc ces eaux usées ne sont pas prises en compte.

III. Estimation des débits des eaux usées

L'évaluation des débits d'eaux usées rejetées dépend de la consommation en eau potable de l'agglomération qui est en fonction de type et de nature de l'agglomération et les diverses catégories d'urbanisation (établissements publics et privés, industries, usines ...).

III.1 Evaluation des 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 A.P.C de ATTATBA), nous considérons que l'eau rejetée dans le réseau d'évacuation est de 80% de l'eau consommée.

- **Débit moyen journalier**

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

$$Q_{moy.j} = \frac{N \times D \times K_r}{86400} \quad (\text{IV.1})$$

Avec :

$Q_{moy.j}$: Débit moyen journalier des eaux usées domestiques en (L/s).

N : Nombre d'habitants à l'horizon d'étude (hab).

D : Dotation journalière prise égale à 150 l/j hab.

K_r : Coefficient de rejet pris égal à 80% de la quantité d'eau potable consommée.

- **Débit de pointe**

Le débit d'eaux usées rejetées est variable dans la journée selon les activités et le mode de vie des habitations, d'où on est appelé à déterminer le débit de pointe qu'il est donné par la formule qui suit :

$$Q_{pte} = K_p \times Q_{moy.j} \quad (\text{IV.2})$$

Avec :

Q_{pte} : Débit de pointe des eaux usées domestiques (L/s).

$Q_{moy.j}$: Débit de pointe des eaux usées domestiques (L/s).

K_p : Coefficient de pointe.

Où :

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

$$K_p = 3 \quad \text{Si } Q_{moy.j} \leq 2.8 \text{ l/s}$$

Tableau IV. 1: Détermination des débits de pointe d'eaux usées pour l'ensemble des sous bassins

N°SB	N	K_r	D (l/j/hab)	$Q_{moy.j}$ (l/s)	K_p	Q_{pte} (l/s)	$Q_{pte}(m^3/s)$
1	1775	0,8	150	2,47	3	7,40	0,0074
2	4085	0,8	150	5,67	2,55	14,46	0,0145
3	1385	0,8	150	1,92	3	5,77	0,0058
4	2049	0,8	150	2,85	2,98	8,49	0,0085
5	1884	0,8	150	2,62	3	7,85	0,0079

III.2 Evaluation des eaux usées des équipements 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'usager.

- **Débit moyen journalier**

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

$$Q_{moy.j} = \frac{N_u \times D_{\acute{e}q} \times K_r}{86400} \quad (\text{IV.3})$$

Avec :

$Q_{moy.j}$: Débit moyen journalier des eaux usées des équipements publics en (L/s).

N : Nombre des usagers (des unités) concernés par chaque service.

D : Dotation de la consommation journalière d'eau potable (L/j/unité).

K_r : Coefficient de rejet pris égal à 80% de la quantité d'eau potable consommée.

- **Débit de pointe**

Le débit de pointe est calculé par la formule suivante :

$$Q_{pte} = K_p \times Q_{moy.j} \quad (\text{IV.4})$$

Avec :

Q_{pte} : Débit de pointe des eaux usées des équipements publics (L/s).

$Q_{moy.j}$: Débit de pointe des eaux usées des équipements publics (L/s).

K_p : Coefficient de pointe.

Tableau IV. 2: Evaluation des débits des eaux usées des équipements pour chaque sous bassin.

N°SB	Equipement	Unité de mesure	N_u	$D_{\acute{e}q}$ (l/j/unité)	K_r	$Q_{moy.j}$ (l/s)	K_p	Q_{pte} (l/s)	Q_{pte} (m ³ /s)
3	Ecole primaire	Elève	218	20	0,8	0,040	3	0,12	0,00012
	Mosquée	Fidèle	350	10	0,8	0,032	3	0,10	0,00010
	Terrain de sport	m2	4176	5	0,8	0,193	3	0,58	0,00058

III.3 Débits totaux des eaux usées à évacuer

Les débits totaux à évacuer pour chaque sous bassins sont illustrés dans le tableau ci-dessous :

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

N°SB	A (ha)	$Q^{\text{dom}}_{\text{moy,j}}$	$Q^{\text{dom}}_{\text{pte}}$	$Q_{\text{éq}}$ (l/s)	Q^{eu}_{T} (l/s)	Q^{eu}_{T} (m ³ /s)
1	5,52	2,47	7,40	-	7,40	0,0074
2	8,65	5,67	14,46	-	14,46	0,0145
3	4,4	1,92	5,77	0,8	6,57	0,0066
4	4,34	2,85	8,49	-	8,49	0,0085
5	3,99	2,62	7,85	-	7,85	0,0079

IV. Evaluation des eaux pluviales

Les eaux pluviales sont en générale les eaux de ruissellement tel que les eaux de pluie, les eaux de lavage des rues et les eaux de drainage. Ces eaux sont acheminées et évacuées dans le réseau d'assainissement afin d'éviter les risques d'inondations et leurs conséquences sur l'environnement.

La quantification des eaux de ruissellement est obtenue par l'application de différentes méthodes, les plus utilisés sont la méthode rationnelle ou la méthode superficielle.

IV.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, au fur et à mesure de l'avancement du calcul, les temps de concentration aux divers points caractéristiques du parcours d'un réseau.

De ce point de vue, la méthode rationnelle elle est fondée sur la proportionnalité et la linéarité de la transformation pluie-débit, exprimées par la relation suivante :

$$Q = C_r \times i \times A \text{ (IV.5)}$$

Cependant, on tient compte que l'intensité n'est pas uniforme (ça veut dire que l'averse a un épïcêtre 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 :

$$Q = \alpha \times C_r \times i \times A \text{ (IV.6)}$$

Avec :

Q : Débit d'eau de ruissellement (l/s)

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

C_r : Coefficient de ruissellement.

i : Intensité moyenne de précipitation (l/s/ha)

A : Superficie de l'aire à drainer (ha)

• Hypothèses de la méthode rationnelle

La méthode rationnelle repose sur les hypothèses suivantes :

- L'intensité de l'averse en mm/h est uniforme, dans le temps et dans l'espace, sur l'ensemble du bassin drainé.
- Le coefficient de ruissellement est invariable d'une averse à l'autre.
- Le débit de pointe est observé à l'exutoire seulement si la durée de l'averse est supérieure au temps de concentration du bassin versant.
- Le débit de pointe est proportionnel à l'intensité moyenne sur une durée égale au temps de concentration du bassin versant.

• Validité de la méthode rationnelle

Cette méthode s'applique généralement pour des surfaces limitées (Inferieures à 10ha) où elle donne des meilleurs résultats du fait de la bonne estimation du coefficient de ruissellement, ainsi elle est applicable pour des surfaces où le temps de concentration ne dépasse pas 30 minutes.

• Temps de concentration

Le temps de concentration d'un bassin versant est défini comme étant le temps mis par la goutte d'eau la plus éloignée, en durée d'écoulement, pour atteindre le collecteur qui doit évacuer l'apport de la surface considérée.

Le temps de concentration t_c en (mn) est donné par :

$$t_c = t_1 + t_2 + t_3 \text{ (IV.7)}$$

Avec :

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

$$t_1 = \frac{L}{60V} \text{ (Min) (IV.8)}$$

Avec :

L : longueur de canalisation (m).

V : vitesse d'écoulement (m/s)

- ❖ 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 ne comportant pas de canalisations :

$$t_3 = \frac{L}{11\sqrt{I}} \text{ (IV.9)}$$

Avec :

L : Parcours superficiel de l'eau dans le bassin (km).

I : Pente moyenne du parcours (%).

Trois cas peuvent être envisagés :

- Le bassin ne comporte pas de canalisation : $t_c = t_3$
- Le bassin comporte un parcours superficiel, puis une canalisation : $t_c = t_1 + t_3$
- Le bassin est urbanisé et comporte une canalisation : $t_c = t_1 + t_2$

Dans le cas général, pour les zones peu allongées caractérisées par un plus long parcours L de l'eau, le temps de concentration donné par la relation suivante :

$$t_c = 3.98 \times \left[\frac{L}{\sqrt{I}}\right]^{0.77} \text{ (IV.10)}$$

Avec :

L : cheminement hydraulique le plus long (km).

I : Pente moyenne du chemin parcouru (%).

• **Coefficient réducteur de l'intensité**

Le coefficient réducteur tient compte de la répartition spatiale des précipitations, il a pour rôle d'uniformiser l'intensité sur toute la surface du bassin. Ce coefficient peut être déterminé d'après une loi de répartition de pluie :

❖ Pour des bassins longs (rectangles étroits, ...) ; ce coefficient sera égal à :

$$\alpha = 1 - 0.006 \times \sqrt{\frac{d}{2}} \quad (\text{IV.11})$$

❖ Pour des bassins ramassés (carrés, cercles, ...) :

$$\alpha = 1 - 0.005 \times \sqrt{\frac{d}{2}} \quad (\text{IV.12})$$

Avec :

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

IV.2 La méthode superficielle (Caquot)

Le modèle de Caquot ou la méthode superficielle est une forme globaliste de la méthode rationnelle.

D'une manière générale, en faisant intervenir tous les mécanismes de l'écoulement, cette méthode permet de calculer, aux divers points caractéristiques des tronçons, le débit de pointe qui servira à la détermination ultérieure des dimensions hydrauliques des ouvrages évacuateurs.

Elle s'écrit sous la forme :

$$Q_p = K^{\frac{1}{\mu}} \times C_r^{\frac{1}{\mu}} \times I^{\frac{v}{\mu}} \times A^{\frac{w}{\mu}} \quad (\text{IV.13})$$

Avec :

Q_p : débit pluvial de pointe, en (m³/s).

C : est le coefficient de ruissellement du sous bassin considéré.

I : la pente moyenne calculée selon le plus long cheminement hydraulique (m/m).

K, μ , v, w : coefficient d'expression et sont donnés par les relations suivantes :

$$K = \frac{a \times \mu^b}{6(\beta + \delta)} \quad (\text{IV.14})$$

$$\mu = 1 - b \times f \quad (\text{IV.15})$$

$$v = c \times b \quad (\text{IV.16})$$

$$w = 1 - \varepsilon + d \times b \quad (\text{IV.17})$$

Avec :

- a et b : sont des paramètres en fonction de la période de retour selon les courbes IDF, ils sont donnés par la relation suivante :

$$I(t) = a \times t^b \quad (\text{IV.18})$$

- ε : abattement spatial en fonction du temps de concentration sur le bassin versant.
- $(\beta + \delta)$: représente l'effet de stockage et d'écrêtement.
- μ : coefficient d'ajustement de la forme du bassin, donnée par :

$$\mu = 0.28 \times M^{0.84} \quad (\text{IV.19})$$

Avec :

M : coefficient d'allongement qui caractérise la forme du bassin-versant.

$$M = \frac{L}{\sqrt{S_c}} \quad (\text{IV.20})$$

L : la longueur du plus long chemin hydraulique (m).

S_c : étant la surface du carré équivalent qui est égale à celle du bassin (m²).

- **Validité de la méthode superficielle**

Les limites de la méthode superficielle sont :

- la superficie doit être inférieure à 200ha ($A < 200\text{ha}$).
- La pente doit être comprise entre $(0,2 < I < 5)\%$.
- Le coefficient de ruissellement ($0,2 < C_r < 1$).
- Le coefficient d'allongement ($M > 0,8$).

IV.3 Choix de la méthode

Pour l'estimation des débits d'eaux pluviales, on a adopté la méthode rationnelle du point de vue des caractéristiques de notre agglomération et des conditions de validité qui sont respectées sur tous les sous bassins.

IV.4 Calcul des débits pluviaux

On applique la méthode rationnelle pour calculer les débits pluviaux pour chaque sous bassin avec un coefficient α égale à 1 (Vu que les surfaces élémentaires sont faibles, les valeurs du coefficient α s'approchent de l'unité).

Les résultats de calcul des débits pluviaux et les débits totaux pour chaque surface élémentaire sont reportés respectivement dans les tableaux suivants :

Tableau IV. 4: évaluation des débits pluvieux pour chaque sous bassin.

N°SB	A (ha)	C_r	α	i (l/s/ha)	Q_{pluv} (l/s)	Q_{pluv} (m ³ /s)
1	5,52	0,51	1	160	451,13	0,45
2	8,65	0,75	1	160	1038,00	1,04
3	4,4	0,5	1	160	352,00	0,35
4	4,34	0,75	1	160	520,80	0,52
5	3,99	0,75	1	160	478,80	0,48

V. Calcul des débits totales pour chaque sous bassin

Tableau IV. 5: débits totaux pour chaque sous bassin.

N°SB	A (ha)	Q_{pluv} (l/s)	Q^{eu}_{T} (l/s)	Q_{T} (l/s)	Q_{T} (m ³ /s)
1	5,52	451,13	7,40	458,53	0,46
2	8,65	1038,00	14,46	1052,46	1,05

3	4,4	352,00	6,57	358,57	0,36
4	4,34	520,80	8,49	529,29	0,53
5	3,99	478,80	7,85	486,65	0,49

VI. Conclusion

Dans ce chapitre, on a calculé les débits à évacuer dans chaque sous bassin, d'après les résultats obtenus, on remarque que les débits d'eaux usées ne représentent qu'une faible fraction des débits pluviaux. Cette partie nous permis de procéder au calcul hydraulique.

Chapitre V

**Calcul hydraulique du réseau
d'assainissement**

I. Introduction

Après avoir déterminé les débits des eaux usées et les eaux pluviales, il faut effectuer les calculs hydrauliques adéquats pour dimensionner le réseau, autrement dit, déterminer les sections des collecteurs nécessaires pour évacuer leurs débits.

La conception d'un réseau d'assainissement doit prendre en considération les critères suivants :

- Eviter les mises en charge et les débordements en assurant la protection du milieu contre la pollution.
- Le transport des eaux usées dans des conditions d'hygiène satisfaisantes.
- L'évacuation rapide des matières fécales hors de l'habitation.

II. Conditions d'écoulement et de dimensionnement

L'écoulement dans les réseaux d'assainissement est généralement gravitaire qui dépend de la topographie du terrain naturel, le réseau doit assurer l'évacuation des sables contenues dans l'effluents afin d'éviter leurs décantation et dépôt dans les canalisations pour cette raison, l'écoulement doit avoir une vitesse qui permet l'auto-curage.

Les conditions d'auto-curage permettent d'éviter les obstructions, la formation de H₂S et leurs conséquences, donc elles doivent être satisfaites dans le réseau.

- Une vitesse minimale de 0.6 m/s pour le (1/10) du débit de pleine section.
- Une vitesse de 0.3 m/s pour le (1/100) de ce même débit.

La vitesse d'écoulement ainsi ne doit pas dépasser des vitesses de l'ordre de (4 à 5) m/s pour éviter l'abrasion des tuyaux et la dégradation des joints sur les canalisations circulaires.

III. Mode de calcul

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

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

Avec :

- ✓ Q : le débit (m³/s)
- ✓ V : Vitesse d'écoulement (m/s)
- ✓ S : Section mouillée (m²)

Les ouvrages sont calculés suivant une formule d'écoulement résultant de celle de CHEZY, où la vitesse d'écoulement est calculée par l'expression suivante :

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

Avec :

- ✓ V : Vitesse d'écoulement (m/s).
- ✓ I : Pente en (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 (m²).
- P_m : le périmètre mouillé (m).

- ✓ C : coefficient de Chézy, qui dépend des paramètres hydrauliques et géométriques de l'écoulement et donné par l'expression suivantes :

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

Où :

K : Coefficient de rugosité (de Manning-Strickler).

D'où on déduit la vitesse exprimée par formule de Manning-Strickler :

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

Et on tire l'expression du débit :

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

D'où le diamètre pour les canalisations circulaires est calculé par la formule :

$$D_{cal} = \left[\frac{3.82 \times Q}{K \times I^{1/2}} \right]^{\frac{3}{8}} \quad (\text{V.7})$$

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

$$Q_{ps} = V_{ps} \times \frac{\pi \times D_n^2}{4} \quad (\text{V.8})$$

Avec :

D_n : diamètre normalisé en (m).

Le rapport des débits est donc :

$$r_Q = \frac{Q}{Q_{ps}} \quad (\text{V.9})$$

Les vitesses réelles sont calculées par la relation suivante :

$$V = V_{ps} \times r_v \quad (\text{V.10})$$

Avec :

r_v : le rapport des vitesses.

V_{ps} : vitesse à plein section (m/s).

La hauteur de remplissage est calculée par la relation suivante :

$$H = D_n \times r_h \quad (\text{V.11})$$

Avec :

r_h : le rapport des hauteurs.

IV. Dimensionnement du réseau d'assainissement

Les résultats de calcul hydraulique et de dimensionnement du réseau d'évacuation d'eaux usées et pluviales sont présentés dans les tableaux suivants :

Tableau V. 1: Collecteur principal N°01

Collecteur	L(m)	p (%)	Q (m ³ /s)	D _{cal} (mm)	D _{nor} (mm)	Q _{ps}	r _Q	r _v	r _h	H (mm)	V _{auto} (m/s)	Condition d'auto-curage
R1-R2	10,11	4	0,01	96,71	300	0,19	0,05	0,50	0,15	44,36	0,93	Vérifié
R2-R3	11,75	4	0,02	128,82	300	0,19	0,10	0,67	0,23	68,62	0,93	Vérifié
R3-R4	12,83	4	0,03	153,05	300	0,19	0,17	0,77	0,29	85,58	0,93	Vérifié
R4-R5	12,86	4	0,04	172,20	300	0,19	0,23	0,82	0,33	98,26	0,93	Vérifié
R5-R6	27,33	4	0,07	204,09	300	0,19	0,36	0,90	0,41	123,04	0,93	Vérifié
R6-R7	35,97	4	0,10	236,39	300	0,19	0,53	1,02	0,52	156,28	0,93	Vérifié
R7-R8	16,04	4	0,11	248,66	300	0,19	0,61	1,06	0,56	169,47	0,93	Vérifié
R8-R9	25,16	4	0,14	266,10	300	0,19	0,73	1,09	0,63	188,50	0,93	Vérifié
R9-R10	17,02	4	0,15	276,89	300	0,19	0,81	1,10	0,68	202,88	0,93	Vérifié
R10-R11	17	4	0,17	287,01	300	0,19	0,89	1,11	0,74	221,39	0,93	Vérifié
R11-R12	10,92	4	0,18	293,21	300	0,19	0,94	1,12	0,79	236,24	0,93	Vérifié
R12-R13	22,79	4	0,22	319,41	400	0,41	0,55	1,03	0,53	212,95	1,49	Vérifié
R13-R14	15,95	4	0,23	323,57	400	0,41	0,57	1,04	0,54	217,43	1,49	Vérifié
R14-R15	22,2	4,63	0,27	334,44	400	0,44	0,62	1,06	0,57	229,03	1,65	Vérifié
R15-R16	25,77	1,1	0,28	445,42	500	0,39	0,73	1,09	0,63	316,45	0,89	Vérifié
R16-R17	21,12	1,1	0,29	451,45	500	0,39	0,76	1,10	0,65	323,97	0,89	Vérifié
R17-R18	25,16	4	0,31	359,89	400	0,41	0,75	1,10	0,64	257,55	1,49	Vérifié
R18-R19	23,28	2,2	0,34	418,15	500	0,55	0,62	1,06	0,57	286,40	1,45	Vérifié
R19-R20	13,51	2,8	0,35	402,58	500	0,62	0,56	1,04	0,54	269,76	1,72	Vérifié
R20-R21	10,05	0,8	0,35	511,88	600	0,54	0,65	1,08	0,59	354,42	0,98	Vérifié

R21-R22	22,74	0,8	0,36	517,92	600	0,54	0,68	1,08	0,60	360,92	0,98	Vérifié
R22-R23	12,4	3,3	0,37	399,56	500	0,67	0,55	1,03	0,53	266,51	1,93	Vérifié
R23-R24	25,04	2,2	0,38	436,46	500	0,55	0,70	1,09	0,61	306,11	1,45	Vérifié
R24-R25	10,29	3	0,39	413,84	500	0,64	0,60	1,06	0,56	281,81	1,80	Vérifié
R25-R26	23,65	1,1	1,08	734,13	800	1,35	0,80	1,10	0,67	534,63	1,96	Vérifié
R26-R27	21,3	4	1,09	578,39	600	1,20	0,91	1,12	0,75	452,56	2,98	Vérifié
R27-R28	16,27	1,4	1,11	709,35	800	1,53	0,73	1,09	0,63	502,36	2,29	Vérifié
R28-R29	30,62	1,47	1,12	706,44	800	1,56	0,72	1,09	0,62	498,97	2,36	Vérifié
R29-R30	30,12	1,1	1,14	749,58	800	1,35	0,84	1,11	0,70	559,45	1,96	Vérifié
R30-R31	18,27	4	1,15	590,16	600	1,20	0,96	1,12	0,80	482,55	2,98	Vérifié
R31-R32	21,1	0,4	1,36	969,01	1000	1,48	0,92	1,12	0,77	766,25	1,41	Vérifié
R32-DO	20,86	0,4	2,74	1201,19	1200	2,98	0,92	1,12	0,77	997,28	1,94	Vérifié

Tableau V. 2: Collecteur secondaire N°01

Collecteur	L(m)	p (%)	Q (m ³ /s)	D _{cal} (mm)	D _{nor} (mm)	Q _{ps}	r _Q	r _v	r _h	H (mm)	V _{auto} (m/s)	Condition d'auto-curage
R33-R34	16,59	4	0,02	116,59	300	0,19	0,08	0,61	0,20	59,42	0,93	Vérifié
R34-R35	19,73	4	0,03	155,92	300	0,19	0,17	0,78	0,29	87,48	0,93	Vérifié
R35-R36	16,75	4	0,05	179,59	300	0,19	0,25	0,84	0,34	103,36	0,93	Vérifié
R36-R37	34,05	4	0,08	216,12	300	0,19	0,42	0,94	0,45	134,69	0,93	Vérifié
R37-R38	13,49	4	0,09	228,08	300	0,19	0,48	0,99	0,49	147,28	0,93	Vérifié
R38-R39	20,87	4	0,11	244,74	300	0,19	0,58	1,05	0,55	165,28	0,93	Vérifié

R39-R40	20,43	4	0,13	259,40	300	0,19	0,68	1,08	0,60	180,94	0,93	Vérifié
R40-R41	23,76	4	0,15	274,88	300	0,19	0,79	1,10	0,67	199,87	0,93	Vérifié
R41-R42	26,1	4	0,17	290,36	300	0,19	0,92	1,12	0,76	229,03	0,93	Vérifié
R42-R12	43,2	4	0,21	313,31	400	0,41	0,52	1,01	0,52	206,34	1,49	Vérifié

Tableau V. 3: Collecteur secondaire N°02

Collecteur	L(m)	p (%)	Q (m ³ /s)	D _{cal} (mm)	D _{nor} (mm)	Q _{ps}	r _Q	r _v	r _h	H (mm)	V _{auto} (m/s)	Condition d'auto-curage
R43-R44	29,23	0,8	0,03	193,82	300	0,08	0,31	0,87	0,38	114,16	0,34	Vérifié
R44-R45	41,94	0,8	0,06	270,60	300	0,08	0,76	1,10	0,65	194,04	0,34	Vérifié
R45-R46	28,68	4	0,08	222,16	300	0,19	0,45	0,96	0,47	140,96	0,93	Vérifié
R46-R47	15,17	4	0,10	235,33	300	0,19	0,52	1,01	0,52	155,13	0,93	Vérifié
R47-R48	40,11	4	0,11	241,83	300	0,19	0,56	1,04	0,54	162,16	0,93	Vérifié
R48-R49	25,05	4	0,13	257,74	300	0,19	0,67	1,08	0,60	179,14	0,93	Vérifié
R49-R50	12,34	4	0,14	266,89	300	0,19	0,73	1,09	0,63	189,44	0,93	Vérifié
R50-R51	35,11	4	0,54	444,84	500	0,74	0,73	1,09	0,63	315,75	2,21	Vérifié
R51-R52	35,73	4	0,56	450,11	500	0,74	0,76	1,10	0,64	322,26	2,21	Vérifié
R52-R53	13,41	4	0,57	455,38	500	0,74	0,78	1,10	0,66	329,23	2,21	Vérifié
R53-R54	34,6	4	0,58	457,32	500	0,74	0,79	1,10	0,66	331,97	2,21	Vérifié
R54-R25	35,41	4	0,68	484,94	500	0,74	0,92	1,12	0,77	384,18	2,21	Vérifié

Tableau V. 4: Collecteur secondaire N°03

Collecteur	L(m)	p (%)	Q (m ³ /s)	D _{cal} (mm)	D _{nor} (mm)	Q _{ps}	r _Q	r _v	r _h	H (mm)	V _{auto} (m/s)	Condition d'auto-curage
R55-R56	23	4	0,002	54,162	300	0,19	0,01	0,30	0,06	19,23	0,93	Vérifié
R56-R27	29,43	1,5	0,013	133,143	300	0,12	0,11	0,69	0,24	71,78	0,50	Vérifié

Tableau V. 5: Collecteur secondaire N°04

Collecteur	L(m)	p (%)	Q (m ³ /s)	D _{cal} (mm)	D _{nor} (mm)	Q _{ps}	r _Q	r _v	r _h	H (mm)	V _{auto} (m/s)	Condition d'auto-curage
R57-R58	40,43	1	0,02	162,44	300	0,09	0,19	0,80	0,31	91,78	0,39	Vérifié
R58-R59	22,18	0,8	0,04	233,91	400	0,18	0,24	0,83	0,33	133,95	0,50	Vérifié
R59-R60	12,65	0,8	0,06	259,33	400	0,18	0,31	0,88	0,38	152,95	0,50	Vérifié
R60-R61	27,09	3,6	0,10	244,39	300	0,18	0,58	1,04	0,55	164,91	0,86	Vérifié
R61-R62	29,33	4	0,12	253,50	300	0,19	0,64	1,07	0,58	174,61	0,93	Vérifié
R62-R63	35,04	4	0,17	286,57	300	0,19	0,89	1,11	0,73	220,44	0,93	Vérifié
R63-R64	23,87	4	0,19	300,03	400	0,41	0,46	0,97	0,48	192,00	1,49	Vérifié
R64-R31	16,78	4	0,20	308,65	400	0,41	0,50	1,00	0,50	201,29	1,49	Vérifié

Tableau V. 6: Collecteur secondaire N°05

Collecteur	L(m)	p (%)	Q (m ³ /s)	D _{cal} (mm)	D _{nor} (mm)	Qps	r _Q	r _v	r _h	H (mm)	V _{auto} (m/s)	Condition d'auto-curage
R65-R66	16,47	4	0,01	92,73	300	0,19	0,04	0,47	0,14	41,46	0,93	Vérifié
R66-R67	29,14	4	0,02	119,80	300	0,19	0,09	0,63	0,21	61,86	0,93	Vérifié
R67-R14	26,93	4	0,03	149,63	300	0,19	0,16	0,76	0,28	83,29	0,93	Vérifié

Tableau V. 7 : Collecteur secondaire N°06

Collecteur	L(m)	p (%)	Q (m ³ /s)	D _{cal} (mm)	D _{nor} (mm)	Qps	r _Q	r _v	r _h	H (mm)	V _{auto} (m/s)	Condition d'auto-curage
R68-R69	18,76	1,06	0,009	124,030	300	0,10	0,09	0,65	0,22	65,05	0,40	Vérifié
R69-R18	24,53	2,2	0,021	147,942	300	0,14	0,15	0,75	0,27	82,15	0,63	Vérifié

Tableau V. 8: Collecteur secondaire N°07

Collecteur	L(m)	p (%)	Q (m ³ /s)	D _{cal} (mm)	D _{nor} (mm)	Qps	r _Q	r _v	r _h	H (mm)	V _{auto} (m/s)	Condition d'auto-curage
R81-R82	10,01	1,62	0,01	94,13	300	0,12	0,05	0,48	0,14	42,47	0,52	Vérifié
R82-R83	9,59	4	0,01	102,40	300	0,19	0,06	0,53	0,16	48,60	0,93	Vérifié
R83-R84	8,76	4	0,02	117,68	300	0,19	0,08	0,62	0,20	60,25	0,93	Vérifié
R84-R85	8,79	4	0,02	130,26	300	0,19	0,11	0,68	0,23	69,68	0,93	Vérifié
R85-R86	9,02	4	0,03	141,34	300	0,19	0,13	0,73	0,26	77,61	0,93	Vérifié
R86-R87	8,79	4	0,03	150,91	300	0,19	0,16	0,76	0,28	84,15	0,93	Vérifié
R87-R88	10,6	4	0,04	161,24	300	0,19	0,19	0,80	0,30	90,99	0,93	Vérifié
R88-R89	10,04	0,5	0,09	332,81	400	0,14	0,61	1,06	0,57	227,30	0,37	Vérifié
R89-R90	10,82	0,5	0,09	341,09	400	0,14	0,65	1,08	0,59	236,10	0,37	Vérifié
R90-R91	10,04	3,6	0,10	240,67	300	0,18	0,56	1,03	0,54	160,91	0,86	Vérifié
R91-R92	10,96	4	0,11	241,23	300	0,19	0,56	1,03	0,54	161,52	0,93	Vérifié
R92-R93	10	4	0,11	245,88	300	0,19	0,59	1,05	0,55	166,50	0,93	Vérifié
R93-R94	10,17	4	0,12	250,45	300	0,19	0,62	1,06	0,57	171,37	0,93	Vérifié

R94-R95	11,05	4	0,12	255,27	300	0,19	0,65	1,07	0,59	176,50	0,93	Vérifié
R95-R96	9,08	4	0,13	259,12	300	0,19	0,68	1,08	0,60	180,64	0,93	Vérifié
R96-R97	16,79	2	0,18	337,74	300	0,13	1,37	-1,69	0,32	97,16	0,59	Vérifié
R97-R98	9,09	4	0,19	299,59	300	0,19	1,00	1,12	0,85	254,41	0,93	Vérifié
R98-R99	10,59	4	0,19	303,04	400	0,41	0,48	0,98	0,49	195,23	1,49	Vérifié
R99-R100	10,22	4	0,20	306,31	400	0,41	0,49	0,99	0,50	198,75	1,49	Vérifié
R100-R101	10,44	4	0,21	309,59	400	0,41	0,50	1,00	0,51	202,31	1,49	Vérifié
R101-R102	12,32	4	0,21	313,38	400	0,41	0,52	1,01	0,52	206,42	1,49	Vérifié
R102-R103	10,69	4	0,22	316,62	400	0,41	0,54	1,02	0,52	209,93	1,49	Vérifié
R103-R104	10,15	4	0,22	319,64	400	0,41	0,55	1,03	0,53	213,20	1,49	Vérifié
R104-R105	5,03	4	0,23	321,12	400	0,41	0,56	1,03	0,54	214,79	1,49	Vérifié
R105-R106	10,18	4	0,23	324,08	400	0,41	0,57	1,04	0,54	217,98	1,49	Vérifié
R106-R107	10,85	4	0,24	327,18	400	0,41	0,59	1,05	0,55	221,30	1,49	Vérifié
R107-R108	20,1	4	0,25	332,44	400	0,41	0,61	1,06	0,57	226,90	1,49	Vérifié
R108-R109	8,11	4	0,25	334,51	400	0,41	0,62	1,06	0,57	229,10	1,49	Vérifié
R109-R110	12,2	4	0,26	337,58	400	0,41	0,64	1,07	0,58	232,36	1,49	Vérifié
R110-R111	20,4	3,3	0,27	355,20	400	0,37	0,73	1,09	0,63	251,80	1,30	Vérifié
R111-R112	16,74	4	0,28	346,66	400	0,41	0,68	1,08	0,61	242,12	1,49	Vérifié
R112-R113	20,25	2	0,29	400,22	500	0,52	0,55	1,03	0,53	267,22	1,35	Vérifié
R113-R114	26,11	2,4	0,30	393,39	400	0,31	0,96	1,12	0,80	321,57	1,04	Vérifié
R114-R115	14,18	4	0,69	487,46	500	0,74	0,93	1,12	0,78	390,54	2,21	Vérifié
R115-R116	8,28	4	0,69	488,82	500	0,74	0,94	1,12	0,79	394,09	2,21	Vérifié
R116-R117	8,06	4	0,70	490,14	500	0,74	0,95	1,12	0,80	397,60	2,21	Vérifié
R117-R118	10,43	4	0,70	491,84	500	0,74	0,96	1,12	0,80	402,24	2,21	Vérifié
R118-R119	10,02	4	0,71	493,46	500	0,74	0,97	1,12	0,81	406,78	2,21	Vérifié
R119-R120	8,84	4	0,72	494,88	500	0,74	0,97	1,12	0,82	410,86	2,21	Vérifié
R120-R121	5,77	4	0,72	495,81	500	0,74	0,98	1,12	0,83	413,55	2,21	Vérifié
R121-R122	11,48	4	0,78	510,01	600	1,20	0,65	1,07	0,59	352,43	2,98	Vérifié

R122-R123	16,5	4	0,79	512,52	600	1,20	0,66	1,08	0,59	355,11	2,98	Vérifié
R123-R124	11,04	4	0,79	514,19	600	1,20	0,66	1,08	0,59	356,90	2,98	Vérifié
R124-R125	10,77	3,8	0,80	520,80	600	1,17	0,69	1,08	0,61	364,06	2,88	Vérifié
R125-R126	30,02	2	0,82	592,49	600	0,85	0,97	1,12	0,82	489,09	1,86	Vérifié
R126-R127	25,55	1,2	0,83	656,75	800	1,41	0,59	1,05	0,56	445,15	2,08	Vérifié
R127-R128	36,24	0,5	0,86	781,65	800	0,91	0,94	1,12	0,79	629,31	1,16	Vérifié
R128-R129	29,83	0,5	0,88	787,94	800	0,91	0,96	1,12	0,81	646,34	1,16	Vérifié
R129-R130	29,83	0,3	0,89	873,96	800	0,71	1,27	0,21	0,91	726,51	0,81	Vérifié
R130-R131	50,59	0,5	0,93	804,47	1000	1,65	0,56	1,03	0,54	538,79	1,62	Vérifié
R131-R132	50,88	0,3	0,96	896,54	1000	1,28	0,75	1,10	0,64	639,86	1,17	Vérifié
R132-R32	20,11	0,4	0,97	853,59	1000	1,48	0,66	1,08	0,59	591,19	1,41	Vérifié

Tableau V. 9: Collecteur tertiaire N°01

Collecteur	L(m)	p (%)	Q (m ³ /s)	D _{cal} (mm)	D _{nor} (mm)	Q _{ps}	r _Q	r _v	r _h	H (mm)	V _{auto} (m/s)	Condition d'auto-curage
R70-R71	36,52	0,8	0,02	167,75	300	0,08	0,21	0,81	0,32	95,28	0,34	Vérifié
R71-R72	38,63	0,8	0,04	219,88	300	0,08	0,44	0,96	0,46	138,56	0,34	Vérifié
R72-R73	11,54	4	0,04	171,55	300	0,19	0,23	0,82	0,33	97,82	0,93	Vérifié
R73-R74	34,69	4	0,06	194,63	300	0,19	0,32	0,88	0,38	114,82	0,93	Vérifié
R74-R75	24,14	3,7	0,07	211,39	300	0,18	0,39	0,93	0,43	129,96	0,88	Vérifié
R75-R54	20,33	0,4	0,08	336,93	400	0,13	0,63	1,07	0,58	231,67	0,32	Vérifié

Tableau V. 10: Collecteur tertiaire N°02

Collecteur	L(m)	p (%)	Q (m ³ /s)	D _{cal} (mm)	D _{nor} (mm)	Q _{ps}	r _Q	r _v	r _h	H (mm)	V _{auto} (m/s)	Condition d'auto-curage
R76-R77	20,31	2,81	0,01	116,18	300	0,16	0,08	0,61	0,20	59,10	0,74	Vérifié
R77-R60	41,83	0,8	0,04	223,64	300	0,08	0,46	0,97	0,48	142,52	0,34	Vérifié

Tableau V. 11: Collecteur tertiaire N°03

Collecteur	L(m)	p (%)	Q (m ³ /s)	D _{cal} (mm)	D _{nor} (mm)	Qps	r _Q	r _v	r _h	H (mm)	V _{auto} (m/s)	Condition d'auto-curage
R78-R79	14,26	1,71	0,01	111,68	300	0,12	0,07	0,58	0,19	55,66	0,54	Vérifié
R79-R80	11,35	4	0,02	118,61	300	0,19	0,08	0,62	0,20	60,96	0,93	Vérifié
R80-R62	20,13	4	0,03	147,43	300	0,19	0,15	0,75	0,27	81,80	0,93	Vérifié

Tableau V. 12: Collecteur tertiaire N°04

Collecteur	L(m)	p (%)	Q (m ³ /s)	D _{cal} (mm)	D _{nor} (mm)	Qps	r _Q	r _v	r _h	H (mm)	V _{auto} (m/s)	Condition d'auto-curage
R133-R134	15,03	2,1	0,01	104,78	300	0,14	0,06	0,54	0,17	50,40	0,61	Vérifié
R134-R135	15,69	4	0,02	121,41	300	0,19	0,09	0,64	0,21	63,08	0,93	Vérifié
R135-R136	30,67	2,8	0,03	168,28	300	0,16	0,21	0,81	0,32	95,64	0,73	Vérifié
R136-R137	15,66	4	0,08	219,27	300	0,19	0,43	0,95	0,46	137,94	0,93	Vérifié
R137-R138	20,28	3,94	0,09	230,70	300	0,19	0,50	1,00	0,50	150,12	0,92	Vérifié
R138-R139	10,08	4	0,10	235,10	300	0,19	0,52	1,01	0,52	154,89	0,93	Vérifié
R139-R140	10,17	4	0,10	240,03	300	0,19	0,55	1,03	0,53	160,22	0,93	Vérifié
R140-R141	10,25	4	0,11	244,82	300	0,19	0,58	1,05	0,55	165,38	0,93	Vérifié
R141-R142	10,07	4	0,12	249,39	300	0,19	0,61	1,06	0,57	170,24	0,93	Vérifié
R142-R143	8,55	4	0,12	253,16	300	0,19	0,64	1,07	0,58	174,25	0,93	Vérifié
R143-R144	10,03	4	0,17	285,98	300	0,19	0,88	1,11	0,73	219,18	0,93	Vérifié
R144-R145	10,02	4	0,17	289,50	300	0,19	0,91	1,12	0,76	227,00	0,93	Vérifié
R145-R146	10,01	4	0,18	292,95	300	0,19	0,94	1,12	0,79	235,56	0,93	Vérifié
R146-R147	10,01	4	0,18	296,34	300	0,19	0,97	1,12	0,82	244,81	0,93	Vérifié
R147-R148	10,03	4	0,19	299,67	300	0,19	1,00	1,12	0,85	254,64	0,93	Vérifié
R148-R149	10,04	4	0,19	302,94	400	0,41	0,48	0,98	0,49	195,12	1,49	Vérifié

R149-R150	10,06	4	0,20	306,16	400	0,41	0,49	0,99	0,50	198,59	1,49	Vérifié
R150-R151	13,79	4	0,21	310,48	400	0,41	0,51	1,00	0,51	203,27	1,49	Vérifié
R151-R152	10	4	0,25	334,52	400	0,41	0,62	1,06	0,57	229,11	1,49	Vérifié
R152-R153	10,01	4	0,26	337,24	400	0,41	0,63	1,07	0,58	232,00	1,49	Vérifié
R153-R154	10,01	4	0,26	339,93	400	0,41	0,65	1,07	0,59	234,86	1,49	Vérifié
R154-R155	10,02	4	0,27	342,58	400	0,41	0,66	1,08	0,59	237,70	1,49	Vérifié
R155-R156	10,03	4	0,27	345,20	400	0,41	0,68	1,08	0,60	240,53	1,49	Vérifié
R156-R157	10,03	4	0,28	347,79	400	0,41	0,69	1,09	0,61	243,36	1,49	Vérifié
R157-R159	10,04	4	0,29	350,35	400	0,41	0,70	1,09	0,62	246,21	1,49	Vérifié
R159-R160	10,05	4	0,29	352,88	400	0,41	0,72	1,09	0,62	249,09	1,49	Vérifié
R160-R161	10,02	4	0,30	355,37	400	0,41	0,73	1,09	0,63	252,00	1,49	Vérifié
R161-R162	10,01	4	0,30	357,83	400	0,41	0,74	1,10	0,64	254,98	1,49	Vérifié
R162-R163	10,38	4	0,31	360,36	400	0,41	0,76	1,10	0,65	258,15	1,49	Vérifié
R163-R164	10	4	0,31	362,76	400	0,41	0,77	1,10	0,65	261,30	1,49	Vérifié
R164-R165	10	4	0,32	365,14	400	0,41	0,78	1,10	0,66	264,56	1,49	Vérifié
R165-R166	10,02	4	0,32	367,50	400	0,41	0,80	1,10	0,67	267,95	1,49	Vérifié
R166-R167	10,04	4	0,33	369,83	400	0,41	0,81	1,10	0,68	271,50	1,49	Vérifié
R167-R168	13,02	4	0,34	372,83	400	0,41	0,83	1,11	0,69	276,35	1,49	Vérifié
R168-R169	14,01	4	0,34	376,01	400	0,41	0,85	1,11	0,70	281,91	1,49	Vérifié
R169-R107	26,17	4	0,36	381,82	400	0,41	0,88	1,11	0,73	293,34	1,49	Vérifié

Tableau V. 13: Collecteur tertiaire N°05

Collecteur	L(m)	p (%)	Q (m ³ /s)	D _{cal} (mm)	D _{nor} (mm)	Qps	r _Q	r _v	r _h	H (mm)	V _{auto} (m/s)	Condition d'auto-curage
R158-R170	20,01	2,42	0,01	113,28	300	0,15	0,07	0,59	0,19	56,89	0,67	Vérifié
R170-R171	15,03	2,9	0,02	135,26	300	0,16	0,12	0,70	0,24	73,31	0,75	Vérifié
R171-R172	10,11	3,2	0,02	146,08	300	0,17	0,15	0,75	0,27	80,88	0,80	Vérifié
R172-R173	10	4	0,03	151,05	300	0,19	0,16	0,76	0,28	84,24	0,93	Vérifié
R176-R174	10	4	0,04	160,81	300	0,19	0,19	0,79	0,30	90,70	0,93	Vérifié
R174-R175	10	4	0,04	169,67	300	0,19	0,22	0,82	0,32	96,56	0,93	Vérifié
R175-R176	10,02	4	0,05	177,84	300	0,19	0,25	0,84	0,34	102,13	0,93	Vérifié
R176-R177	10	4	0,05	185,42	300	0,19	0,28	0,85	0,36	107,60	0,93	Vérifié
R177-R178	10,08	4	0,06	192,56	300	0,19	0,31	0,87	0,38	113,13	0,93	Vérifié
R178-R179	10,08	4	0,06	199,29	300	0,19	0,34	0,89	0,40	118,76	0,93	Vérifié
R179-R180	10,08	4	0,07	205,66	300	0,19	0,37	0,91	0,41	124,48	0,93	Vérifié
R180-R181	7,2	4	0,07	210,01	300	0,19	0,39	0,92	0,43	128,62	0,93	Vérifié
R181-R182	10,02	4	0,13	258,65	300	0,19	0,67	1,08	0,60	180,12	0,93	Vérifié
R182-R183	10,06	4	0,13	262,82	300	0,19	0,70	1,09	0,62	184,72	0,93	Vérifié
R183-R184	10,02	4	0,14	266,87	300	0,19	0,73	1,09	0,63	189,41	0,93	Vérifié
R184-R185	12,96	4	0,15	271,95	300	0,19	0,77	1,10	0,65	195,81	0,93	Vérifié
R185-R186	10,01	4	0,20	305,61	400	0,41	0,49	0,99	0,50	198,00	1,49	Vérifié
R186-R187	10,07	4	0,20	308,79	400	0,41	0,50	1,00	0,50	201,44	1,49	Vérifié
R187-R188	10,01	4	0,21	311,89	400	0,41	0,52	1,01	0,51	204,80	1,49	Vérifié
R188-R189	10	4	0,21	314,94	400	0,41	0,53	1,02	0,52	208,11	1,49	Vérifié
R189-R190	10	4	0,22	317,94	400	0,41	0,54	1,02	0,53	211,36	1,49	Vérifié
R190-R191	10,01	3,3	0,23	332,69	400	0,37	0,61	1,06	0,57	227,17	1,30	Vérifié
R191-R192	10	4	0,23	323,81	400	0,41	0,57	1,04	0,54	217,69	1,49	Vérifié
R192-R193	10	4	0,24	326,68	400	0,41	0,58	1,05	0,55	220,77	1,49	Vérifié

R193-R194	10,01	2,8	0,24	352,30	400	0,34	0,71	1,09	0,62	248,42	1,16	Vérifié
R194-R195	3,92	4	0,24	330,61	400	0,41	0,60	1,06	0,56	224,96	1,49	Vérifié
R195-R196	15	3,5	0,30	366,91	400	0,38	0,79	1,10	0,67	267,09	1,35	Vérifié
R196-R197	15,09	4	0,31	361,23	400	0,41	0,76	1,10	0,65	259,28	1,49	Vérifié
R197-R198	10	4	0,31	363,46	400	0,41	0,77	1,10	0,66	262,23	1,49	Vérifié
R198-R199	24,35	4	0,33	368,77	400	0,41	0,81	1,10	0,67	269,87	1,49	Vérifié
R199-R200	10,03	4	0,33	370,92	400	0,41	0,82	1,10	0,68	273,23	1,49	Vérifié
R200-R201	10,06	4	0,34	373,06	400	0,41	0,83	1,11	0,69	276,75	1,49	Vérifié
R201-R202	10,01	4	0,34	375,17	400	0,41	0,84	1,11	0,70	280,41	1,49	Vérifié
R202-R203	10,08	3,3	0,35	391,13	400	0,37	0,94	1,12	0,79	315,46	1,30	Vérifié
R203-R204	10,06	4	0,35	379,35	400	0,41	0,87	1,11	0,72	288,28	1,49	Vérifié
R204-R205	15,01	3,7	0,36	388,05	400	0,39	0,92	1,12	0,77	307,60	1,41	Vérifié
R205-R206	15,13	4	0,37	385,47	400	0,41	0,91	1,12	0,75	301,43	1,49	Vérifié
R206-R207	10,09	4	0,37	387,49	400	0,41	0,92	1,12	0,77	306,21	1,49	Vérifié
R207-R208	14,14	4	0,38	390,28	400	0,41	0,94	1,12	0,78	313,23	1,49	Vérifié
R208-R237	10,04	4	0,39	392,16	400	0,41	0,95	1,12	0,80	318,19	1,49	Vérifié
R237-R238	10,16	4	0,39	394,03	400	0,41	0,96	1,12	0,81	323,34	1,49	Vérifié
R238-R50	17,39	4	0,40	395,88	400	0,41	0,97	1,12	0,82	328,59	1,49	Vérifié

Tableau V. 14: Collecteur tertiaire N°06

Collecteur	L(m)	p (%)	Q (m ³ /s)	D _{cal} (mm)	D _{nor} (mm)	Q _{ps}	r _Q	r _v	r _h	H (mm)	V _{auto} (m/s)	Condition d'auto-curage
R239-R240	20,26	1,42	0,01	97,36	300	0,11	0,05	0,50	0,15	44,84	0,48	Vérifié
R240-R241	20,02	3,6	0,02	118,87	300	0,18	0,08	0,62	0,20	61,16	0,86	Vérifié
R241-R242	10,11	4	0,03	143,31	300	0,19	0,14	0,74	0,26	78,98	0,93	Vérifié
R242-R243	10,43	4	0,04	163,40	300	0,19	0,20	0,80	0,31	92,41	0,93	Vérifié
R243-R244	8,85	4	0,04	172,13	300	0,19	0,23	0,82	0,33	98,22	0,93	Vérifié
R244-R181	6,18	4	0,05	180,44	300	0,19	0,26	0,84	0,35	103,96	0,93	Vérifié

Tableau V. 15: Collecteur tertiaire N°07

Collecteur	L(m)	p (%)	Q (m ³ /s)	D _{cal} (mm)	D _{nor} (mm)	Q _{ps}	r _Q	r _v	r _h	H (mm)	V _{auto} (m/s)	Condition d'auto-curage
R245-R246	10,07	0,8	0,005	102,948	300	0,08	0,06	0,53	0,16	49,01	0,34	Vérifié
R246-R247	10,2	0,8	0,008	125,567	300	0,08	0,10	0,66	0,22	66,20	0,34	Vérifié
R247-R248	10,49	0,8	0,014	152,192	300	0,08	0,16	0,77	0,28	85,01	0,34	Vérifié
R248-R249	10,04	0,8	0,019	172,954	300	0,08	0,23	0,83	0,33	98,77	0,34	Vérifié
R249-R250	10,08	0,8	0,025	190,680	300	0,08	0,30	0,87	0,37	111,64	0,34	Vérifié
R250-R251	10,09	4	0,031	151,892	300	0,19	0,16	0,77	0,28	84,80	0,93	Vérifié
R251-R252	10,31	4	0,036	161,646	300	0,19	0,19	0,80	0,30	91,25	0,93	Vérifié
R252-R253	10,67	4	0,042	170,515	300	0,19	0,22	0,82	0,32	97,13	0,93	Vérifié
R253-R185	8,54	4	0,047	178,847	300	0,19	0,25	0,84	0,34	102,84	0,93	Vérifié

Tableau V. 16: Collecteur tertiaire N°08

Collecteur	L(m)	p (%)	Q (m ³ /s)	D _{cal} (mm)	D _{nor} (mm)	Qps	r _Q	r _v	r _h	H (mm)	V _{auto} (m/s)	Condition d'auto-curage
R254-R255	10,03	0,8	0,01	110,43	300	0,08	0,07	0,58	0,18	54,71	0,34	Vérifié
R255-R299	10,21	0,8	0,01	137,67	300	0,08	0,13	0,71	0,25	75,03	0,34	Vérifié
R299-R300	10,2	0,8	0,02	161,16	300	0,08	0,19	0,80	0,30	90,93	0,34	Vérifié
R300-R301	10,04	0,8	0,02	180,32	300	0,08	0,26	0,84	0,35	103,88	0,34	Vérifié
R301-R302	10,07	0,8	0,03	196,56	300	0,08	0,32	0,88	0,39	116,42	0,34	Vérifié
R302-R303	10,53	0,8	0,03	210,61	300	0,08	0,39	0,92	0,43	129,20	0,34	Vérifié
R303-R304	10,11	0,8	0,04	223,29	300	0,08	0,45	0,97	0,47	142,16	0,34	Vérifié
R304-R305	10,23	0,8	0,04	235,38	300	0,08	0,52	1,01	0,52	155,19	0,34	Vérifié
R305-R195	12,2	0,8	0,05	246,08	300	0,08	0,59	1,05	0,56	166,72	0,34	Vérifié

Tableau V. 17: Collecteur tertiaire N°09

Collecteur	L(m)	p (%)	Q (m ³ /s)	D _{cal} (mm)	D _{nor} (mm)	Qps	r _Q	r _v	r _h	H (mm)	V _{auto} (m/s)	Condition d'auto-curage
R209-R210	30,03	4	0,02	120,38	300	0,19	0,09	0,63	0,21	62,30	0,93	Vérifié
R210-R211	30,3	4	0,03	156,37	300	0,19	0,18	0,78	0,29	87,78	0,93	Vérifié
R211-R212	20,03	4	0,04	174,12	300	0,19	0,23	0,83	0,33	99,56	0,93	Vérifié
R212-R213	20,16	4	0,06	189,37	300	0,19	0,29	0,86	0,37	110,61	0,93	Vérifié
R213-R214	10,17	4	0,06	196,34	300	0,19	0,32	0,88	0,39	116,24	0,93	Vérifié
R214-R215	10,07	4	0,07	202,85	300	0,19	0,35	0,90	0,41	121,91	0,93	Vérifié
R215-R216	10,05	4	0,07	209,03	300	0,19	0,38	0,92	0,43	127,66	0,93	Vérifié
R216-R217	10,15	4	0,08	214,97	300	0,19	0,41	0,94	0,45	133,52	0,93	Vérifié
R217-R218	7,51	4	0,08	219,19	300	0,19	0,43	0,95	0,46	137,85	0,93	Vérifié
R218-R219	20,18	4	0,09	229,92	300	0,19	0,49	0,99	0,50	149,27	0,93	Vérifié
R219-R220	20,18	4	0,10	239,87	300	0,19	0,55	1,03	0,53	160,05	0,93	Vérifié

R220-R221	20,04	4	0,11	249,12	300	0,19	0,61	1,06	0,57	169,96	0,93	Vérifié
R221-R222	20,04	4	0,13	257,83	300	0,19	0,67	1,08	0,60	179,24	0,93	Vérifié
R222-R223	20,43	4	0,14	266,23	300	0,19	0,73	1,09	0,63	188,65	0,93	Vérifié
R223-R224	20,07	4	0,17	288,52	300	0,19	0,90	1,12	0,75	224,72	0,93	Vérifié
R224-R225	20,04	4	0,18	294,91	300	0,19	0,96	1,12	0,80	240,80	0,93	Vérifié
R225-R226	10,08	4	0,19	298,03	300	0,19	0,98	1,12	0,83	249,74	0,93	Vérifié
R226-R227	15,85	0,4	0,19	466,36	500	0,23	0,83	1,11	0,69	345,98	0,44	Vérifié
R227-R228	20,09	4	0,20	308,77	400	0,41	0,50	1,00	0,50	201,41	1,49	Vérifié
R228-R229	10,5	4	0,21	311,79	400	0,41	0,51	1,01	0,51	204,69	1,49	Vérifié
R229-R230	10,94	4	0,21	314,88	400	0,41	0,53	1,02	0,52	208,05	1,49	Vérifié
R230-R231	10,82	4	0,22	317,89	400	0,41	0,54	1,02	0,53	211,31	1,49	Vérifié
R231-R232	12,15	3,95	0,23	321,98	400	0,40	0,56	1,04	0,54	215,72	1,47	Vérifié
R232-R233	20,01	4	0,24	326,58	400	0,41	0,58	1,05	0,55	220,66	1,49	Vérifié
R233-R234	30,79	1,3	0,25	413,03	500	0,42	0,60	1,06	0,56	280,95	1,00	Vérifié
R234-R235	30,79	1,2	0,27	428,88	500	0,40	0,66	1,08	0,60	297,83	0,94	Vérifié
R235-R236	30,32	1,4	0,28	425,53	500	0,44	0,65	1,07	0,59	294,24	1,05	Vérifié
R236-R114	13,95	4	0,29	352,76	400	0,41	0,72	1,09	0,62	248,95	1,49	Vérifié

Tableau V. 18: Collecteur tertiaire N°10

Collecteur	L(m)	p (%)	Q (m ³ /s)	D _{cal} (mm)	D _{nor} (mm)	Qps	r _Q	r _v	r _h	H (mm)	V _{auto} (m/s)	Condition d'auto-curage
R256-R257	10,09	4	0,01	79,97	300	0,19	0,03	0,41	0,11	32,75	0,93	Vérifié
R257-R258	10,06	4	0,01	103,65	300	0,19	0,06	0,54	0,17	49,54	0,93	Vérifié
R258-R259	10,01	4	0,02	120,57	300	0,19	0,09	0,63	0,21	62,45	0,93	Vérifié
R259-R260	9,71	4	0,02	133,88	300	0,19	0,12	0,70	0,24	72,31	0,93	Vérifié
R260-R261	10,08	4	0,03	145,68	300	0,19	0,15	0,75	0,27	80,61	0,93	Vérifié
R261-R262	8,22	4	0,03	154,25	300	0,19	0,17	0,78	0,29	86,37	0,93	Vérifié
R262-R263	8,31	4	0,04	162,17	300	0,19	0,19	0,80	0,31	91,60	0,93	Vérifié
R263-R264	5,36	4	0,04	166,95	300	0,19	0,21	0,81	0,32	94,75	0,93	Vérifié
R264-R88	12,52	4	0,05	177,32	300	0,19	0,25	0,84	0,34	101,77	0,93	Vérifié

Tableau V. 19: Collecteur tertiaire N°11

Collecteur	L(m)	p (%)	Q (m ³ /s)	D _{cal} (mm)	D _{nor} (mm)	Qps	r _Q	r _v	r _h	H (mm)	V _{auto} (m/s)	Condition d'auto-curage
R256-R257	10,09	4	0,01	79,97	300	0,19	0,03	0,41	0,11	32,75	0,93	Vérifié
R257-R258	10,06	4	0,01	103,65	300	0,19	0,06	0,54	0,17	49,54	0,93	Vérifié
R258-R259	10,01	4	0,02	120,57	300	0,19	0,09	0,63	0,21	62,45	0,93	Vérifié
R259-R260	9,71	4	0,02	133,88	300	0,19	0,12	0,70	0,24	72,31	0,93	Vérifié
R260-R261	10,08	4	0,03	145,68	300	0,19	0,15	0,75	0,27	80,61	0,93	Vérifié
R261-R262	8,22	4	0,03	154,25	300	0,19	0,17	0,78	0,29	86,37	0,93	Vérifié
R262-R263	8,31	4	0,04	162,17	300	0,19	0,19	0,80	0,31	91,60	0,93	Vérifié
R263-R264	5,36	4	0,04	166,95	300	0,19	0,21	0,81	0,32	94,75	0,93	Vérifié
R264-R88	12,52	4	0,05	177,32	300	0,19	0,25	0,84	0,34	101,77	0,93	Vérifié

Tableau V. 20: Collecteur tertiaire N°12

Collecteur	L(m)	p (%)	Q (m ³ /s)	D _{cal} (mm)	D _{nor} (mm)	Q _{ps}	r _Q	r _v	r _h	H (mm)	V _{auto} (m/s)	Condition d'auto-curage
R265-R266	10,35	4	0,01	80,73	300	0,19	0,03	0,41	0,11	33,24	0,93	Vérifié
R266-R267	10,17	4	0,01	104,36	300	0,19	0,06	0,54	0,17	50,08	0,93	Vérifié
R267-R268	10,32	4	0,02	121,58	300	0,19	0,09	0,64	0,21	63,21	0,93	Vérifié
R268-R269	10,02	4	0,02	135,11	300	0,19	0,12	0,70	0,24	73,20	0,93	Vérifié
R269-R270	10,21	4	0,03	146,90	300	0,19	0,15	0,75	0,27	81,44	0,93	Vérifié
R270-R271	10,07	4	0,03	157,16	300	0,19	0,18	0,78	0,29	88,30	0,93	Vérifié
R271-R272	10,07	0,8	0,04	225,02	300	0,08	0,46	0,97	0,48	144,00	0,34	Vérifié
R272-R96	12,52	0,8	0,05	239,11	300	0,08	0,55	1,03	0,53	159,23	0,34	Vérifié

Tableau V. 21: Collecteur tertiaire N°13

Collecteur	L(m)	p (%)	Q (m ³ /s)	D _{cal} (mm)	D _{nor} (mm)	Q _{ps}	r _Q	r _v	r _h	H (mm)	V _{auto} (m/s)	Condition d'auto-curage
R273-R274	10,02	4	0,01	79,76	300	0,19	0,03	0,40	0,11	32,62	0,93	Vérifié
R274-R275	10,07	4	0,01	103,53	300	0,19	0,06	0,54	0,16	49,46	0,93	Vérifié
R275-R276	10,04	4	0,02	120,53	300	0,19	0,09	0,63	0,21	62,41	0,93	Vérifié
R276-R277	10,05	4	0,02	134,26	300	0,19	0,12	0,70	0,24	72,59	0,93	Vérifié
R277-R278	10,15	4	0,03	146,10	300	0,19	0,15	0,75	0,27	80,89	0,93	Vérifié
R278-R279	10,37	4	0,03	156,73	300	0,19	0,18	0,78	0,29	88,02	0,93	Vérifié
R279-R143	13,01	4	0,04	168,57	300	0,19	0,21	0,82	0,32	95,83	0,93	Vérifié

Tableau V. 22: Collecteur tertiaire N°14

Collecteur	L(m)	p (%)	Q (m ³ /s)	D _{cal} (mm)	D _{nor} (mm)	Qps	r _Q	r _v	r _h	H (mm)	V _{auto} (m/s)	Condition d'auto-curage
R280-R281	10,3	4	0,01	80,59	300	0,19	0,03	0,41	0,11	33,15	0,93	Vérifié
R281-R282	10,08	4	0,01	104,09	300	0,19	0,06	0,54	0,17	49,88	0,93	Vérifié
R282-R283	10,18	4	0,02	121,17	300	0,19	0,09	0,63	0,21	62,90	0,93	Vérifié
R283-R284	10,52	4	0,02	135,38	300	0,19	0,12	0,70	0,24	73,40	0,93	Vérifié
R284-R285	10,27	4	0,03	147,20	300	0,19	0,15	0,75	0,27	81,64	0,93	Vérifié
R285-R286	10,29	4	0,03	157,64	300	0,19	0,18	0,79	0,30	88,61	0,93	Vérifié
R286-R151	11,03	4	0,04	167,67	300	0,19	0,21	0,81	0,32	95,23	0,93	Vérifié

Tableau V. 23: Collecteur tertiaire N°15

Collecteur	L(m)	p (%)	Q (m ³ /s)	D _{cal} (mm)	D _{nor} (mm)	Qps	r _Q	r _v	r _h	H (mm)	V _{auto} (m/s)	Condition d'auto-curage
R287-R288	15,15	2,74	0,01	99,98	300	0,16	0,05	0,52	0,16	46,79	0,72	Vérifié
R288-R289	15,12	2,6	0,02	130,89	300	0,15	0,11	0,68	0,23	70,14	0,70	Vérifié
R289-R290	20,11	2	0,03	166,44	300	0,13	0,21	0,81	0,31	94,41	0,59	Vérifié
R290-R136	21,19	1,7	0,04	195,73	300	0,12	0,32	0,88	0,39	115,73	0,54	Vérifié

Tableau V. 24: Collecteur tertiaire N°16

Collecteur	L(m)	p (%)	Q (m ³ /s)	D _{cal} (mm)	D _{nor} (mm)	Qps	r _Q	r _v	r _h	H (mm)	V _{auto} (m/s)	Condition d'auto-curage
R291-R292	20,03	4	0,01	103,42	300	0,19	0,06	0,54	0,16	49,37	0,93	Vérifié
R292-R293	11,68	4	0,02	124,99	300	0,19	0,10	0,65	0,22	65,77	0,93	Vérifié
R293-R294	15,37	2,5	0,03	159,79	300	0,15	0,19	0,79	0,30	90,03	0,68	Vérifié
R294-R295	15,46	0,8	0,04	221,10	300	0,08	0,44	0,96	0,47	139,85	0,34	Vérifié
R295-R121	19,09	3,2	0,05	189,02	300	0,17	0,29	0,86	0,37	110,34	0,80	Vérifié

Tableau V. 25: Collecteur tertiaire N°17

Collecteur	L(m)	p (%)	Q (m ³ /s)	D _{cal} (mm)	D _{nor} (mm)	Q _{ps}	r _Q	r _v	r _h	H (mm)	V _{auto} (m/s)	Condition d'auto-curage
R296-R297	15	1,1	0,01	118,20	300	0,10	0,08	0,62	0,20	60,65	0,41	Vérifié
R297-R298	10,75	1,3	0,01	140,29	300	0,11	0,13	0,72	0,26	76,87	0,45	Vérifié
R298-R223	13,8	1,2	0,02	167,27	300	0,10	0,21	0,81	0,32	94,97	0,43	Vérifié

Tableau V. 26 : Collecteur tertiaire N°18

Collecteur	L(m)	p (%)	Q (m ³ /s)	D _{cal} (mm)	D _{nor} (mm)	Q _{ps}	r _Q	r _v	r _h	H (mm)	V _{auto} (m/s)	Condition d'auto-curage
R306-R307	20,1	1,24	0,01	125,38	300	0,10	0,10	0,66	0,22	66,06	0,44	Vérifié
R307-R308	20,06	1,1	0,02	166,23	300	0,10	0,21	0,81	0,31	94,27	0,41	Vérifié
R308-R309	20,13	0,8	0,03	205,50	300	0,08	0,36	0,91	0,41	124,34	0,34	Vérifié
R309-R310	18,07	0,8	0,04	226,73	300	0,08	0,47	0,98	0,49	145,83	0,34	Vérifié
R310-R311	29,87	2,3	0,06	209,94	300	0,14	0,39	0,92	0,43	128,55	0,65	Vérifié
R311-R312	30,05	3,3	0,07	215,09	300	0,17	0,41	0,94	0,45	133,64	0,82	Vérifié
R312-R114	34,08	1,8	0,09	261,73	300	0,13	0,69	1,09	0,61	183,50	0,55	Vérifié

IV. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons abordé le côté hydraulique à savoir le dimensionnement des collecteur d'évacuation d'eaux usées et pluviales. D'après les résultats obtenus, on remarque que les diamètres des tronçons sont compris entre 300 et 1300 mm avec des vitesses d'auto-curage admissibles.

Chapitre VI
Elément constitutifs du réseau et
ouvrages annexes

I. Introduction

Le système d'assainissement doit être parfaitement étanche et avoir un degré élevé de durabilité, un bon dimensionnement et choix des divers éléments constitutifs du réseau est recommandé, ces éléments comprennent des ouvrages principaux et des ouvrages annexes.

II. Les ouvrages principaux

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

II.1 Les canalisations

Les canalisations permettent le transport et l'évacuation des eaux usées et pluviales dimensionnées en fonction de la charge d'évacuation qui leur sera envoyée, ils se présentent sous plusieurs formes :

- Formes cylindriques préfabriquées en usine, et sont désignées par leur diamètre intérieur, dit diamètre nominal exprimé en millimètre, elles sont très simple à fabriquer, elles peuvent être utilisées pour les grandes sections avec certains inconvénients :
 - ✓ Largeur importante de la tranchée.
 - ✓ Vitesse d'écoulement faible pour des tirants d'eau faibles dans les sections de la Canalisation, d'où surgit la difficulté du curage et entretien.
- Formes ovoïdes préfabriquées désignées par leur hauteur exprimée en centimètre, elles sont utilisées pour remplacer les conduites circulaires de diamètre supérieur à 800 mm généralement, et cela afin d'éviter le problème d'auto curage. Leur major inconvénient réside dans l'inclinaison de l'ouvrage dans le cas où le sol est faible.

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

a) Conduite en fonte

Des conduites sont rarement utiliser 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.
- Evacuation des eaux usées industrielles.

b) 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 par les agents chimiques, sauf l'acide fluorhydrique. L'utilisation de ce type de canalisation est recommandée dans les zones industrielles.

• Les joints

On distingue trois sortes de joints :

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

c) Conduite en amiante ciment

L'amiante ciment est un minéral d'origine métamorphique, la plus utilisée est un silicate de magnésie hydraté ; le ciment utilisé est un ciment portland. 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.

d) Conduites en béton non armé

Les tuyaux en béton non armé sont fabriqués mécaniquement par un procédé 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.

e) Conduites 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.). Les tuyaux comportent deux séries d'armatures, la première est formée des barres droites appelées génératrices, la deuxième est formée des spires en hélice continues d'un pas régulier maximal de 15 cm. La longueur utile ne doit pas être supérieure à 2m.

• Les joints

Il existe cinq types de joints :

- Joint de type Rocla.
- Joint torique.
- Joint à 1/2 emboîtement.
- Joint à coller.
- Joint plastique.

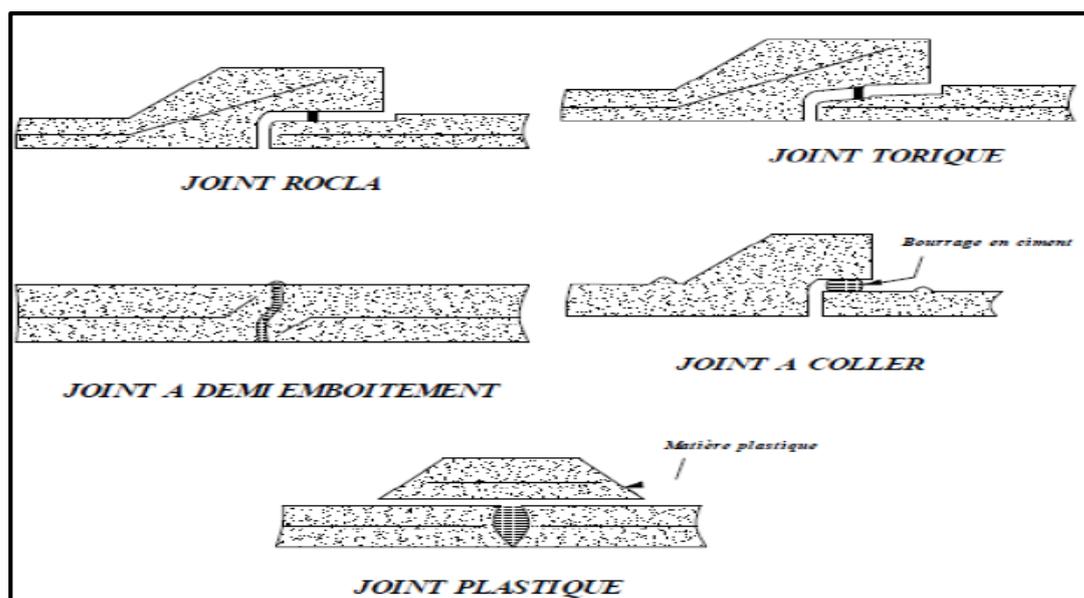


Figure VI. 1: Joints sur tuyaux en béton armé.

f) Conduites en PEHD ondulé

Polyéthylène haute densité (PEHD) a une excellente stabilité chimique, antvieillissement et résistance au stress environnemental performances de craquage. Les matières premières pour la production de PEHD à double paroi tube ondulé appartient au tube flexible.

Sa structure ondulée extérieure, augmentant considérablement la rigidité de la bague de tuyau, ainsi la résistance de la charge de la conduite du sol.

g) Conduites en chlorure de polyvinyle (P.V.C) non plastifié

Les canalisations en PVC, utilisées depuis plus de 50 ans, occupent une place Prépondérante dans le milieu du bâtiment et des travaux publics.

II.2 Choix de type de canalisation

Le choix de type de canalisation repose sur les critères suivants :

- 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.

Pour notre projet, les conduites utilisées seront en béton armé de profil circulaire, le choix a été fixé pour les raisons suivant ; la stabilité des conduites, la nature des eaux transportées (absence des eaux usées industrielles) donc une bonne résistance chimique, sa disponibilité sur le marché national et un coût économique.

II.3 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.

• Les actions chimiques :

Elles se passent généralement à l'intérieure de la conduite et elles sont dues à des agents chimiques présents dans les eaux d'origine industrielle.

Une baisse de PH favorise le développement des bactéries anaérobique qui produisent de l'acide sulfurique (H₂S) très corrosif et néfaste aux conduites.

• 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.

II.4 Protection des conduites

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

- Minimiser le temps de séjour des eaux usées dans les canalisations.
- L'élimination des dépôts doit s'opérer régulièrement afin d'éviter le développement des fermentations anaérobies génératrices d'hydrogène sulfuré (H₂S).

- Le rinçage périodique des conduites.
- Une bonne aération permet d'éviter les condensations d'humidité sur les parois et de réduire ainsi la teneur en H₂S.
- La mise en place de mortier de ciment alumineux.

III. Les ouvrages annexes

L'attention est attirée sur l'importance des ouvrages annexes tant des points de vue constructif qu'entretien pour l'exploitation rationnelle des réseaux d'égout.

Les ouvrages annexes sont considérés selon deux groupes :

- Ouvrages normaux
- Ouvrages spéciaux

III.1 Ouvrages normaux

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

III.1.1 Les branchements

Le raccordement au réseau public d'assainissement consiste à mettre en place un branchement de la canalisation des eaux usées, allant de la limite de l'immeuble des habitations ou des équipements publics, jusqu'au collecteur public.

Un branchement d'assainissement comprend :

- La canalisation qui assure l'évacuation des eaux usées
- La boîte de branchement permettant le contrôle et l'entretien du branchement

Les boîtes de branchement sont des ouvrages verticaux disposés entre la partie publique et la partie privée du branchement. Ils sont généralement préfabriqués, elles peuvent être en fonte, en béton, ou encore en PVC.



Figure VI. 2: Exemple d'une boîte de branchement en fonte et en béton

III.1.2 Les bouches d'égout

Les bouches d'égouts sont destinées à collecter les eaux en surface (pluviale et de lavage des chaussées). Elles sont généralement disposées au point bas des caniveaux, soit dans le trottoir, soit dans la chaussée.

La distance entre les deux bouches d'égout est en moyenne de 50 m. la section d'entrée est en fonction de l'écartement entre les deux bouches afin d'absorber le flot d'orage venant de l'amont.

III.1.3 Les regards

Ils permettent d'accès et d'effectuer le contrôle, le nettoyage, le débouage et l'entretien de l'ensemble du système d'assainissement ; dans le cas des ouvrages visitables.

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.

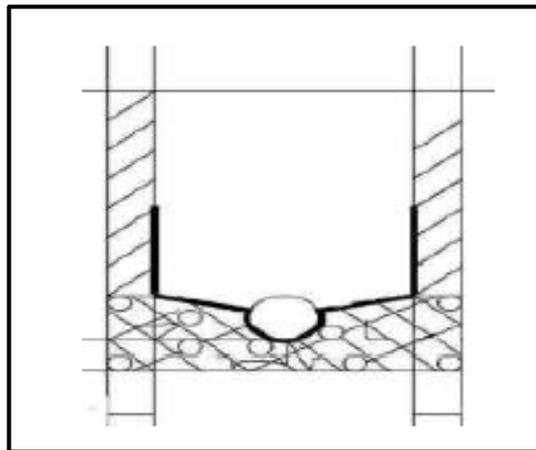


Figure VI. 3: Exemple d'un regard simple

• Types de regard

Les types de regard varient selon la topographie du site et la nature des ouvrages :

✓ **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.

✓ **Regard de ventilation**

La présence d'air dans les égouts est la meilleure garantie contre la fermentation et la production du sulfure d'hydrogène 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.

✓ Regard de chute

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

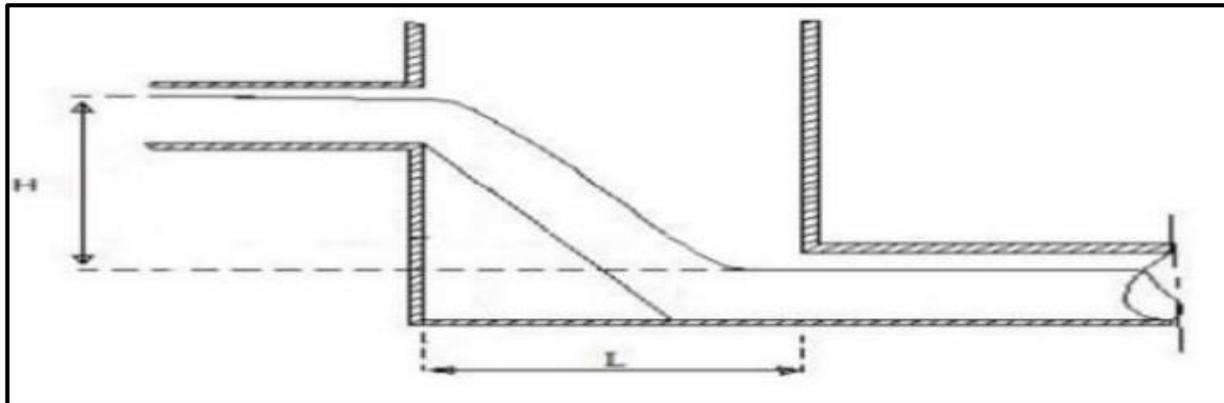


Figure VI. 4: Exemple d'un regard de chute

➤ Dimensionnement de regard de chute

Le dimensionnement des regards de chute consiste à déterminer leur longueur « L » de la façon suivante :

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

$$X = V \times T \quad (\text{VI.1})$$

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

Avec

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).

De (VI.1) :

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

D'où d'après les trois relations on aura :

$$X = V \cdot \sqrt{\frac{2 \times Y}{g}} \quad (\text{VI.4})$$

Remarque :

Les dimensions des regards de chute du collecteur principal sont mentionnées en annexe [3].

III.2 Les ouvrages spéciaux

III.2.1 Déversoir d'orage

Un déversoir d'orage est un dispositif dont la fonction essentielle est d'évacuer les pointes exceptionnelles des débits d'orage vers le milieu naturel de manière à décharger le réseau aval, donc un déversoir d'orage sépare les eaux quantitativement pas qualitativement.

Un déversoir d'orage doit donc assurer quatre fonctions principales :

- ✓ Laisser transiter le débit des eaux usées de temps sec sans surverses et sans trop faire chuter la vitesse de l'écoulement afin de limiter la décantation des matières en suspension présentes dans l'effluent.
- ✓ Laisser transiter les eaux usées et celles de petites pluies sans surverses jusqu'au débit de référence, c'est à dire le débit maximal admis à l'aval.
- ✓ Déverser le débit excédentaire de pluie (au-delà du débit de référence) sans mise en charge et décantation dans la conduite amont et sans surcharge excessive de débit dans le réseau à l'aval.
- ✓ Empêcher l'entrée d'eau en provenance du milieu naturel.

Un déversoir d'orage se compose :

- D'un ouvrage de dérivation.
- D'un canal ou collecteur de décharge.

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.

• Les types de déversoir d'orage

On distingue plusieurs types de déversoir d'orage selon l'écoulement (le sens, le débit, diamètre et les conditions hydrauliques), l'endroit de rejet, la pente.

- Les déversoirs à seuil latéral.

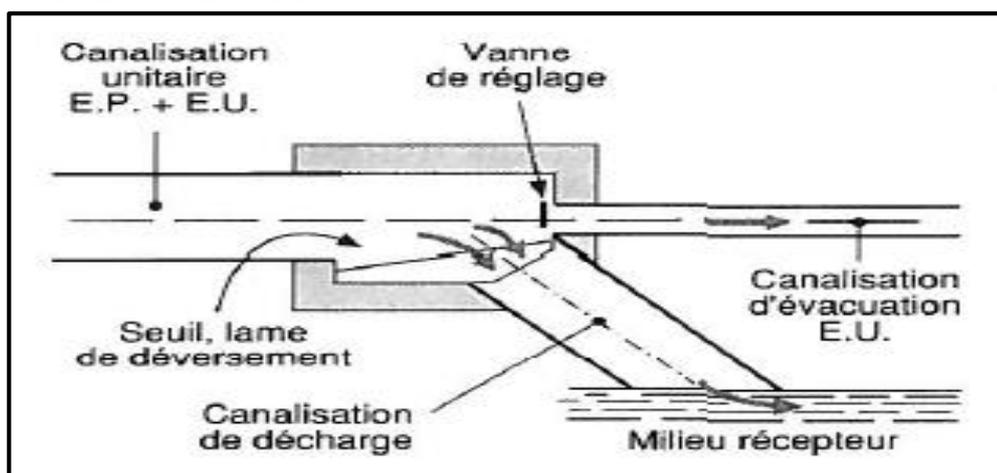


Figure VI. 5: Déversoir à seuil latéral

- Les déversoirs à seuil frontal.

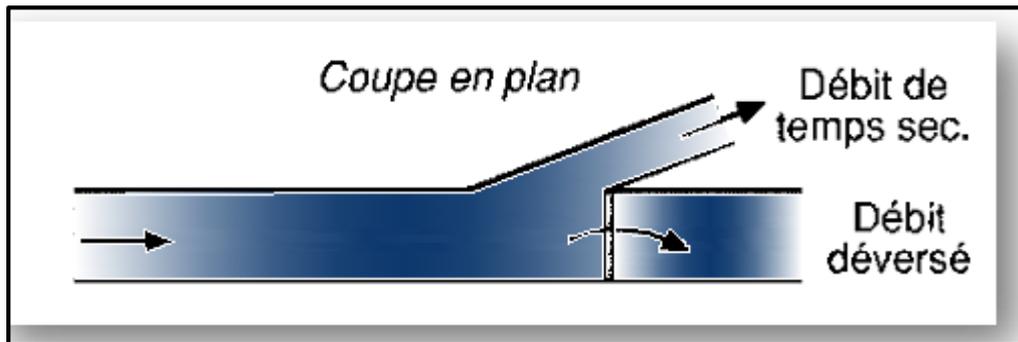


Figure VI. 6: Déversoir à seuil frontal

- Déversoir à seuil double.

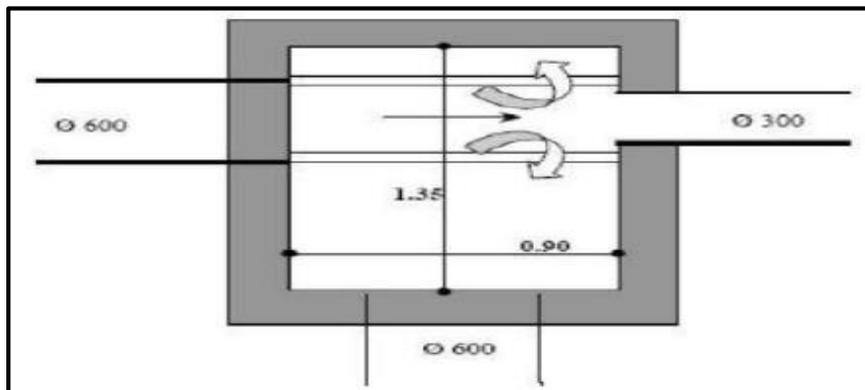


Figure VI. 7 : Déversoir à seuil double

- Déversoir avec ouverture de radier.

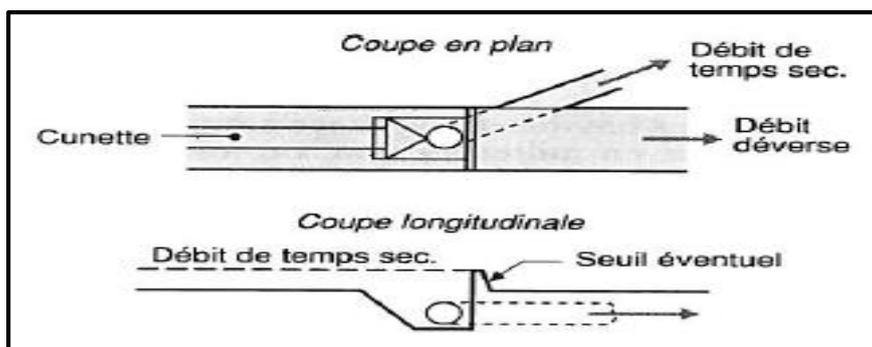


Figure VI. 8 : Déversoir avec ouverture de radier

- Déversoir by-pass

Remarque :

Dans notre étude nous avons prévu un déversoir d'orage de type frontal.

➤ **Dimensionnement de déversoir d'orage :**

Les données de base sont les suivantes :

- Diamètre d'entrée : $D_e = 1200 \text{ mm}$
- Débit total à l'entrée : $Q_t = 2.74 \text{ m}^3/\text{s}$
- Débit à pleine section : $Q_{ps} = 2.98 \text{ m}^3/\text{s}$
- Hauteur d'eau à l'entrée : $H_e = 997.28 \text{ mm}$
- Débit de pointe d'eaux usées : $Q_p = 0.0448$
- Débit de Step : on propose une dilution de 3 fois

Alors : $Q_{\text{step}} = 3 \times 0,0448 = 0,134 \text{ m}^3/\text{s}$

❖ **Calcul de coefficient de retardement :**

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

Avec :

T_c : le temps de concentration en min

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 :

$$T_c = t_1 + t_2 \quad (\text{VI.6})$$

Avec :

$$t_1 = \frac{L}{60 \times v}$$

L: Longueur totale de collecteur le plus longs.

v : vitesse moyenne.

t_2 : Temps mis par l'eau pour atteindre le premier ouvrage d'engouffrement, il varie de 2 à 20 minutes (on suppose $t_2 = 5 \text{ min}$)

Donc :

$$t_1 = \frac{776.4}{60 \times 2.83} = 4.57 \text{ min}$$

$$t_c = 4.57 + 5 = 9.57 \text{ min}$$

Le coefficient de retardement égal à $Z = 1 - \frac{9.57}{100} = 0.9$

❖ **Calcul de débit critique**

$$Q_{cr} = Z \times Q_t \quad (\text{VI.7})$$

$$Q_{cr} = 0.9 \times 2.74 = 2.48 \text{ m}^3/\text{s}$$

❖ **Calcul de débit déversé**

$$Q_{dév} = Q_{cr} - Q_{\text{Step}} \quad (\text{VI.8})$$

$$Q_{dév} = 2.48 - 0.134 = 2.34 \text{ m}^3/\text{s}$$

❖ **Détermination des hauteurs d'eau correspondantes aux débits à l'amont du déversoir**

- Hauteur d'eau demandée par la STEP

$$R_{Q\text{Step}} = \frac{Q_{\text{Step}}}{Q_{ps}} = \frac{0.134}{2.98} = 0.044 \Rightarrow \text{d'après l'abaque de l'annexe [2] :}$$

$$R_{h\text{Step}} = 0.06$$

$$R_{h\text{Step}} = \frac{H_{\text{Step}}}{D} \Rightarrow H_{\text{Step}} = R_{h\text{Step}} \times D = 0.06 \times 1200 = 72 \text{ mm}$$

Dans la pratique, la hauteur minimale du seuil déversant est de 50cm, pour cette raison, on augmente la profondeur de déversoir par 50cm, donc on obtient un petit bassin de décantation en amont du seuil déversant qui nécessite un curage régulier des dépôts.

La hauteur du seuil déversant devient donc : $h_s = 572\text{mm}$

- La hauteur critique

$$R_{Q_{cr}} = \frac{Q_{cr}}{Q_{ps}} = \frac{2.48}{2.98} = 0.83 \Rightarrow \text{d'après l'abaque : } R_{h_{cr}} = 0.69$$

$$H_{cr} = R_{h_{cr}} * D = 0.67 * 1200 = 828\text{mm}$$

- La hauteur d'eau déversée

$$H_{dév} = H_{cr} - H_{step} = 828 - 72 = 756 \text{ mm}$$

❖ La longueur de seuil déversant

On applique la formule de BAZIN

$$Q_{dév} = m L \sqrt{2g} (H_{dév})^{3/2} \quad \text{(VI.9)}$$

m: Coefficient de débit pris égal à : 0,42

L : La longueur du déversoir (longueur de la lame déversante) exprimée en mètres

g : La pesanteur : $g = 9,81 \text{ m/s}^2$

$h_{dév}$: La lame d'eau déversée en m

Donc :

$$\Rightarrow L = \frac{Q_{dév}}{m \sqrt{2g} (H_{dév})^{3/2}}$$

$$L = \frac{2.34}{0.42 \sqrt{2} \times 9.81 (0.756)^{3/2}}$$

$$L = 1.92\text{m}$$

IV. Conclusion

Ce chapitre nous a indiqué les différents éléments et ouvrages constitutif du réseau d'égout, pour notre réseau, on a choisi le béton armé comme matériau des canalisations afin d'assurer un bon fonctionnement du système d'évacuation, ainsi on a implanté des regards qui ont surtout pour rôle la jonction et la diminution de la pente, et en dernier lieu, un déversoir d'orage de type frontal qui a pour but d'évacuer les pointes exceptionnelles des débits d'orage vers le naturel.

Chapitre VII

**Organisation de chantier et sécurité de
travail**

I. Introduction

L'organisation de chantier consiste à prévoir toutes les ressources nécessaires à la réalisation du projet ; le matériel à utiliser, la main d'œuvre et les matériaux de construction. Et qui a pour objectif la bonne utilisation de ces moyens dans le but de rechercher ; la rapidité, la qualité et l'économie.

Pour un bon déroulement des travaux et sans aucun risque, il est indispensable d'assurer la sécurité du travail en prenant des précautions contre tout accident de travail susceptible à manifester pour une bonne exécution des travaux de réalisation du projet.

II. Organisation de chantier

II.1 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.
- les essais d'étanchéité pour les conduites et les joints.
- Remblaiement des tranchées.
- Construction des regards en béton armé.

II.1.1 Manutention et stockage des conduites

II.1.1.1 Chargement et transport

Les véhicules doivent être fournis d'un plan horizontal plat, libre de clous, des chaînes ou d'autres éléments qui puissent abîmer les conduites. Ces derniers seront mis sur le véhicule en plaçant en premier lieu les grands diamètres en bas. Des autre charges ne doivent pas être mises sur les conduites pendant le transport afin d'éviter des déformations.

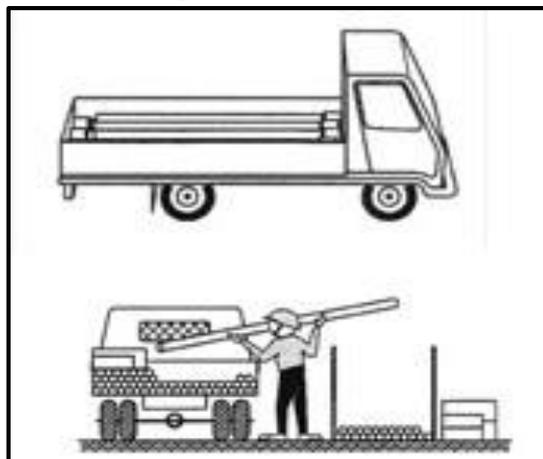


Figure VII. 1: chargement et transport des canalisations

II.1.1.2 Déchargement

Les conduites doivent être déchargées d'une manière contrôlée, il ne faut jamais les jeter, les laisser tomber ou les entraîner par terre.

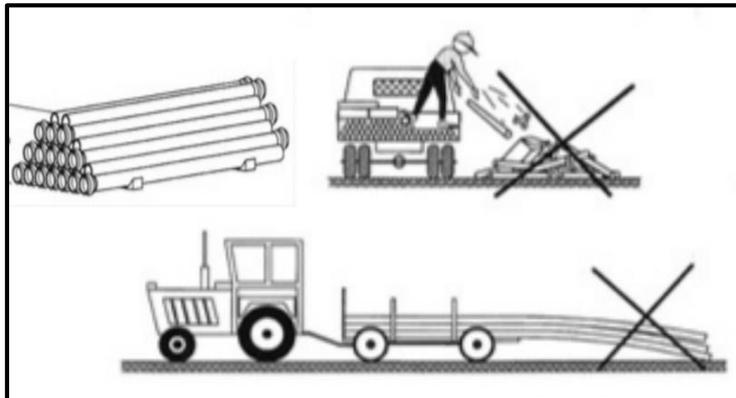


Figure VII. 2: déchargement des canalisations

II.1.1.3 Stockage

Il faut prendre des précautions adéquates pour pendant la manipulation et le stockage des conduites pour garantir la sécurité des personnes et d'assurer que les tuyaux ne soient pas abîmés. Il est conseillé comme suit :

- ✓ Stocker les conduites horizontalement en une zone plate.
- ✓ 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.
- ✓ En cas d'exposition prolongée au soleil, il faut les protéger avec un matériau opaque, si possible en couleur blanche, pour éviter une hausse de température dans la canalisation
- ✓ 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.

II.1.1.4 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. Le volume de terre décapée est :

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

H : Epaisseur de la couche végétale.

b : Largeur de la couche végétale.

L : Longueur totale de tranché

II.1.1.5 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 :

$$B = D + (2 \times C) \text{ (VII.2)}$$

B : largeur de la tranchée en (m).

D : diamètre de la conduite en (m).

C : largeur entre conduite et parois de tranchée.

➤ **Profondeur du tranché**

La profondeur est donnée par la formule suivante :

$$H = e + D + h \text{ (VII.3)}$$

Avec :

H : profondeur de la tranchée en (m).

e : épaisseur de lit de sable en (m), e = 10 cm.

D : diamètre de la conduite en (m).

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

II.1.1.6 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.

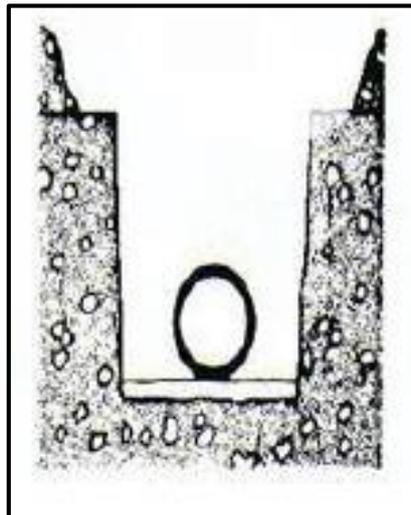


Figure VII. 3: lit de pose

II.1.1.7 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.

II.1.1.8 La mise en place des canalisations dans la tranchée

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

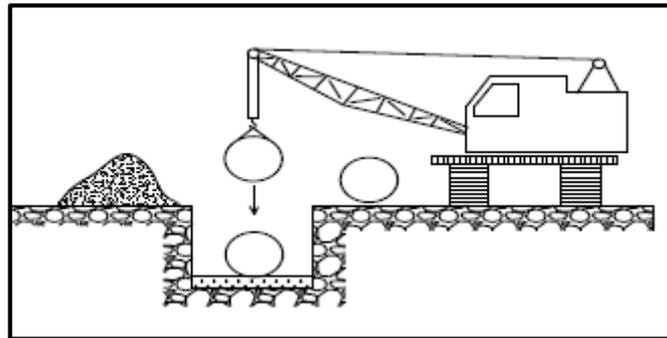


Figure VII. 4: le pipelayers

II.1.1.9 Assemblage des conduites

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

II.1.1.10 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.

En dernier lieu, on doit :

- Vérifier que le tuyau est propre et en état correcte.
- Avérer que les joint sont bien placés (s'il y avait), propre et sans éléments étranges (pierres, sables ...)
- Aligner la canalisation au maximum tant en horizontal comme en vertical.

II.1.1.11 Réalisation des regards

La réalisation des regards se fait généralement sur place avec le béton armé ou par l'installation des regards préfabriqués, la forme des regards est carrée le plus souvent, leurs dimensions varient en fonction des collecteurs, La profondeur et l'épaisseur varient d'un regard à un autre.

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.

II.1.1.12 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.

Il est à noter que la qualité des travaux en tranchée dépend pour une bonne part de la qualité du compactage dont l'objectif du compactage est :

- ✓ D'éviter les tassements ultérieurs
- ✓ D'éviter les différences de perméabilité trop importantes
- ✓ D'assurer une bonne tenue mécanique de la tranchée

II.1.1.13 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**

On utilise la niveleuse, c'est un engin souple et polyvalent, appelé aussi profileur. Elle permet d'exécuter :

- Le nivellement ou profilage
- Débroussaillage en terrain léger ne comportant pas des gros arbustes ou de grosses pierres.
- Décapage des terrains végétaux sur une faible épaisseur.
- Le creusement et le curage des fossés en V
- Le talutage
- Le remblayage



Figure VII. 5: La niveleuse

▪ Pour l'excavation des tranchées

La pelle hydraulique : c'est un engin de terrassement qui travaille en station. Les mouvements de la pelle (articulations de bras, rotation, déplacement de l'ensemble) sont commandés soit par des vérins, soit des moteurs hydrauliques, c'est pourquoi on l'appelle pelle hydraulique. 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.



Figure VII. 6: Pelle hydraulique pneumatique

▪ Pour le remblaiement des tranchées

La chargeuse : c'est un engin de chargement le plus couramment utilisé, il est sur pneus ou sur chenilles, il se compose d'un tracteur équipé d'un godet basculant ou benne relevable au moyen de deux bras latéraux articulés actionnés par des vérins.



Figure VII. 7: La chargeuse

▪ Pour le compactage

Le compacteur : c'est un engin qui tasse la terre sous lui grâce à un ou plusieurs rouleaux en fonte ou lignes de pneumatique. Les types de compacteurs sont divers, l'engin qui convient à cette opération c'est le rouleau lisse, il comprend :

- Un châssis.

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



Figure VII. 8: Compacteur

III. Devis quantitatif et estimatif

Afin d'avoir une idée sur le coût de réalisation de notre projet, il faut déterminer les quantités de toutes les opérations effectuées sur le terrain pour la réalisation du projet, ensuite les multiplier par le prix unitaire correspondant.

Les différentes tâches effectuées par ordre chronologique sont :

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

III.1 Détermination des différents volumes

➤ Volume de la couche de terre végétale

$$V_{cv} = H_{cv} \times L \times B \quad \dots \text{(VII.4)}$$

Avec :

V_{cv} : Volume de la couche de terre végétale en (m³).

H_{cv} : Profondeur la couche de terre végétale (on prend $H_{cv} = 0,1$ m).

L : Longueur totale de la tranchée en (m).

B : Largeur de la couche de terre végétale en (m).

➤ Volume des déblais des tranchées

$$V_d = B \times L \times H \quad \text{(VII.5)}$$

Avec :

V_d : Volume des déblais des tranchées en (m³).

B : Largeur de la couche du tronçon en (m).

L : Longueur totale de la tranchée en (m).

H : Profondeur de la tranchée en (m).

➤ **Volume du lit du sable**

$$V_s = e \times L \times B \text{ (VII.6)}$$

Avec :

V_s : 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).

➤ **Volume occupé par les conduites**

$$V_c = L \times \pi \times \frac{D^2}{4} \text{ (VII.7)}$$

Avec :

V_c : Volume occupé par les conduites en (m³).

L : Longueur totale de la tranchée en (m).

D : Diamètre de la conduite en (m).

➤ **Volume du remblai**

$$V_r = V_d - [V_c + V_{cv} + V_s] \text{ (VII.8)}$$

V_r : Volume du remblai en (m³)

➤ **Volume excédentaire**

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

Avec :

V_e : Volume du sol excédentaire en (m³).

V_f : Volume du sol foisonné en (m³).

Tel que : $V_f = V_d \cdot K_f$

K_f : Coefficient de foisonnement dépend de la nature de sol pour notre cas on a : $K_f = 1,5$.

Les volumes des travaux de terrassement sont résumés dans le tableau suivant :

Tableau VII. 1: Volumes des travaux de terrassement

Vcv	Vd	Vc	Vs	Vr	Ve
497,13	14029,18	723,79	497,13	12311,13	8732,64

Remarque

Les calculs des volumes terrassements de la canalisation de notre zone sont mentionnés dans l'annexe [4].

III.2 Le devis quantitatif et estimatif de projet**Tableau VII. 2** : Devis quantitatif et estimatif des couts de projet

N	Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire (DA)	Montant (DA)
A	Travaux du terrassement				
1	Décapage de la terre végétale	m3	497,13	200	99426
2	Déblai de tranchée	m3	14029,18	350	4910213
3	lit de pose	m3	497,13	1500	745695
4	Remblai de tranchée	m3	12311,13	300	3693339
5	Evacuation du déblai excédentaire	m3	8732,64	300	2619792
B	Canalisation				
1	135A-Φ300	ml	2983,22	3000	8949660
2	135A-Φ400	ml	1076,98	4000	4307920
3	135A-Φ500	ml	463,9	5000	2319500
4	135A-Φ600	ml	152,17	6000	913020
5	135A-Φ800	ml	222,11	8000	1776880
6	135A-Φ1000	ml	142,68	10000	1426800
7	135A-Φ1200	ml	20,86	12000	250320
C	Construction				
1	Regards (Φ300)	U	180	3000	540000
	Regards (Φ400)	U	86	4000	344000
	Regards (Φ500)	U	23	5000	115000
	Regards (Φ600)	U	8	6000	48000
	Regards (Φ800)	U	9	8000	72000
	Regards (Φ1000)	U	5	10000	50000
	Regards (Φ1200)	U	1	12000	12000
2	Exécution des déversoirs d'orage	U	1	300000	300000
THT					33493565
TVA 19%					6363777,35
TTC					39857342,35

IV. Sécurité de travail

Les accidents du travail et maladies professionnelles ont des conséquences énormes sur les plans humain et économique. D'abord, pour le travailleur, ensuite, pour l'entreprise. L'accident du travail n'est jamais le fait d'un hasard ou de la fatalité. Ces causes sont la somme de différents facteurs classés en deux catégories distinctes :

- Facteur matériel.
- Facteur humain.

La prévention des risques professionnels et l'amélioration des conditions de travail participent à la valorisation des métiers et au maintien d'emplois de qualité. Donc, L'employeur est obligé d'assurer la sécurité et la santé des travailleurs dans tous les aspects liés au travail.

IV.1 Les causes des accidents

Les causes liées au facteur matériel concernent les conditions dangereuses susceptibles d'évoluer au cours de travail et qui 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...

Le facteur humain concerne les actions dangereuses dont certaines actions dangereuses sont des réactions psychiques difficilement prévisibles, car chaque être humain est un cas particulier qui réagit différemment selon les circonstances, ou selon son humeur personnelle.

a) 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 : Echelle dont 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.

b) 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 charge 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.

IV.2 Organisation de La prévention des accidents du travail

La prévention des accidents de travail regroupe les actions individuelles ou collectives qui évitent l'apparition d'un danger liée= au travail effectué ou à son environnement, ou en diminue les impacts.

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 :

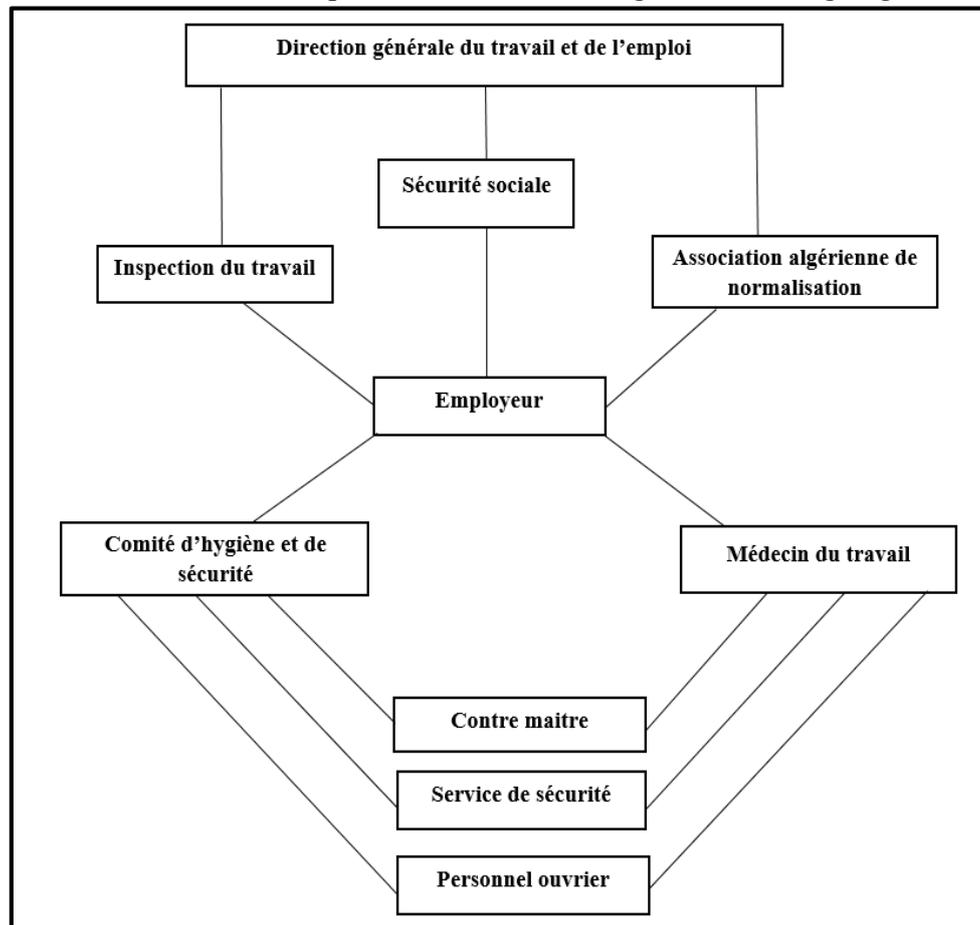


Figure VII. 9 : Organisation de La prévention des accidents du travail

V. Planification du projet

La planification de projet correspond à l'organisation des tâches à réaliser sur une période donnée. L'objectif de la planification est de déterminer le coût, les ressources mobilisées et la meilleure manière d'ordonnancer toutes les tâches à effectuer.

Pour planifier un projet adéquatement, la première chose à faire est de définir clairement l'objectif principal de notre projet. Ensuite, faites la liste de tout ce qui doit être accompli pour réaliser cet objectif.

Le chef de projet peut utiliser au quotidien un tableau de bord projet pour suivre l'avancement des tâches classées

La majorité des projets peuvent être définis selon 5 étapes :

- l'initiation.
- la définition et la planification.
- l'exécution.
- l'implémentation.
- le contrôle et la fermeture.

Pour notre projet la planification se fait suivant les tâches suivantes :

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

Tableau VII. 3 : les différentes opérations avec leurs durées

Désignation d'opération	Code	Durée (jours)
Piquetage	A	25
Décapage de la couche de végétation	B	15
Exécution des tranchées et des fouilles	C	40
Aménagement du lit de pose	D	25
Construction des regards	E	70
La mise en place des canalisations	F	30
Construction des ouvrages annexes	G	15
Assemblage des tuyaux	H	20
Les essais d'étanchéité	I	10
Remblaiement des tranchées	J	20
Travaux de finition	K	25

Tableau VII. 4: Détermination des délais

Opération	Tr	DP		DPP		MT
		CCP	DEP	DCPP	DEPP	
A	25	0	25	0	25	0
B	15	25	40	25	40	0
C	40	40	80	40	80	0
D	25	80	105	80	105	0
E	70	80	150	105	175	25
F	30	150	180	175	205	25
G	15	180	195	205	220	25
H	20	180	200	200	220	20
I	10	220	230	220	230	0
J	20	230	250	230	250	0
K	25	250	275	250	275	0

Avec :

TR : temps de réalisation du projet.

DCP : date de commencement au plus tôt des travaux.

DFP : date de finissement au plus tôt des travaux.

DCPP : date de commencement au plus tard des travaux.

DFPP : date de finissement au plus tard des travaux

MT : marge totale de l'exécution du projet.

- Le chemin critique est : A-B-C-D-I-J-K avec un temps de réalisation égal à :
 $\sum Tr = 160$ jours

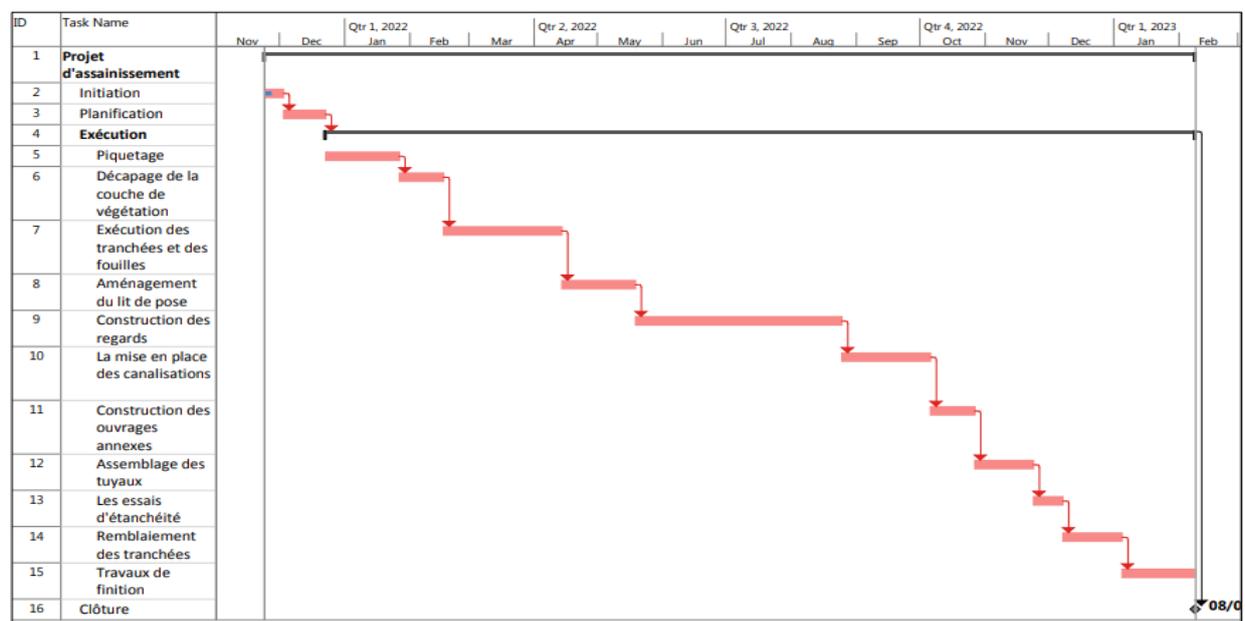


Figure VII. 10 : Diagramme de Gantt

VI. Conclusion

Ce chapitre nous a indiqué l'importance et la nécessité de l'organisation de chantier avant d'entamer les travaux, dans cette phase on est appelé à choisir les engins à utiliser dans le chantier et à faire une estimation des quantités des travaux à réaliser.

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 pour une bonne exécution des travaux de réalisation du projet.

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 trente-neuf million huit-cent cinquante-sept mille trois cent quarante-deux Dinars Algérien.

Conclusion Générale

Conclusion générale

Dans cette étude, nous avons conçus un système d'évacuation des eaux usées et pluviales du POS N°07 (DJOUGHELALI) commune de ATTATBA (W.Tipaza) afin de protéger la santé publique et l'environnement.

La présentation de la zone d'étude était notre première démarche, puis nous avons procédé au calcul hydrologique pour déterminer l'intensité moyenne maximale qui est de 160 L/s/ha, en utilisant les résultats obtenus par l'ajustement de la série pluviométrique à la loi Gumbel.

Pour le réseau d'évacuation, nous avons adopté un système unitaire avec un schéma par déplacement latéral, acheminant les eaux usées évacuées vers la station d'épuration de KOLEA et les débits excédentaires vers Oued Djer.

Pour l'évaluation des débits des eaux usées, nous avons pris en considération les débits d'eaux usées 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 d'étude en 05 sous-bassins, et opté pour la méthode rationnelle.

Le calcul hydraulique à savoir le dimensionnement des collecteurs projetés a donné des diamètres variables entre Ø 300 et Ø 1200 mm, en fonction de la pente accordée pour chaque tronçon ainsi que le débit correspondant.

Concernant les ouvrages annexes, nous avons projeté des regards de visite, des regards de jonction, et des regards de chute où la pente est très importante. Ainsi nous avons procédé à l'implantation et au dimensionnement d'un déversoir d'orage de type frontal afin d'assurer une meilleure sécurité à notre réseau et d'assurer les opérations de curage.

Du côté économique, nous avons élaboré un devis quantitatif et estimatif afin d'évaluer le coût de projet qui est de 39857342,35 DA.

Références bibliographiques

Référence bibliographique

- « Manuel pratique d'hydrologie » de Dr. B. Touaibia- Mars 2004.
- Bourrier R., SATIN, M., SELMI, B., 2006 « Guide technique de l'assainissement », le moniteur, Paris.
- REGIS, B., 1984 «les réseaux d'assainissement, calculs application et perspective », Paris.
- SALAH.B, Guide technique de l'assainissement
- SALAH. B., 2014 «polycopie d'assainissement », école nationale supérieure de l'hydraulique, BLIDA.
- SALAH.B, 2020, Cours d'assainissement, 5^{eme} année.
- KAHLERRAS.D., 2019 «polycopie de l'organisation de chantier », école nationale supérieure de l'hydraulique, BLIDA.
- KAHLERRAS.D. Cours Sécurité de travail, 5^{eme} année, ENSH2021.

Annexes

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 ν	0,99	0,975	0,95	0,90	0,10	0,05	0,025	0,01	0,001
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

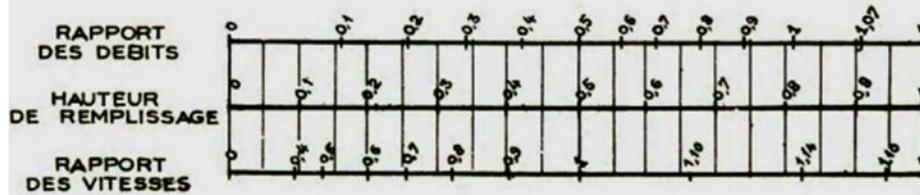
Annexe [2] : Les variations des débits et des vitesses en fonction de la hauteur de remplissage.

ANNEXE X

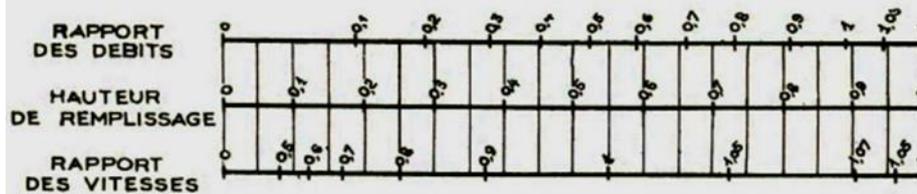
VARIATIONS DES DÉBITS ET DES VITESSES
EN FONCTION DE LA HAUTEUR DE REMPLISSAGE

(d'après la formule de Bazin)

a) Ouvrages circulaires



b) Ouvrages ovoïdes normalisés



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

Annexe [3] : dimensions des regards de chute.

N	Regard de chute	Y(m)	V (m/s)	X (m)
1	R4	1,03	2,06	0,94
2	R6	0,87	2,41	1,01
3	R7	0,87	2,71	1,14
4	R8	0,44	2,82	0,84
5	R9	1,54	2,92	1,64
6	R10	1,33	2,94	1,53
7	R11	0,44	2,97	0,89
8	R13	2,89	3,24	2,49
9	R14	0,15	3,36	0,59

Annexe [4] : les volumes du terrassement.

Tronçon	D (mm)	L(m)	B (m)	H(m)	V _{cv}	V _d	V _s	V _c	V _r	V _f	V _e
R1-R2	300	10,11	0,9	2,5	0,91	22,75	0,91	0,71	20,21	34,12	13,91
R2-R3	300	11,75	0,9	2,5	1,06	26,44	1,06	0,83	23,49	39,66	16,16
R3-R4	300	12,83	0,9	3,01	1,15	34,76	1,15	0,91	31,54	52,13	20,59
R4-R5	300	12,86	0,9	2,5	1,16	28,94	1,16	0,91	25,71	43,40	17,69
R5-R6	300	27,33	0,9	3,33	2,46	81,91	2,46	1,93	75,06	122,86	47,81
R6-R7	300	35,97	0,9	3,37	3,24	109,10	3,24	2,54	100,08	163,65	63,57
R7-R8	300	16,04	0,9	2,5	1,44	36,09	1,44	1,13	32,07	54,14	22,07
R8-R9	300	25,16	0,9	2,94	2,26	66,57	2,26	1,78	60,27	99,86	39,59
R9-R10	300	17,02	0,9	4,04	1,53	61,88	1,53	1,20	57,62	92,83	35,21
R10-R11	300	17	0,9	2,5	1,53	38,25	1,53	1,20	33,99	57,38	23,39
R11-R12	300	10,92	0,9	2,5	0,98	24,57	0,98	0,77	21,83	36,86	15,02
R12-R13	400	22,79	1	2,5	2,28	56,98	2,28	2,86	49,55	85,46	35,91
R13-R14	400	15,95	1	5,39	1,60	85,97	1,60	2,00	80,78	128,96	48,18
R14-R15	400	22,2	1	4,03	2,22	89,47	2,22	2,79	82,24	134,20	51,96
R15-R16	500	25,77	1,1	2,64	2,83	74,84	2,83	5,06	64,11	112,25	48,15
R16-R17	500	21,12	1,1	2,88	2,32	66,91	2,32	4,15	58,11	100,36	42,25
R17-R18	400	25,16	1	2,92	2,52	73,47	2,52	3,16	65,27	110,20	44,93
R18-R19	500	23,28	1,1	2,54	2,56	65,04	2,56	4,57	55,35	97,57	42,21
R19-R20	500	13,51	1,1	2,54	1,49	37,75	1,49	2,65	32,12	56,62	24,50
R20-R21	600	10,05	1,2	2,54	1,21	30,63	1,21	2,84	25,38	45,95	20,57
R21-R22	600	22,74	1,2	2,54	2,73	69,31	2,73	6,43	57,42	103,97	46,54
R22-R23	400	12,4	1	2,79	1,24	34,60	1,24	1,56	30,56	51,89	21,34
R23-R24	500	25,04	1,1	2,55	2,75	70,24	2,75	4,92	59,81	105,36	45,54
R24-R25	500	10,29	1,1	2,56	1,13	28,98	1,13	2,02	24,69	43,46	18,77
R25-R26	800	23,65	1,4	2,54	3,31	84,10	3,31	11,89	65,59	126,15	60,56

R26-R27	600	21,3	1,2	2,54	2,56	64,92	2,56	6,02	53,79	97,38	43,60
R27-R28	800	16,27	1,4	2,55	2,28	58,08	2,28	8,18	45,35	87,13	41,78
R28-R29	800	30,62	1,4	2,81	4,29	120,46	4,29	15,39	96,49	180,69	84,19
R29-R30	800	30,12	1,4	2,94	4,22	123,97	4,22	15,14	100,40	185,96	85,56
R30-R31	600	18,27	1,2	2,65	2,19	58,10	2,19	5,17	48,55	87,15	38,60
R31-R32	1000	21,1	1,6	2,71	3,38	91,49	3,38	16,57	68,17	137,23	69,07
R32-DO	1200	20,86	1,8	2,73	3,75	102,51	3,75	23,59	71,40	153,76	82,35
R33-R34	300	16,59	0,9	3,54	1,49	52,86	1,49	1,17	48,70	79,28	30,59
R34-R35	300	19,73	0,9	2,61	1,78	46,35	1,78	1,39	41,40	69,52	28,12
R35-R36	300	16,75	0,9	3,84	1,51	57,89	1,51	1,18	53,69	86,83	33,14
R36-R37	300	34,05	0,9	3,95	3,06	121,05	3,06	2,41	112,51	181,57	69,06
R37-R38	300	13,49	0,9	2,5	1,21	30,35	1,21	0,95	26,97	45,53	18,56
R38-R39	300	20,87	0,9	3,31	1,88	62,17	1,88	1,48	56,94	93,26	36,32
R39-R40	300	20,43	0,9	2,5	1,84	45,97	1,84	1,44	40,85	68,95	28,11
R40-R41	300	23,76	0,9	2,5	2,14	53,46	2,14	1,68	47,50	80,19	32,69
R41-R42	300	26,1	0,9	2,5	2,35	58,73	2,35	1,84	52,18	88,09	35,91
R42-R12	400	43,2	1	2,5	4,32	108,00	4,32	5,43	93,93	162,00	68,07
R43-R44	300	29,23	0,9	2,53	2,63	66,56	2,63	2,07	59,23	99,84	40,61
R44-R45	300	41,94	0,9	2,85	3,77	107,58	3,77	2,96	97,06	161,36	64,30
R45-R46	300	28,68	0,9	2,5	2,58	64,53	2,58	2,03	57,34	96,80	39,45
R46-R47	300	15,17	0,9	2,5	1,37	34,13	1,37	1,07	30,33	51,20	20,87
R47-R48	300	40,11	0,9	2,5	3,61	90,25	3,61	2,84	80,19	135,37	55,18
R48-R49	300	25,05	0,9	2,5	2,25	56,36	2,25	1,77	50,08	84,54	34,46
R49-R50	300	12,34	0,9	2,51	1,11	27,88	1,11	0,87	24,78	41,81	17,03
R50-R51	500	35,11	1,1	2,51	3,86	96,94	3,86	6,89	82,32	145,41	63,09
R51-R52	500	35,73	1,1	2,53	3,93	99,44	3,93	7,02	84,56	149,15	64,59
R52-R53	500	13,41	1,1	2,53	1,48	37,32	1,48	2,63	31,74	55,98	24,24
R53-R54	500	34,6	1,1	2,9	3,81	110,37	3,81	6,79	95,97	165,56	69,59
R54-R25	500	35,41	1,1	3,24	3,90	126,20	3,90	6,95	111,46	189,30	77,84

R55-R56	300	23	0,9	2,5	2,07	51,75	2,07	1,63	45,98	77,63	31,64
R56-R27	300	29,43	0,9	2,52	2,65	66,75	2,65	2,08	59,37	100,12	40,75
R57-R58	300	40,43	0,9	3,74	3,64	136,09	3,64	2,86	125,95	204,13	78,18
R58-R59	400	22,18	1	2,52	2,22	55,89	2,22	2,79	48,67	83,84	35,17
R59-R60	400	12,65	1	2,54	1,27	32,13	1,27	1,59	28,01	48,20	20,19
R60-R61	300	27,09	0,9	2,55	2,44	62,17	2,44	1,91	55,38	93,26	37,88
R61-R62	300	29,33	0,9	2,55	2,64	67,31	2,64	2,07	59,96	100,97	41,01
R62-R63	300	35,04	0,9	2,6	3,15	81,99	3,15	2,48	73,21	122,99	49,78
R63-R64	400	23,87	1	3,11	2,39	74,24	2,39	3,00	66,46	111,35	44,89
R64-R31	400	16,78	1	3,56	1,68	59,74	1,68	2,11	54,27	89,61	35,33
R65-R66	300	16,47	0,9	3,33	1,48	49,36	1,48	1,16	45,23	74,04	28,81
R66-R67	300	29,14	0,9	3,83	2,62	100,45	2,62	2,06	93,14	150,67	57,53
R67-R14	300	26,93	0,9	2,81	2,42	68,11	2,42	1,90	61,36	102,16	40,80
R68-R69	300	18,76	0,9	2,68	1,69	45,25	1,69	1,33	40,55	67,87	27,33
R69-R18	300	24,53	0,9	2,5	2,21	55,19	2,21	1,73	49,04	82,79	33,75
R81-R82	300	10,01	0,9	2,51	0,90	22,61	0,90	0,71	20,10	33,92	13,82
R82-R83	300	9,59	0,9	3,16	0,86	27,27	0,86	0,68	24,87	40,91	16,04
R83-R84	300	8,76	0,9	3,14	0,79	24,76	0,79	0,62	22,56	37,13	14,57
R84-R85	300	8,79	0,9	3,15	0,79	24,92	0,79	0,62	22,72	37,38	14,66
R85-R86	300	9,02	0,9	3,15	0,81	25,57	0,81	0,64	23,31	38,36	15,05
R86-R87	300	8,79	0,9	3,14	0,79	24,84	0,79	0,62	22,64	37,26	14,62
R87-R88	300	10,6	0,9	3,15	0,95	30,05	0,95	0,75	27,39	45,08	17,68
R88-R89	400	10,04	1	2,5	1,00	25,10	1,00	1,26	21,83	37,65	15,82
R89-R90	400	10,82	1	2,5	1,08	27,05	1,08	1,36	23,53	40,58	17,05
R90-R91	300	10,04	0,9	2,5	0,90	22,59	0,90	0,71	20,07	33,89	13,81
R91-R92	300	10,96	0,9	2,51	0,99	24,76	0,99	0,77	22,01	37,14	15,13
R92-R93	300	10	0,9	2,82	0,90	25,38	0,90	0,71	22,87	38,07	15,20
R93-R94	300	10,17	0,9	2,95	0,92	27,00	0,92	0,72	24,45	40,50	16,05
R94-R95	300	11,05	0,9	2,52	0,99	25,06	0,99	0,78	22,29	37,59	15,30

R95-R96	300	9,08	0,9	2,5	0,82	20,43	0,82	0,64	18,15	30,65	12,49
R96-R97	300	16,79	0,9	2,51	1,51	37,93	1,51	1,19	33,72	56,89	23,17
R97-R98	300	9,09	0,9	3,19	0,82	26,10	0,82	0,64	23,82	39,15	15,33
R98-R99	400	10,59	1	2,98	1,06	31,56	1,06	1,33	28,11	47,34	19,23
R99-R100	400	10,22	1	2,51	1,02	25,65	1,02	1,28	22,32	38,48	16,15
R100-R101	400	10,44	1	2,51	1,04	26,20	1,04	1,31	22,80	39,31	16,50
R101-R102	400	12,32	1	2,5	1,23	30,80	1,23	1,55	26,79	46,20	19,41
R102-R103	400	10,69	1	2,5	1,07	26,73	1,07	1,34	23,24	40,09	16,84
R103-R104	400	10,15	1	2,5	1,02	25,38	1,02	1,28	22,07	38,06	15,99
R104-R105	400	5,03	1	25	0,50	125,75	0,50	0,63	124,11	188,63	64,51
R105-R106	400	10,18	1	2,5	1,02	25,45	1,02	1,28	22,13	38,18	16,04
R106-R107	400	10,85	1	2,5	1,09	27,13	1,09	1,36	23,59	40,69	17,10
R107-R108	400	20,1	1	2,5	2,01	50,25	2,01	2,53	43,70	75,38	31,67
R108-R109	400	8,11	1	2,5	0,81	20,28	0,81	1,02	17,63	30,41	12,78
R109-R110	400	12,2	1	2,5	1,22	30,50	1,22	1,53	26,53	45,75	19,22

R110- R111	400	20,4	1	2,5	2,04	51,00	2,04	2,56	44,36	76,50	32,14
R111- R112	400	16,74	1	2,7	1,67	45,20	1,67	2,10	39,75	67,80	28,05
R112- R113	500	20,25	1,1	2,65	2,23	59,03	2,23	3,98	50,60	88,54	37,95
R113- R114	400	26,11	1	2,51	2,61	65,54	2,61	3,28	57,03	98,30	41,27
R114- R115	500	14,18	1,1	2,52	1,56	39,31	1,56	2,78	33,40	58,96	25,56
R115- R116	500	8,28	1,1	2,5	0,91	22,77	0,91	1,63	19,32	34,16	14,83
R116- R117	500	8,06	1,1	2,6	0,89	23,05	0,89	1,58	19,70	34,58	14,88
R117- R118	500	10,43	1,1	2,71	1,15	31,09	1,15	2,05	26,75	46,64	19,89
R118- R119	500	10,02	1,1	3,2	1,10	35,27	1,10	1,97	31,10	52,91	21,81
R119- R120	500	8,84	1,1	2,65	0,97	25,77	0,97	1,74	22,09	38,65	16,56
R120- R121	500	5,77	1,1	3,07	0,63	19,49	0,63	1,13	17,08	29,23	12,14
R121- R122	600	11,48	1,2	2,71	1,38	37,33	1,38	3,25	31,33	56,00	24,67
R122- R123	600	16,5	1,2	2,87	1,98	56,83	1,98	4,67	48,20	85,24	37,04
R123- R124	600	11,04	1,2	2,76	1,32	36,56	1,32	3,12	30,79	54,85	24,05
R124- R125	600	10,77	1,2	2,5	1,29	32,31	1,29	3,05	26,68	48,47	21,78
R125- R126	600	30,02	1,2	2,51	3,60	90,42	3,60	8,49	74,73	135,63	60,90

R126- R127	800	25,55	1,4	2,51	3,58	89,78	3,58	12,84	69,79	134,67	64,89
R127- R128	800	36,24	1,4	2,51	5,07	127,35	5,07	18,22	98,98	191,02	92,04
R128- R129	800	29,83	1,4	2,51	4,18	104,82	4,18	14,99	81,48	157,23	75,76
R129- R130	800	29,83	1,4	2,55	4,18	106,49	4,18	14,99	83,15	159,74	76,59
R130- R131	1000	50,59	1,6	2,55	8,09	206,41	8,09	39,73	150,49	309,61	159,13
R131- R132	1000	50,88	1,6	2,57	8,14	209,22	8,14	39,96	152,98	313,83	160,85
R132-R32	1000	20,11	1,6	2,59	3,22	83,34	3,22	15,79	61,11	125,00	63,90
R70-R71	300	36,52	0,9	2,51	3,29	82,50	3,29	2,58	73,34	123,75	50,40
R71-R72	300	38,63	0,9	2,55	3,48	88,66	3,48	2,73	78,97	132,98	54,01
R72-R73	300	11,54	0,9	2,51	1,04	26,07	1,04	0,82	23,18	39,10	15,93
R73-R74	300	34,69	0,9	2,55	3,12	79,61	3,12	2,45	70,92	119,42	48,50
R74-R75	300	24,14	0,9	2,51	2,17	54,53	2,17	1,71	48,48	81,80	33,32
R75-R54	400	20,33	1	2,55	2,03	51,84	2,03	2,55	45,22	77,76	32,54
R76-R77	300	20,31	0,9	2,59	1,83	47,34	1,83	1,44	42,25	71,01	28,76
R77-R60	300	41,83	0,9	2,71	3,76	102,02	3,76	2,96	91,54	153,04	61,50
R78-R79	300	14,26	0,9	2,55	1,28	32,73	1,28	1,01	29,15	49,09	19,94
R79-R80	300	11,35	0,9	2,55	1,02	26,05	1,02	0,80	23,20	39,07	15,87
R80-R62	300	20,13	0,9	2,51	1,81	45,47	1,81	1,42	40,43	68,21	27,78
R158- R170	300	20,01	0,9	2,52	1,80	45,38	1,80	1,41	40,37	68,07	27,71
R170- R171	300	15,03	0,9	2,52	1,35	34,09	1,35	1,06	30,32	51,13	20,81
R171- R172	300	10,11	0,9	2,51	0,91	22,84	0,91	0,71	20,30	34,26	13,95

R172- R173	300	10	0,9	3,74	0,90	33,66	0,90	0,71	31,15	50,49	19,34
R176- R174	300	10	0,9	3,45	0,90	31,05	0,90	0,71	28,54	46,58	18,03
R174- R175	300	10	0,9	3,15	0,90	28,35	0,90	0,71	25,84	42,53	16,68
R175- R176	300	10,02	0,9	3,1	0,90	27,96	0,90	0,71	25,44	41,93	16,49
R176- R177	300	10	0,9	3,1	0,90	27,90	0,90	0,71	25,39	41,85	16,46
R177- R178	300	10,08	0,9	3,03	0,91	27,49	0,91	0,71	24,96	41,23	16,27
R178- R179	300	10,08	0,9	3	0,91	27,22	0,91	0,71	24,69	40,82	16,13
R179- R180	300	10,08	0,9	3,02	0,91	27,40	0,91	0,71	24,87	41,10	16,23
R180- R181	300	7,2	0,9	2,8	0,65	18,14	0,65	0,51	16,34	27,22	10,88
R181- R182	300	10,02	0,9	2,88	0,90	25,97	0,90	0,71	23,46	38,96	15,50
R182- R183	300	10,06	0,9	2,84	0,91	25,71	0,91	0,71	23,19	38,57	15,38
R183- R184	300	10,02	0,9	2,85	0,90	25,70	0,90	0,71	23,19	38,55	15,36
R184- R185	300	12,96	0,9	3,15	1,17	36,74	1,17	0,92	33,49	55,11	21,62
R185- R186	400	10,01	1	2,62	1,00	26,23	1,00	1,26	22,97	39,34	16,37
R186- R187	400	10,07	1	2,59	1,01	26,08	1,01	1,27	22,80	39,12	16,32
R187- R188	400	10,01	1	2,61	1,00	26,13	1,00	1,26	22,87	39,19	16,32

R188- R189	400	10	1	2,78	1,00	27,80	1,00	1,26	24,54	41,70	17,16
R189- R190	400	10	1	2,63	1,00	26,30	1,00	1,26	23,04	39,45	16,41
R190- R191	400	10,01	1	2,5	1,00	25,03	1,00	1,26	21,77	37,54	15,77
R191- R192	400	10	1	2,62	1,00	26,20	1,00	1,26	22,94	39,30	16,36
R192- R193	400	10	1	2,56	1,00	25,60	1,00	1,26	22,34	38,40	16,06
R193- R194	400	10,01	1	2,5	1,00	25,03	1,00	1,26	21,77	37,54	15,77
R194- R195	400	3,92	1	2,52	0,39	9,88	0,39	0,49	8,60	14,82	6,22
R195- R196	400	15	1	2,75	1,50	41,25	1,50	1,88	36,37	61,88	25,51
R196- R197	400	15,09	1	2,97	1,51	44,82	1,51	1,90	39,90	67,23	27,32
R197- R198	400	10	1	2,97	1,00	29,70	1,00	1,26	26,44	44,55	18,11
R198- R199	400	24,35	1	3,54	2,44	86,20	2,44	3,06	78,27	129,30	51,03
R199- R200	400	10,03	1	2,87	1,00	28,79	1,00	1,26	25,52	43,18	17,66
R200- R201	400	10,06	1	2,73	1,01	27,46	1,01	1,26	24,19	41,20	17,01
R201- R202	400	10,01	1	2,56	1,00	25,63	1,00	1,26	22,37	38,44	16,07
R202- R203	400	10,08	1	2,5	1,01	25,20	1,01	1,27	21,92	37,80	15,88
R203- R204	400	10,06	1	2,58	1,01	25,95	1,01	1,26	22,68	38,93	16,25

R204- R205	400	15,01	1	2,5	1,50	37,53	1,50	1,89	32,64	56,29	23,65
R205- R206	400	15,13	1	3,01	1,51	45,54	1,51	1,90	40,61	68,31	27,70
R206- R207	400	10,09	1	2,5	1,01	25,23	1,01	1,27	21,94	37,84	15,90
R207- R208	400	14,14	1	3,35	1,41	47,37	1,41	1,78	42,76	71,05	28,29
R208- R237	400	10,04	1	3,14	1,00	31,53	1,00	1,26	28,26	47,29	19,03
R237- R238	400	10,16	1	2,56	1,02	26,01	1,02	1,28	22,70	39,01	16,31
R238-R50	400	17,39	1	2,5	1,74	43,48	1,74	2,19	37,81	65,21	27,40
R239- R240	300	20,26	0,9	2,52	1,82	45,95	1,82	1,43	40,87	68,92	28,05
R240- R241	300	20,02	0,9	2,52	1,80	45,41	1,80	1,42	40,39	68,11	27,72
R241- R242	300	10,11	0,9	3	0,91	27,30	0,91	0,71	24,76	40,95	16,18
R242- R243	300	10,43	0,9	3,2	0,94	30,04	0,94	0,74	27,42	45,06	17,63
R243- R244	300	8,85	0,9	3,4	0,80	27,08	0,80	0,63	24,86	40,62	15,76
R244- R181	300	6,18	0,9	3,07	0,56	17,08	0,56	0,44	15,53	25,61	10,09
R245- R246	300	10,07	0,9	2,5	0,91	22,66	0,91	0,71	20,13	33,99	13,85
R246- R247	300	10,2	0,9	3,01	0,92	27,63	0,92	0,72	25,07	41,45	16,37
R247- R248	300	10,49	0,9	3,16	0,94	29,83	0,94	0,74	27,20	44,75	17,55

R248- R249	300	10,04	0,9	3,23	0,90	29,19	0,90	0,71	26,67	43,78	17,11
R249- R250	300	10,08	0,9	2,93	0,91	26,58	0,91	0,71	24,05	39,87	15,82
R250- R251	300	10,09	0,9	2,62	0,91	23,79	0,91	0,71	21,26	35,69	14,43
R251- R252	300	10,31	0,9	2,83	0,93	26,26	0,93	0,73	23,67	39,39	15,71
R252- R253	300	10,67	0,9	3,22	0,96	30,92	0,96	0,75	28,25	46,38	18,14
R253- R185	300	8,54	0,9	3,22	0,77	24,75	0,77	0,60	22,61	37,12	14,52
R254- R255	300	10,03	0,9	2,5	0,90	22,57	0,90	0,71	20,05	33,85	13,80
R255- R299	300	10,21	0,9	3,14	0,92	28,85	0,92	0,72	26,29	43,28	16,99
R299- R300	300	10,2	0,9	3,42	0,92	31,40	0,92	0,72	28,84	47,09	18,25
R300- R301	300	10,04	0,9	3,7	0,90	33,43	0,90	0,71	30,92	50,15	19,23
R301- R302	300	10,07	0,9	3,01	0,91	27,28	0,91	0,71	24,76	40,92	16,16
R302- R303	300	10,53	0,9	2,5	0,95	23,69	0,95	0,74	21,05	35,54	14,49
R303- R304	300	10,11	0,9	2,55	0,91	23,20	0,91	0,71	20,67	34,80	14,14
R304- R305	300	10,23	0,9	3,01	0,92	27,71	0,92	0,72	25,15	41,57	16,42
R305- R195	300	12,2	0,9	2,75	1,10	30,20	1,10	0,86	27,14	45,29	18,16
R209- R210	300	30,03	0,9	2,51	2,70	67,84	2,70	2,12	60,31	101,76	41,45

R210- R211	300	30,3	0,9	2,6	2,73	70,90	2,73	2,14	63,31	106,35	43,05
R211- R212	300	20,03	0,9	2,69	1,80	48,49	1,80	1,42	43,47	72,74	29,27
R212- R213	300	20,16	0,9	2,6	1,81	47,17	1,81	1,43	42,12	70,76	28,64
R213- R214	300	10,17	0,9	2,79	0,92	25,54	0,92	0,72	22,99	38,31	15,32
R214- R215	300	10,07	0,9	3,59	0,91	32,54	0,91	0,71	30,01	48,80	18,79
R215- R216	300	10,05	0,9	3,5	0,90	31,66	0,90	0,71	29,14	47,49	18,35
R216- R217	300	10,15	0,9	3,5	0,91	31,97	0,91	0,72	29,43	47,96	18,53
R217- R218	300	7,51	0,9	3,48	0,68	23,52	0,68	0,53	21,64	35,28	13,64
R218- R219	300	20,18	0,9	3,41	1,82	61,93	1,82	1,43	56,87	92,90	36,03
R219- R220	300	20,18	0,9	3,29	1,82	59,75	1,82	1,43	54,69	89,63	34,94
R220- R221	300	20,04	0,9	3,49	1,80	62,95	1,80	1,42	57,92	94,42	36,50
R221- R222	300	20,04	0,9	3,4	1,80	61,32	1,80	1,42	56,30	91,98	35,68
R222- R223	300	20,43	0,9	3,4	1,84	62,52	1,84	1,44	57,39	93,77	36,38
R223- R224	300	20,07	0,9	3,5	1,81	63,22	1,81	1,42	58,19	94,83	36,64
R224- R225	300	20,04	0,9	2,78	1,80	50,14	1,80	1,42	45,12	75,21	30,09
R225- R226	300	10,08	0,9	4,14	0,91	37,56	0,91	0,71	35,03	56,34	21,31

R226- R227	500	15,85	1,1	3,2	1,74	55,79	1,74	3,11	49,19	83,69	34,50
R227- R228	400	20,09	1	3,25	2,01	65,29	2,01	2,52	58,75	97,94	39,19
R228- R229	400	10,5	1	2,5	1,05	26,25	1,05	1,32	22,83	39,38	16,54
R229- R230	400	10,94	1	2,51	1,09	27,46	1,09	1,37	23,90	41,19	17,29
R230- R231	400	10,82	1	2,5	1,08	27,05	1,08	1,36	23,53	40,58	17,05
R231- R232	400	12,15	1	3,68	1,22	44,71	1,22	1,53	40,76	67,07	26,31
R232- R233	400	20,01	1	4,46	2,00	89,24	2,00	2,51	82,73	133,87	51,14
R233- R234	500	30,79	1,1	4,14	3,39	140,22	3,39	6,05	127,40	210,33	82,93
R234- R235	500	30,79	1,1	2,5	3,39	84,67	3,39	6,05	71,85	127,01	55,16
R235- R236	500	30,32	1,1	2,51	3,34	83,71	3,34	5,95	71,09	125,57	54,48
R236- R114	400	13,95	1	2,52	1,40	35,15	1,40	1,75	30,61	52,73	22,12
R256- R257	300	10,09	0,9	2,53	0,91	22,97	0,91	0,71	20,45	34,46	14,02
R257- R258	300	10,06	0,9	3,34	0,91	30,24	0,91	0,71	27,72	45,36	17,64
R258- R259	300	10,01	0,9	3,34	0,90	30,09	0,90	0,71	27,58	45,14	17,55
R259- R260	300	9,71	0,9	3,34	0,87	29,19	0,87	0,69	26,75	43,78	17,03
R260- R261	300	10,08	0,9	3,31	0,91	30,03	0,91	0,71	27,50	45,04	17,54

R261- R262	300	8,22	0,9	2,5	0,74	18,50	0,74	0,58	16,43	27,74	11,31
R262- R263	300	8,31	0,9	2,5	0,75	18,70	0,75	0,59	16,61	28,05	11,43
R263- R264	300	5,36	0,9	2,82	0,48	13,60	0,48	0,38	12,26	20,41	8,15
R264-R88	300	12,52	0,9	5,4	1,13	60,85	1,13	0,88	57,71	91,27	33,56
R265- R266	300	10,35	0,9	2,89	0,93	26,92	0,93	0,73	24,33	40,38	16,05
R266- R267	300	10,17	0,9	2,84	0,92	25,99	0,92	0,72	23,45	38,99	15,55
R267- R268	300	10,32	0,9	2,87	0,93	26,66	0,93	0,73	24,07	39,98	15,92
R268- R269	300	10,02	0,9	2,84	0,90	25,61	0,90	0,71	23,10	38,42	15,32
R269- R270	300	10,21	0,9	2,82	0,92	25,91	0,92	0,72	23,35	38,87	15,52
R270- R271	300	10,07	0,9	2,73	0,91	24,74	0,91	0,71	22,22	37,11	14,90
R271- R272	300	10,07	0,9	2,5	0,91	22,66	0,91	0,71	20,13	33,99	13,85
R272-R96	300	12,52	0,9	2,74	1,13	30,87	1,13	0,88	27,74	46,31	18,58
R273- R274	300	10,02	0,9	2,77	0,90	24,98	0,90	0,71	22,47	37,47	15,00
R274- R275	300	10,07	0,9	2,89	0,91	26,19	0,91	0,71	23,67	39,29	15,62
R275- R276	300	10,04	0,9	2,84	0,90	25,66	0,90	0,71	23,15	38,49	15,35
R276- R277	300	10,05	0,9	2,96	0,90	26,77	0,90	0,71	24,25	40,16	15,91
R277- R278	300	10,15	0,9	3,26	0,91	29,78	0,91	0,72	27,24	44,67	17,43

R278- R279	300	10,37	0,9	3,24	0,93	30,24	0,93	0,73	27,64	45,36	17,72
R279- R143	300	13,01	0,9	3,56	1,17	41,68	1,17	0,92	38,42	62,53	24,10
R280- R281	300	10,3	0,9	2,69	0,93	24,94	0,93	0,73	22,35	37,40	15,05
R281- R282	300	10,08	0,9	2,74	0,91	24,86	0,91	0,71	22,33	37,29	14,96
R282- R283	300	10,18	0,9	2,5	0,92	22,91	0,92	0,72	20,35	34,36	14,00
R283- R284	300	10,52	0,9	2,72	0,95	25,75	0,95	0,74	23,12	38,63	15,51
R284- R285	300	10,27	0,9	2,72	0,92	25,14	0,92	0,73	22,57	37,71	15,15
R285- R286	300	10,29	0,9	2,5	0,93	23,15	0,93	0,73	20,57	34,73	14,16
R286- R151	300	11,03	0,9	2,5	0,99	24,82	0,99	0,78	22,05	37,23	15,17
R287- R288	300	15,15	0,9	2,52	1,36	34,36	1,36	1,07	30,56	51,54	20,98
R288- R289	300	15,12	0,9	2,52	1,36	34,29	1,36	1,07	30,50	51,44	20,94
R289- R290	300	20,11	0,9	2,51	1,81	45,43	1,81	1,42	40,39	68,14	27,76
R290- R136	300	21,19	0,9	2,52	1,91	48,06	1,91	1,50	42,75	72,09	29,34
R291- R292	300	20,03	0,9	2,57	1,80	46,33	1,80	1,42	41,31	69,49	28,19
R292- R293	300	11,68	0,9	2,58	1,05	27,12	1,05	0,83	24,19	40,68	16,49
R293- R294	300	15,37	0,9	2,5	1,38	34,58	1,38	1,09	30,73	51,87	21,14

R294- R295	300	15,46	0,9	2,5	1,39	34,79	1,39	1,09	30,91	52,18	21,27
R295- R121	300	19,09	0,9	2,51	1,72	43,12	1,72	1,35	38,34	64,69	26,35
R296- R297	300	15	0,9	2,82	1,35	38,07	1,35	1,06	34,31	57,11	22,80
R297- R298	300	10,75	0,9	2,82	0,97	27,28	0,97	0,76	24,59	40,93	16,34
R298- R223	300	13,8	0,9	2,51	1,24	31,17	1,24	0,98	27,71	46,76	19,05
R306- R307	300	20,1	0,9	2,5	1,81	45,23	1,81	1,42	40,19	67,84	27,65
R307- R308	300	20,06	0,9	2,5	1,81	45,14	1,81	1,42	40,11	67,70	27,60
R308- R309	300	20,13	0,9	2,51	1,81	45,47	1,81	1,42	40,43	68,21	27,78
R309- R310	300	18,07	0,9	2,51	1,63	40,82	1,63	1,28	36,29	61,23	24,94
R310- R311	300	29,87	0,9	2,5	2,69	67,21	2,69	2,11	59,72	100,81	41,09
R311- R312	300	30,05	0,9	2,5	2,70	67,61	2,70	2,12	60,08	101,42	41,34
R312- R114	300	34,08	0,9	2,5	3,07	76,68	3,07	2,41	68,14	115,02	46,88
R133- R134	300	15,03	0,9	2,52	1,35	34,09	1,35	1,06	30,32	51,13	20,81
R134- R135	300	15,69	0,9	2,77	1,41	39,12	1,41	1,11	35,18	58,67	23,49
R135- R136	300	30,67	0,9	2,5	2,76	69,01	2,76	2,17	61,32	103,51	42,19
R136- R137	300	15,66	0,9	2,92	1,41	41,15	1,41	1,11	37,23	61,73	24,50

R137- R138	300	20,28	0,9	2,5	1,83	45,63	1,83	1,43	40,55	68,45	27,90
R138- R139	300	10,08	0,9	2,88	0,91	26,13	0,91	0,71	23,60	39,19	15,59
R139- R140	300	10,17	0,9	2,5	0,92	22,88	0,92	0,72	20,33	34,32	13,99
R140- R141	300	10,25	0,9	2,99	0,92	27,58	0,92	0,72	25,01	41,37	16,36
R141- R142	300	10,07	0,9	2,5	0,91	22,66	0,91	0,71	20,13	33,99	13,85
R142- R143	300	8,55	0,9	2,98	0,77	22,93	0,77	0,60	20,79	34,40	13,61
R143- R144	300	10,03	0,9	2,94	0,90	26,54	0,90	0,71	24,03	39,81	15,78
R144- R145	300	10,02	0,9	2,98	0,90	26,87	0,90	0,71	24,36	40,31	15,95
R145- R146	300	10,01	0,9	2,5	0,90	22,52	0,90	0,71	20,01	33,78	13,77
R146- R147	300	10,01	0,9	3,08	0,90	27,75	0,90	0,71	25,24	41,62	16,38
R147- R148	300	10,03	0,9	2,92	0,90	26,36	0,90	0,71	23,84	39,54	15,69
R148- R149	400	10,04	1	2,5	1,00	25,10	1,00	1,26	21,83	37,65	15,82
R149- R150	400	10,06	1	2,5	1,01	25,15	1,01	1,26	21,87	37,73	15,85
R150- R151	400	13,79	1	2,93	1,38	40,40	1,38	1,73	35,91	60,61	24,69
R151- R152	400	10	1	3,33	1,00	33,30	1,00	1,26	30,04	49,95	19,91
R152- R153	400	10,01	1	3,16	1,00	31,63	1,00	1,26	28,37	47,45	19,08

R153- R154	400	10,01	1	3,07	1,00	30,73	1,00	1,26	27,47	46,10	18,63
R154- R155	400	10,02	1	2,5	1,00	25,05	1,00	1,26	21,79	37,58	15,79
R155- R156	400	10,03	1	2,5	1,00	25,08	1,00	1,26	21,81	37,61	15,80
R156- R157	400	10,03	1	2,51	1,00	25,18	1,00	1,26	21,91	37,76	15,85
R157- R159	400	10,04	1	2,5	1,00	25,10	1,00	1,26	21,83	37,65	15,82
R159- R160	400	10,05	1	2,98	1,01	29,95	1,01	1,26	26,68	44,92	18,25
R160- R161	400	10,02	1	2,93	1,00	29,36	1,00	1,26	26,10	44,04	17,94
R161- R162	400	10,01	1	2,88	1,00	28,83	1,00	1,26	25,57	43,24	17,67
R162- R163	400	10,38	1	2,94	1,04	30,52	1,04	1,30	27,14	45,78	18,64
R163- R164	400	10	1	2,92	1,00	29,20	1,00	1,26	25,94	43,80	17,86
R164- R165	400	10	1	3,07	1,00	30,70	1,00	1,26	27,44	46,05	18,61
R165- R166	400	10,02	1	2,73	1,00	27,35	1,00	1,26	24,09	41,03	16,94
R166- R167	400	10,04	1	2,75	1,00	27,61	1,00	1,26	24,34	41,42	17,07
R167- R168	400	13,02	1	2,83	1,30	36,85	1,30	1,64	32,61	55,27	22,66
R168- R169	400	14,01	1	2,87	1,40	40,21	1,40	1,76	35,65	60,31	24,67
R169- R107	400	26,17	1	2,77	2,62	72,49	2,62	3,29	63,97	108,74	44,77

