



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

Option : Conception des systèmes d'assainissement

THEME :

**Diagnostic et réhabilitation du réseau d'assainissement de la
localité d'Ouled Mendil (c.Douera, w.Alger)**

Présenté par :

AIBECHÉ Zakaria

Devant les membres du jury

Nom et Prénoms	Grade	Qualité
Mr : SALAH Boualem	Professeur	Président
Mme : KAHLERRAS Malika	M.C.B	Examinatrice
Mme : TOUAHIR Sabah	M.A.A	Examinatrice
Mr : BOUKHELIFA Mustapha	M.A.A	Promoteur

Session decembre 2020

Remerciements

*Je tiens avant tout à remercier « DIEU » pour m'avoir inspiré
la volonté et le courage d'acheminer ce travail jusqu'à la fin.*

*Mes remerciements vont d'abord à mon encadreur Mr
BOUKHELIFA.M qui, avec son expérience, m'a guidé le long
de la réalisation de ce travail. Ses conseils et recommandations
ont été précieux pour*

L'aboutissement de ce travail.

*J'exprime mes vifs remerciements aux membres de jury qui
m'ont fait l'honneur de juger ce travail.*

*J'adresse mes très sincères remerciements à tous les amis qui
m'ont aidé*

*Enfin, je remercie tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à
l'épanouissement de ce travail.*

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail avec toute mon affection aux êtres qui me sont les plus chers au monde, ma famille et particulièrement ma mère, sans lesquelles je ne serais jamais arrivée à ce niveau.

Mes chers frères : KARIM et BOZID, mes adorables sœurs AMINA ET YASSMINA, sans oublier tous ses enfants.

Toute la famille AIBECHÉ.

À mes amis surtout : AKRAM, ABDELKADER et ISSAM... et À toute ma promotion 2ème année master Hydraulique 2019/2020.

ملخص

من أجل تحسين أداء شبكة الصرف الصحي ، لتلبية احتياجات البشر اليومية والحفاظ على الصحة ، من الضروري إجراء دراسات تشخيصية للكشف عن الحالات الشاذة وتحليلها وتفسيرها و ثم السيطرة عليها وإزالتها. الهدف الرئيسي من دراستنا هو ضمان تفريغ جميع مياه الأمطار ومياه الصرف الصحي وكذلك تصريفها في المنافذ الطبيعية بطرق متوافقة مع متطلبات الصحة العامة والبيئة. سمح لنا هذا البحث بمعرفة كيفية عمله والنظر في الإجراءات اللاحقة على الشبكة (العمل ، طريقة الإدارة ، إلخ).

الكلمات المفتاحية: التشخيص. التفريغ. الصرف الصحي. مياه الصرف الصحي و مياه الامطار

Résumé

Dans le but d'améliorer le fonctionnement du réseau d'assainissement, de répondre aux besoins de l'homme de tous les jours et le maintien de sa santé, les études de diagnostic sont nécessaires pour déceler les anomalies, les analyser, les interpréter et ensuite les maîtriser et les supprimer. L'objectif principal de notre étude est d'assurer l'évacuation de l'ensemble des eaux pluviales et usées ainsi que leur rejet dans les exutoires naturels sous des modes compatibles avec les exigences de la santé publique et de l'environnement. Cette recherche nous a permis de connaître le fonctionnement réel du réseau d'assainissement de la zone afin d'optimiser le fonctionnement et d'envisager les actions ultérieures sur le réseau (travaux, méthodes de gestion...).

Mots clés : Diagnostic, Rejet, Réseau d'assainissement, Les eaux usées et pluviales.

Abstract

In order to improve the functioning of the sewer system, to meet the needs of everyday man and the maintenance of his health, diagnostic studies are necessary to detect anomalies, analyze, interpret and then master them and suppress them. The main objective of our study is to ensure the evacuation of all rainwater and wastewater and their discharge into natural outlets in ways compatible with the requirements of public health and the environment. This research enabled us to know the actual operation of the sanitation network of the zone in order to optimize the operation and to envisage the subsequent actions on the network (works, management methods ...).

Keywords: Diagnosis, Discharge, Sewerage, Sewage and rainwater.

SOMMAIRE

Introduction générale.....	1
----------------------------	---

Chapitre I : présentation de la zone d'étude

Introduction	2
I.1 Situation géographique	2
I.2 Situation climatique	4
I.2.1 Climat	4
I.2.2 Pluviométrie	4
I.2.3 Température	4
I.2.4 Evaporation	4
I.3 Situation géologique	5
I.4 Situation géomorphologie	5
I.5 Situation hydrogéologique	5
I.5.1 Les Nappes :.....	5
I.6 Situation Hydraulique.....	6
I.6.1 Réseaux AEP.....	6
I.6.2 Réseaux d'assainissement.....	6
Conclusion.....	6

Chapitre II : diagnostic du réseau d'assainissement existant

Introduction :	7
II.1. Objectif de l'étude du diagnostic :	7
II.2 Phases principales d'une étude de diagnostic :	8
II.2.1 Collecte et exploitation de données :	8
II.2.1.1 Données de Base	8
II.2.1.2 Données d'Orientation	8
II.2.2 Le pré-diagnostic	8
II.3 Aperçu général du réseau d'assainissement existant de la ville d'	9
Ouled Mendil :	9
II.4 Etat du système d'assainissement existant de la localité d'OuledMendil	9
II.4.1 Etat des regards.....	9
II.4.2 Etat des rejets	12
II.4.3 Etat des bouches d'égout.....	14

II.4.4 Etat des collecteurs.....	14
II.4.5 Calcul de débit actuel.....	17
II.5 Constatations	18
II.6 Résultats du diagnostic du réseau d'assainissement de la localité Ouled Mendil	19
Conclusion :.....	22

Chapitre III : Etude hydrologique

Généralités :.....	23
III.1 Les averses	23
III.2 Choix de la période de retour	23
III.3 Détermination de l'intensité moyenne des précipitations	23
III.3.1 Calcul des différents paramètres de la série	24
III.3.1.1 Analyse des données statistiques	24
III.4 Choix de la loi d'ajustement :	27
III.4.1 Calcul des paramètres de la loi choisie et vérification de son adéquation	27
III.4.1.1 Ajustement de la série pluviométrique à la loi de Gumbel	27
III.4.1.2.....	29
Calcul des paramètres de l'ajustement de la loi de Gumbel :	29
III.4.2 Ajustement graphique :	30
III.4.2.1 Ajustement à la Loi De Gumbel	30
III.4.2.2 Ajustement de la série pluviométrique à la loi de Galton (log normale)	31
III.4.2.3 Choix de l'ajustement à adopter	33
III.5 Calcul de l'intensité de pluie de durée de 15 minutes et de période de retour de 10 ans par la formule de Montanari.....	36
Conclusion.....	37

Chapitre IV: Estimation des débits d'eaux usées et pluviales

Introduction :	38
IV.1 Estimation de la population :	38
IV.2 Découpage de l'aire d'étude en sous bassins élémentaires.....	39
IV.3 Système d'évacuation des eaux usées et des eaux pluviales.....	39
IV.3.1 Système unitaire.....	39
IV.3.2 Système séparatif	40
IV.3.3 Système pseudo-séparatif	41
IV.3.4 Les avantages et les inconvénients des trois systèmes d'assainissement.....	42

IV.4 Choix du système d'assainissement	43
IV.5 Schéma d'évacuation :	43
IV.5.1 Schéma perpendiculaire :	43
IV.5.2 Schéma par déplacement latéral :	44
IV.5.3 Schéma à collecteur transversal ou oblique :	44
IV.5.4 Schéma à collecteur étagé :	45
IV.5.5 Schéma type radial :	45
IV.6 Choix du coefficient de ruissellement :	46
IV.6.1 Coefficient de ruissellement pondéré.....	46
IV.6.2 Coefficient de ruissellement en fonction de la densité de population	47
IV.6.3 Coefficient de ruissellement suivant la nature des surfaces.....	47
IV.6.4 Coefficient de ruissellement :	48
IV.6.5 Calcul de la population de chaque sous bassin.....	49
IV.6.7 Calcul de la densité partielle	50
IV.7 Evaluation des débits des eaux usées :	52
IV.7.1 Nature des eaux usées à évacuer :	52
IV.7.2 Les eaux usées d'origine domestique	53
IV.7.3 Les eaux industrielles.....	53
IV.7.4 Eaux des services publics	54
IV.8 Evaluation des débits des eaux usées domestiques	54
IV.8.1Évaluation du débit moyen journalier.....	54
IV.8.2Évaluation du débit de pointe.....	54
IV.9 Évaluation des débits des eaux pluviales	57
IV.9.1 La méthode rationnelle	57
IV.9.1.1 Critique de la méthode rationnelle.....	58
IV.9.1.2 Temps de concentration	58
IV.9.2 Méthode superficielle (méthode de Caquot).....	59
IV.9.2.1 Validité de la méthode superficielle	60
IV.9.2.2 Assemblage des bassins versants en série ou en parallèle	60
IV.9.3 Choix de la méthode Rationnelle	60
IV.10 Calcul des débits totales pour chaque sous bassin	62
Conclusion.....	63

Chapitre V: conception de nouveau système d'assainissement

Introduction	64
V.1 Condition d'implantation des réseaux	64
V.2 Conditions d'écoulement et de dimensionnement.....	64
V.3 Mode de calcul	65
V.3.1 Le procédé de calcul	65
V.4 Les ouvrages principaux.....	68
V.4.1 Canalisation :	68
IV.4.1.1 Types De Canalisation	68
V.4.1.2 Choix du type de canalisation à utiliser :	70
V.4.2 Les joints des conduites en béton armé.....	70
V.5 Les ouvrages annexes	73
V.5.1 Les ouvrages normaux.....	73
V.5.1.1 Les branchements.....	73
V.5.2 Ouvrages des surfaces	73
V.5.3 Les ouvrages d'accès au réseau (les regards).....	74
V.5.3.1 Type des regards	74
V.6 Les ouvrages spéciaux.....	75
V.6.1 Les déversoirs d'orage.....	75
V.6.1.1 Composition des organes d'un déversoir d'orage	76
V.6.1.2 Emplacement des déversoirs d'orage	76
V.6.1.3 Les type des déversoirs	77
V.6.1.5 Choix de types de déversoirs.....	79
V.6.1.6 Le siphon.....	85
Conclusion.....	88

Chapitre VI : Estimation quantitative et financière du nouveau système d'assainissement

Introduction	90
VI.1 Exécution des travaux	90
VI.1.1 Manutention et stockage des conduites :	90
VI.1.2 Décapage de la couche de terre végétale	92
VI.1.3 Exécution des tranchées et des fouilles pour les regards.....	92
VI.1.4 Aménagement du lit de pose.....	92

VI.1.5 Pose canalisations dans la tranchée	93
VI.1.6 Assemblage des conduites	94
VI.1.7 Essais d'étanchéité	94
VI.1.8 Réalisation des regards	94
VI.1.9 Remblaiement et compactage des tranchées	95
VI.1.10 Choix des engins	95
VI.2 Devis quantitatif et estimatif	95
VI.2.1 Détermination des différents volumes	96
VI.2.1 Planification du projet	99
VI.3 Sécurité de travail	100
VI.3.1 Les Causes Des Accidents	100
VI.3.2 Les actions et conditions dangereuses	101
VI.4 Organisation de La prévention des accidents du travail	102
Conclusion	103
Conclusion générale	104

Liste des figures

Chapitre I : Présentation de la zone d'étude

Figure I.1: Situation géographique d'Ouled Mendil.....	3
--	---

Chapitre II : diagnostic du réseau d'assainissement existant

Figure II.1 : Evacuation des eaux pluviales	11
Figure II.2 : Colmatage des regards	12
Figure II.3 : Ouverture impossible	12
Figure II.4 : Rejet N°1.....	13
Figure II.5 : Rejet N°2.....	13
Figure II.6 : Rejet N°3.....	14

Chapitre III : Etude hydrologique

Figure III.1 : Ajustement graphique à la loi de Gumbel.....	31
Figure III.2 : Ajustement graphique à la loi de Galton.....	33

Chapitre IV: Estimation des débits d'eaux usées et pluviales

Figure IV.1: système unitaire.....	40
Figure IV.2: système séparatif.....	41
Figure IV.3: Système pseudo-séparatif.....	41
Figure IV.4 : Schéma perpendiculaire.....	44
Figure IV.5 : Schéma par déplacement latéral.....	44
Figure IV.6 : Schéma à Collecteur Transversal ou Oblique.....	45
Figure IV.7 : Schéma à Collecteur Etagé.....	45
Figure IV.8 : Schéma type radial.....	45

Chapitre V: Conception de nouveau système d'assainissement

Figure V.1 : Divers joints sur tuyau en béton.....	72
Figure V.2 : Schéma de principe du déversoir d'orage.....	76
Figure V.3 : Exemples de déversoir frontal.....	77
Figure V.4 : Déversoir à seuil latéral pur, vue de dessus.....	78
Figure V.5 : Schéma d'un déversoir à seuil double.....	78
Figure V.6 : Conception détaillée d'un déversoir d'orage.....	79

Chapitre VI : Estimation quantitative et financière du nouveau système d'assainissement

Figure VI.1 : Chargement des canalisations.....	91
Figure VI.2 : Déchargement des canalisations.....	91
Figure VI.3 : Lit de pose.	93
Figure VI.4 : Organisation de La prévention des accidents du travail.....	101

Liste des tableaux

Chapitre I : Présentation de la zone d'étude

Tableau I.1: Répartition moyenne mensuelle de précipitations.....	4
Tableau I.2: Répartition moyenne mensuelle de la température.....	4
Tableau I.3: Répartition mensuelle de l'évaporation.....	4

Chapitre II : diagnostic du réseau d'assainissement existant

Tableau II.1 : Etat des regards.	9
Tableau II.2 : Caractéristique du collecteur N°01.	14
Tableau II.3 : Caractéristique du collecteur N°02.	15
Tableau II.4 : Caractéristique du collecteur N°03	15
Tableau II.5 : Caractéristique du collecteur N°04.	16
Tableau II.6 : Caractéristique du collecteur N°03'.	17
Tableau II.7 : Calcul hydraulique du collecteur N°1	17
Tableau II.8 : Calcul hydraulique du collecteur N°2.	17
Tableau II.9 : Calcul hydraulique du collecteur N°3	17
Tableau II.10 : Calcul hydraulique du collecteur N°4.	18
Tableau II.11 : Calcul hydraulique du collecteur N°3'.	18
Tableau II.12 : Les changements du collecteur N°01.	19
Tableau II.13 : Les changements du collecteur N°02.	19
Tableau II.14 : Les changements du collecteur N°03.	20
Tableau II.15 : Les changements du collecteur N°03'.	20
Tableau II.16 : Les changements du collecteur N°04.....	21

Chapitre III : Etude hydrologique

Tableau III.1 : La série pluviométrique de 1980 à 2018.	24
Tableau III.2 : Caractéristiques de la série avec n= 39 ans.	26
Tableau III.3: L'ajustement par la loi de Gumbel.	28
Tableau III.4: calcul des précipitations de différente période de retour.....	30
Tableau III.5:Ajustement à la Loi De Gumbel	31
Tableau III.6: Ajustement à la loi de Galton (Log-normale)	32
Tableau III.7: Résultat du test d'adéquation a la loi de Gumbel.....	35
Tableau III.8: Résultat du test d'adéquation a la loi de Galton.....	35
Tableau III.9 :Les Intensité pour des périodes de retour de 10ans, 20ans et 50ans.....	36

Chapitre IV: Estimation des débits d'eaux usées et pluviales

Tableau IV.1 : Estimation de la population aux différents horizons.....	38
Tableau IV.2 : Les avantages et les inconvénients du trois systèmes.....	42
Tableau IV.3: Coefficients de ruissellement en fonction de la densité de population.....	47
Tableau IV.4 : Coefficient de ruissellement suivant la nature des surfaces.....	47
Tableau IV.5: coefficient de ruissellement de chaque sous-bassin.....	48
Tableau IV.6 : Répartition de la population pour chaque sous bassin.....	51
Tableau IV.7: Evaluation des débits d’eaux usées des équipements.....	55
Tableau IV.8: Détermination des débits de pointe des eaux usées domestiques.....	56
Tableau IV.9 : Détermination des paramètres équivalents dans le cas de l’assemblage des bassins versants en série ou en parallèle.....	60
Tableau IV.10 : Évaluation des débits pluviaux pour chaque sous-bassin.....	61
Tableau IV.11 : débits totaux pour chaque sous bassin.....	62

Chapitre V: Conception de nouveau système d'assainissement

Tableau V.1 : Le Coefficient de Manning-Strickler (k_s) en fonction de la nature des parois.....	66
Tableau V.2 : Epaisseurs minimales des parois des tuyaux en béton armé en fonction du diamètre.....	69
Tableau V.3 : Rugosité moyenne de conduites commerciales.....	88

Chapitre VI : Estimation quantitative et financière du nouveau système d’assainissement

Tableau VI.1 : Coefficient de foisonnement.....	97
Tableau VI.2 : Détermination du devis quantitatif et estimatif du projet.....	98
Tableau VI.3 : Détermination des délais.....	99

Liste des planches

Planche 1 : plan de réseau existant.

Planche 2 : plan de réseau projeté.

Planche 3 : profil en long.

Planche 4 : Eléments constitutifs du réseau d'égout.

Introduction générale

Introduction générale

L'eau est depuis la création de l'univers la matière essentielle de la vie sur terre, elle a toujours été la priorité de l'être humain dans sa vie. Au cours de son histoire, l'homme a utilisé cette eau comme source de vie, de développement, et d'amélioration du mode de vie.

Des techniques ont été développées pour exploiter, utiliser et évacuer l'eau. Des réseaux d'alimentation de distribution et rejet sont mis en œuvre pour utiliser cette source d'une manière rationnelle et rigoureuse, et de la rejeter après usage hors des agglomérations selon des procédés protégeant la santé et l'environnement.

L'assainissement des agglomérations a pour but d'assurer la collecte et le transit des eaux polluées, pluviales ou usées soient-elles. Il procède également au traitement de ces eaux avant leurs rejets dans le milieu naturel.

Le choix du mode de rejet, du milieu récepteur et des techniques d'évacuation devra être établi d'une façon très rigoureuse, d'autre part la gestion et la maintenance des réseaux d'assainissement devront être une tâche permanente dans le but de s'assurer du bon fonctionnement du réseau, en effet les paramètres d'écoulement peuvent à n'importe quel moment ne pas être vérifiés et des problèmes d'évacuation peuvent surgir. Dans ce cas de situations, des études d'expertise peuvent être lancées dans le but de diagnostiquer les échecs et les points d'anomalie sur le réseau.

Le réseau d'assainissement de la ville d'OULED MENDIL est réalisé depuis longtemps, devant l'extension de la ville et la croissance démographique le réseau existant connaît de grands problèmes liés à la fiabilité de l'évacuation des eaux. Le réseau existant était dimensionné pour un faible nombre d'habitants, par contre ce dernier connaît une augmentation rapide et important.

Actuellement, le milieu récepteur des eaux usées et pluviales est l'oued juxtaposant la ville qui reçoit toutes les eaux sans traitement préalable.

Face à cette situation alarmante les services de l'hydraulique ont lancé des études de réhabilitation du réseau d'assainissement de la ville d'OULED MENDIL. C'est dans ce cadre que se situe notre problématique, qui se traduit par une étude de diagnostic dont le but est de détecter toutes les anomalies relatives au réseau d'assainissement de la ville d'OULED MENDIL que ce soit non seulement au niveau des canalisations ainsi que leurs dimensions mais aussi au niveau du collecteur de rejet.

Chapitre 1 :

Présentation de la zone d'étude

Chapitre I: Présentation de la zone d'étude**Introduction :**

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

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

- Les données naturelles du site.
- Les données relatives à l'agglomération.
- Les données relatives au développement futur de l'agglomération.
- Les données propres à l'assainissement.

Donc la présentation de l'agglomération est une phase importante pour procéder à l'élaboration de l'étude du diagnostic et de l'extension du réseau d'assainissement de la ville d'Ouled Mendil(c, Douera, Alger).

I.1 Situation géographique :

La localité OULED MENDIL est située au Sud Est de chef-lieu de Douera. Elle s'étend sur une superficie d'environ 490 hectares.

Est délimitée comme suit :

- Au Nord : la ligne de partage des eaux.
- Au Sud : l'Autoroute Alger –Blida (RN1).
- A l'Ouest : RN 36.
- A l'Est : Oued Soualmia au niveau de la localité d'Ouled Mendil. [1]

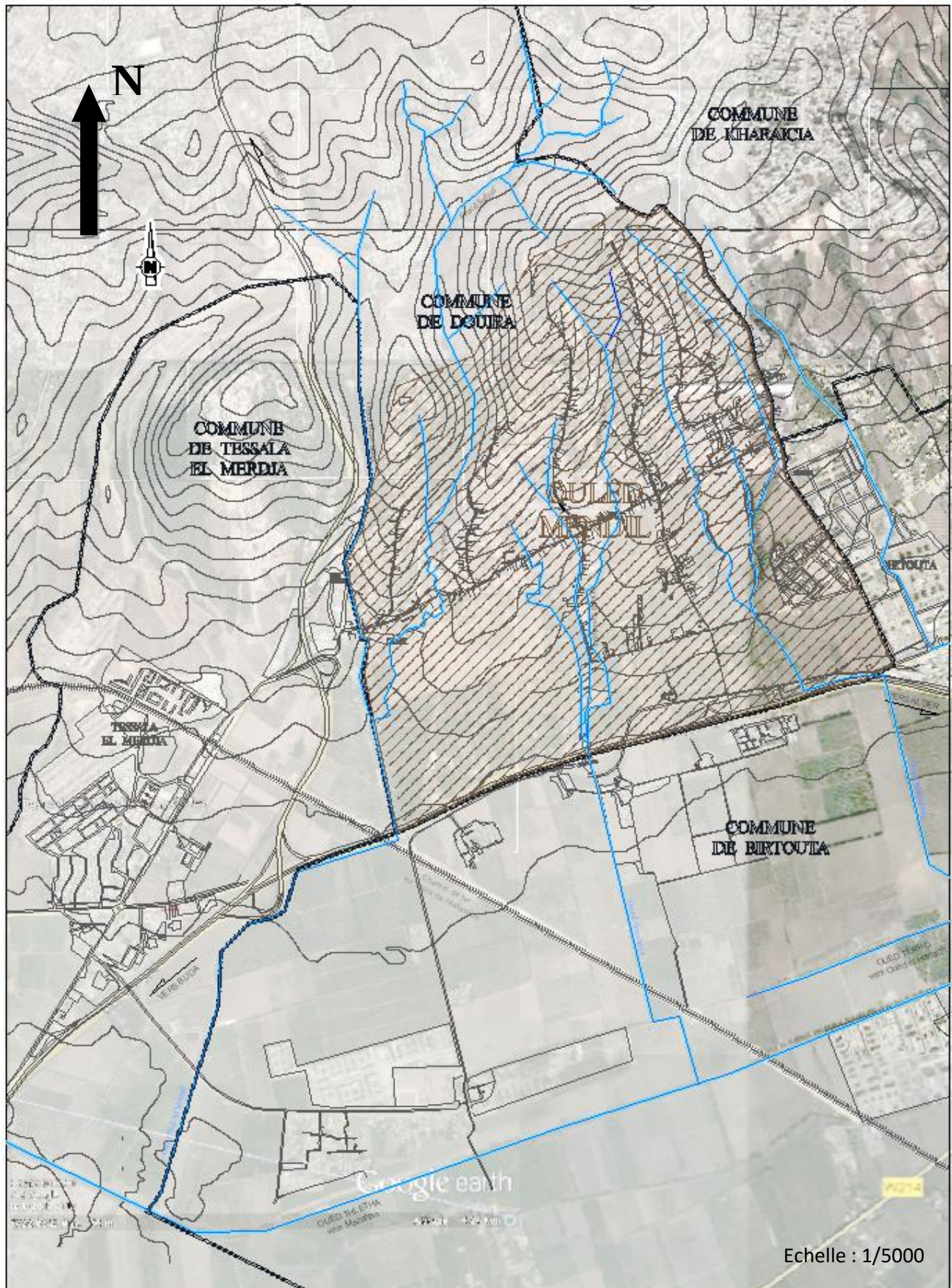


Figure I.1: Situation géographique d'Ouled Mendil. [1]

I.2 Situation climatique :

I.2.1 Climat :

Par sa situation géographique, la ville d'Ouled Mendil possède un climat méditerranéen chaud avec été sec.

I.2.2 Pluviométrie :

Les précipitations montrent un rythme pluviométrique mensuel et annuel irrégulier d'une année à l'autre. La période humide débute du mois de novembre jusqu'au mois d'avril. La période sèche s'étale du mois de juin au mois de d'août. La pluviométrie annuelle dépasse 670 mm, les précipitations moyennes mensuelles sur une période d'observation de 14 ans (2004-2008), sont représentées dans le tableau suivant :

Tableau I.1: Répartition moyenne mensuelle de précipitations.

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Janv	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aoû	Annuelle
Moy [mm]	46	54	143	88	64	65	69	65	51	5	3	19	56

Source (ANRH, 2018)

I.2.3 Température :

Les températures extrêmes enregistrées sont 2°C et 40°C localisées en janvier et en juillet. La température moyenne mensuelle sur une période de 14 ans (2004-2018), varie le plus souvent entre 6,4°C et 16,8°C en janvier alors qu'en juillet elle est située entre 26,5°C et 35,7°C.

Tableau I.2: Répartition moyenne mensuelle de la température.

Mois T[°C]	Sep	Oct	Nov	Déc	Janv	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aoû	Moyenne Interannuelle
Max	27.9	25.6	19.9	18.6	16.8	17.4	17.6	19.1	23.9	26.5	35.7	24.34.2	23.6
Min	22	17,1	13,4	10,5	6.4	7.7	12.6	12.9	17	22.2	26.5	27.3	15.23
Moy	25	20.2	10.8	16.2	11.3	12.3	15	16	20.3	19.6	33	31.9	19.3

Source (ANRH, 2018)

I.2.4 Evaporation :

L'évaporation mensuelle varie de 23.2 à 308,9 mm. Sa répartition mensuelle montre une croissance irrégulière du mois du septembre au mois d'août. [1]

Tableau I.3: Répartition mensuelle de l'évaporation.

Mois (mm)	Sep	Oct	Nov	Dec	Janv	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Août	Moyenne Interannuelle
Max	156,6	192,3	195,5	224,1	170,3	209,7	186,4	162,7	308,9	277,4	281,4	233,4	2598,7
Min	48,41	23,2	38,8	28,4	26,4	44,8	31,1	70,8	80,5	56,6	40	153,6	642,61
Moy	102,5	107,8	117,2	126,3	98,35	127,3	108,8	116,8	194,7	167	160,7	193,5	1620,7

Source (ANRH, 2018)

I.3 Situation géologique :

L'ensemble du périmètre communal est situé sur le sahel, celui-ci est un ensemble de collines juxtaposées s'étendant de la baie d'Alger jusqu'au Nord du Chenoua (904m), l'altitude du sahel oscille entre 137 et 27 m.

Il est découpé par les cluses du Mazafran et du Nador.

Il est limité :

- Au Nord par les plaques et falaises littorales.
- Au Sud la vaste plaine de la Mitidja. [1]

I.4 Situation géomorphologie :**a) Sud :**

Une zone de plaine et de cône de déjection dont les altitudes varient de 25 à 75m et la pente de 2 à 5%.

Cet ensemble est constitué de dépôts limoneux, recouvert d'alluvions anciennes des cônes de déjection.

b) Le contrefort du Sahel :

C'est la retombée méridionale de la zone anticlinale du Sahel formée des chainons et de mamelons découpés par de nombreux oued : oued Rebaia, Boufarik etc....

L'anticlinal de Sahel est très surbaissé et son axe est dirigé Nord -Est au Sud -Ouest, la pente varie de 10 à 15%. [1]

I.5 Situation hydrogéologique :**I.5.1 Les Nappes :**

75 mesures du niveau statique des puits furent effectuées. La répartition géographique de ces derniers ne nous a pas permis d'établir une carte des isopièzes, mais seulement une répartition en grandes zones.

- **Zone imperméable** : caractérisée par les argiles Sahéliennes.

- **Nappe de l'astien** : on suppose qu'il existe 2 nappes, une qui se dirige vers la plaine de la Mitidja.
- **Nappe des alluvions** : Zones des alluvions quotidien renferme une nappe alimentée par les eaux de ruissellement de l'Atlas Blidéen et descendent des contreforts de l'oued. [1]

I.6 Situation Hydraulique :

I.6.1 Réseaux AEP :

L'agglomération de notre zone d'étude est alimentée par un réseau ramifié, dont la dotation d'eau est de 150 l/j/hab (d'après la direction des ressources en eau).

I.6.2 Réseaux d'assainissement :

La ville d'Ouled Mendil est assainie par un réseau d'assainissement fonctionnant en système unitaire, ce dernier est composé de quatre collecteurs principaux de diamètre respectifs 400 mm, 500 mm, 800 mm et 1000mm, l'état de réseau sera étudié dans le chapitre diagnostique. [1]

Conclusion :

Dans cette partie nous avons défini les données nécessaires concernant notre agglomération du point de vue topographie, tel que la zone d'étude caractérisée par un terrain accidenté, et géologiquement est découpée par les cluses du Mazefran et du Nador ainsi que la climatologie, est caractérisée par un climat chaud avec été sec, situation hydraulique, un réseau d'Aep type ramifié et un réseau d'assainissement unitaire. Ces données vont nous servir de base pour l'élaboration du projet qui consiste à l'étude d'Assainissement de l'agglomération.

Chapitre II :

Diagnostic du réseau d'assainissement existant

Chapitre II : Diagnostic du réseau d'assainissement existant

Introduction :

Ce chapitre consiste à définir l'état du système existant dans notre zone. Les réseaux d'assainissement en quelques années de fonctionnement, subissent plusieurs anomalies, donc une perturbation dans le système de collecte, ainsi que l'impact sur l'environnement.

Les causes majeures pour qu'un réseau d'assainissement ne réponde plus à ces fonctions sont :

- ✓ Effondrement de certaines conduites dû aux efforts physiques excessifs qu'elles subissent ; trafic routier ;
- ✓ Rétrécissement des sections des conduites ou leur obturation à cause des dépôts.
- ✓ Erosion des parois internes des conduites par certains gaz comme l'H₂S.

Pour le développement de notre zone, l'assainissement collectif est devenu un élément fondamental de l'aménagement dont le financement tant en investissement qu'en exploitation. Il est donc impératif de vérifier l'état actuel et la capacité d'évacuation du système d'assainissement existant de notre zone. Ainsi que la détermination des anomalies en partant des diagnostics globaux à celui de la localisation de la définition et l'importance de ces problèmes.

II.1. Objectif de l'étude du diagnostic :

C'est mener une réflexion approfondie sur les cas suivants :

- La sensibilité des milieux récepteurs et l'incidence des pollutions urbaines (déversement des non raccordent exfiltrations, rejets directs) de façon à diminuer la fréquence des déversements ou supprimer tous les risques sur les zones sensibles.
- L'état et le fonctionnement du système d'assainissement pour mettre en évidence son fonctionnement.
- Les besoins présents et à venir en terme d'évacuation des eaux usées et pluviales pour adapter au fur et à mesure l'offre de transit que proposent les réseaux à la demande des usagers et industriels raccorde (flux de temps sec) et aux événements pluviaux (déversements).
- Les performances de l'épuration afin de juger de l'aptitude des installations à satisfaire aux nouvelles exigences et directives administratives, des améliorations visant des rendements élevés. [2]

II.2 Phases principales d'une étude de diagnostic :

La démarche à suivre consiste à appliquer d'une manière plus ou moins fine, l'ensemble des techniques d'études disponibles, à travers une méthodologie dont les principales sont :

II.2.1 Collecte et exploitation de données :

La collecte des données nécessite au préalable un scénario d'interventions sur terrain pour la prise des connaissances et les visites d'ouvrages.

Deux sortes de données peuvent être distinguées :

II.2.1.1 Données de Base :

Elles constituent l'ensemble de données nécessaires à un bon diagnostic.

Les données de base sont définies comme :

Données relatives à la collecte :

- Le nombre d'habitants pour chaque sous bassin élémentaire et leur consommation en eau potable.
- La surface totale drainée de chaque sous bassin et ses caractéristiques (degré d'imperméabilisation, intensité de pluie et pente).
- Données relatives au réseau et à ses ouvrages annexes (collecteur, station de relevage, déversoir d'orage, dessableur, déshuileur, bassin de retenue, bassin d'orage, ...).

Données relatives au traitement :

Bilan de traitement

II.2.1.2 Données d'Orientation :

- Elles sont relatives aux conséquences que peuvent avoir les différents dysfonctionnements : impact sur le bâti et les réseaux voisins, perturbation des usages en surface, pollution d'une nappe, etc...
- Elles sont qualifiées de données d'orientation car elles servent à définir les lieux et les types de pré-diagnostic à mettre en place.

II.2.2 Le pré-diagnostic :

- Dans cette phase, et après la collecte des données, un examen à entreprendre sur le réseau d'assainissement et les ouvrages tout en procédant à une mise à jour des plans et de cartographie des patrimoines.
- Ce pré-diagnostic est destiné à découvrir les points faibles du système d'assainissement et à appréhender la sensibilité des milieux récepteurs.

II.3 Aperçu général du réseau d'assainissement existant de la ville d'Ouled Mendil :

Pour la localité d'Ouled Mendil on ne trouve que quatre collecteurs existants dont un en cours de réalisation, donc, une grande partie de la localité ne dispose pas d'un réseau d'assainissement, et les déversements des eaux s'effectuent directement dans l'oued.

Les habitations disposent pour la plupart des fosses septiques installées à proximité des habitations et qui présente de risque de santé en général.

Ce réseau est composé de collecteurs circulaires de diamètres variant entre 400 **et 1200mm** sur une longueur totale du réseau de : **3968.69 m**

II.4 Etat du système d'assainissement existant de la localité d'Ouled Mendil :

II.4.1 Etat des regards :

La réalisation des regards existants n'a pas été faite dans les normes hydrauliques. La distance normalisée entre les regards n'a pas été respectée. (Par exemple, elle dépasse les 400 m entre le R46 et le R47). Par conséquent, les raccordements des particuliers se fait directement sur la buse au lieu dans le regard. Aussi, on constate l'absence des regards au niveau des changements de direction des collecteurs. Le tableau ci-dessous il résumé l'état des regards. [1]

Tableau II.1 : Etat des regards. [1]

N°Regard	Profondeur	Accès
R1	1.90	Tampon
R2	1.90	Tampon
R3	2.36	Tampon
R4	3.60	Tampon
R5	4.50	San Tampon
R6	3.20	Tampon
R7	4.60	Tampon
R8	3.10	Tampon
R9	1.80	Tampon
R10	1.80	Tampon
R11	1.80	Tampon

N°Regard	Profondeur	Accès
R12	1.95	Tampon
R13	1.40	Tampon
R14	1.75	Tampon
R15	2.11	Tampon
R16	1.95	Tampon
R17	1.93	Tampon
R18	1.68	Tampon
R19	1.49	Dalle
R20	1.40	Tampon
R21	1.50	Tampon
R22	1.46	Tampon
R23	1.40	Tampon
R24	1.33	Tampon
R25	1.28	Tampon
R26	2.54	Tampon
R27	2.80	Tampon
R28	2.84	Tampon
R29	2.79	Tampon
R30	2.15	Tampon
R31	2.96	Tampon
R32		Tampon
R33		Tampon
R34		Tampon
R35		Tampon
R36		Tampon
R37	1.33	Tampon
R38	1.47	Tampon
R39	2.00	Tampon

N°Regard	Profondeur	Accès
R40	1.35	Tampon
R41	2.15	Tampon
R42		Tampon
R43		Tampon
R44		Tampon
R45		Tampon
R46		Tampon
R47	2.75	Tampon
R48	1.95	
R49	1.80	Tampon
R50	1.70	Tampon
R51	3.20	Tampon
R52		

- **Photos sur l'état des regards**

La figure ci-dessous démontre les regards qu'on a ouvert pour évacuer les eaux pluviales à cause de l'absence des bouches d'égout. [1]



Figure II.1 : Évacuation des eaux pluviales (R14-R17). [1]

La figure suivante démontre l'état critique des regards qui sont colmaté et qui ont besoin d'un curage manuel. [1]



Figure II.2 : Colmatage des regards (Besoin de curage R13-R41). [1]

La figure suivante illustre l'état des regards condamnés. [1]



Figure II.3 : Ouverture impossible (R42-R52). [1]

II.4.2 Etat des rejets :

Pour le réseau existant d'Ouled Mendil il y a trois points de rejets qui sont déverser directement et sans prétraitement dans l'oued, cette situation pose beaucoup de problème et il y a même des risques d'apparition des maladies à transmission hydrique. [1]

La figure II-4 démontre la localisation de rejet N°1 de la localité Ouled Mendil, on remarque que le rejet est en cas d'envasement total qui se trouve sur le lit d'oued. [1]



Figure II.4 : Rejet N°1. [1]

La figure II-5 démontre la localisation de rejet N°2 de la localité Ouled Mendil, qui est Traversée de l'Autoroute Alger-Blida par une buse circulaire. [1]



Figure II.5 : Rejet N°2. [1]

La figure II-6 démontre la localisation de rejet N°3 de la localité Ouled Mendil de la zone d'activité dont le diamètre de la canalisation qui est en béton est de 800 mm. [1]



Figure II.6 : Rejet N°3. [1]

II.4.3 Etat des bouches d'égout :

D'après le constat on a remarqué L'absence totale des avaloirs oblige les citoyens d'ouvrir les tampons des regards pour évacuer les eaux en cas d'orage. L'absence, aussi des échelons dans les regards. [1]

Constatations :

Après avoir terminé l'analyse des données disponibles sur le réseau de la localité Ouled Mendil, les conclusions suivantes peuvent être tirées :

- Le problème majeur du commun est le rejet des eaux usées directement vers le milieu naturel, aucun traitement préalable.
- Le problème des regards non identifiés et sans tampon.
- Le problème des regards qui ne sont pas munis d'échelle et qui sont profond.
- Stagnation d'eaux usées au niveau des regards.
- L'inondation de quelques regards car ils sont bouchés.
- Absence totale d'un programme d'entretien périodique des constituants du réseau.
- Absence totale des avaloirs et les bouches d'égout, d'ouvrage d'évacuation des eaux pluviales.

II.4.4 Etat des collecteurs :

La connaissance de l'état du collecteurs est une étape primordiale dans l'étude de diagnostic les tableaux suivant nous montrent leurs états :

Tableau II.2 : Caractéristique du collecteur N°01. [1]

Collecteur	Tronçon	Forme	Diamètre	Matériau	Longueur
N°01	R ₃₇ -R ₃₆	Circulaire	400	Béton	68.4
	R ₃₆ -R ₃₈	Circulaire	400	Béton	163.24
	R ₃₈ -R ₃₉	Circulaire	400	Béton	42.45
	R ₃₉ -R ₄₀	Circulaire	600	Béton	41.54
	R ₄₀ -R ₅₁	Circulaire	600	Béton	318.41
	R ₅₁ -R ₅₂	Circulaire	600	Béton	50.4
	R ₅₂ -R ₃₅	Circulaire	600	Béton	76.68
	R ₃₅ -Rej1	Circulaire	600	Béton	45.85

Tableau II.3 : Caractéristique du collecteur N°02. [1]

Collecteur	Tronçon	Forme	Diamètre	Matériau	Longueur
N°02	R ₄₃ -R ₄₂	Circulaire	400	Béton	56.43
	R ₄₂ -R ₄₁	Circulaire	400	Béton	57.04
	R ₄₁ -R ₄₄	Circulaire	400	Béton	33.45
	R ₄₄ -R ₄₅	Circulaire	400	Béton	94.55
	R ₄₅ -R ₄₆	Circulaire	500	Béton	30.79
	R ₄₆ -R ₄₇	Circulaire	500	Béton	441.12
	R ₄₇ -R ₄₈	Circulaire	500	Béton	65.8
	R ₄₈ -R ₄₉	Circulaire	500	Béton	36.22
	R ₄₉ -R ₅₀	Circulaire	500	Béton	87.06
	R ₅₀ -R ₅₁	Circulaire	500	Béton	55.09

Tableau II.4 : Caractéristique du collecteur N°03. [1]

Collecteur	Tronçon	Forme	Diamètre	Matériau	Longueur
N°03	R ₃₄ -R ₃₃	Circulaire	800	Béton	26.94
	R ₃₃ -R ₃₂	Circulaire	800	Béton	29.48
	R ₃₂ -R ₃₁	Circulaire	800	Béton	56.27
	R ₃₁ -R ₃₀	Circulaire	800	Béton	72.84
	R ₃₀ -R ₂₉	Circulaire	800	Béton	48.6
	R ₂₉ -R ₂₈	Circulaire	800	Béton	65.64
	R ₂₈ -R ₂₇	Circulaire	800	Béton	81.8
	R ₂₇ -R ₂₆	Circulaire	800	Béton	168.31
	R ₂₆ -R ₀₃	Circulaire	800	Béton	172.05

Tableau II.5 : Caractéristique du collecteur N°04. [1]

Collecteur	Tronçon	Forme	Diamètre	Matériau	Longueur
N°04	R ₂₅ -R ₂₄	Circulaire	500	Béton	75.2
	R ₂₄ -R ₂₃	Circulaire	500	Béton	73.88
	R ₂₃ -R ₂₂	Circulaire	500	Béton	45.34
	R ₂₂ -R ₂₁	Circulaire	500	Béton	60.45
	R ₂₁ -R ₂₀	Circulaire	500	Béton	47.86
	R ₂₀ -R ₁₉	Circulaire	500	Béton	67.5
	R ₁₉ -R ₁₈	Circulaire	500	Béton	54.13
	R ₁₈ -R ₁₇	Circulaire	500	Béton	32.32
	R ₁₇ -R ₁₆	Circulaire	500	Béton	37.77
	R ₁₆ -R ₁₅	Circulaire	500	Béton	41.85
	R ₁₅ -R ₁₄	Circulaire	500	Béton	125.63

	R ₁₄ -R ₁₃	Circulaire	500	Béton	86.17
	R ₁₃ -R ₁₂	Circulaire	500	Béton	98.62
	R ₁₂ -R ₁₁	Circulaire	500	Béton	81.51
	R ₁₁ -R ₁₀	Circulaire	500	Béton	38.95
	R ₁₀ -R ₀₉	Circulaire	500	Béton	123.6
	R ₀₉ -R ₀₂	Circulaire	500	Béton	102.52
	R ₀₂ -R ₀₁	Circulaire	500	Béton	44.13
	R ₀₁ -REJ02	Circulaire	500	Béton	40.54

Tableau II.6 : Caractéristique du collecteur N°03'. [1]

Collecteur	Tronçon	Forme	Diamètre	Matériau	Longueur
N°03'	R ₀₅ -R ₀₇	Circulaire	1200	Béton	58.42
	R ₀₇ -R ₀₈	Circulaire	1200	Béton	59.46

II.4.5 Calcul de débit actuel :

Après un aperçu de l'état physique de notre réseau on va estimer l'amplitude de vie de ce dernier

Tableau II.7 : Calcul hydraulique du collecteur N°1.

NSB	Tron	Dist (m)	I (m/m)	Qusé (l/s)	Qpl (l/s)	Qt (m3/s)	Dcal (mm)	Dext (mm)	Vps	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V(m/s)	Vmin (m/s)	H (mm)	Hmin (mm)	Obs
1	R37-R36	68,40	0,045	0,124	11,95	0,012	104	400	3,49	1,270	0,009	0,290	0,227	2,06	0,36	1,30	1,020	V
4	R36-R38	162,87	0,090	0,54	40,99	0,042	145	400	4,35	1,796	0,023	0,370	0,228	1,094	0,37	2,35	1,451	V
4	R38-R39	42,45	0,135	0,87	55,30	0,056	151	400	5,89	1,353	0,041	0,461	0,231	3,133	0,38	3,18	1,590	V
4	R39-R40	41,54	0,130	1,18	68,76	0,07	165	600	5,76	1,327	0,052	0,509	0,233	2,153	0,38	3,44	1,572	V
4	R40-R51	318,41	0,095	2,54	247,19	0,25	282	600	6,53	1,845	0,134	0,728	0,236	3,258	0,37	4,75	1,540	V
4	R51-R52	50,4	0,094	5,46	507,46	0,513	372	600	6,49	1,835	0,279	0,003	0,856	2,364	0,26	0,044	5,55	V
	R52-R35	76,68	0,08	5,81	529,82	0,546	392	600	5,30	1,041	0,524	0,006	1,014	4,526	0,27	0,051	5,38	V

Tableau II.8 : Calcul hydraulique du collecteur N°2.

NSB	Tron	Dist (m)	I (m/m)	Qusé (l/s)	Qpl (l/s)	Qt (m3/s)	Dcal (mm)	Dext (mm)	Vps	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V(m/s)	Vmin (m/s)	H (mm)	Hmin (mm)	Obs
2	R43-R42	56,43	0,091	0,33	41,47	0,042	146	400	4,87	0,613	0,069	0,001	0,572	2,230	0,181	0,037	2,79	V
2	R42-R41	57,04	0,066	0,756	94,41	0,095	211	400	4,15	0,522	0,182	0,001	0,788	2,236	0,297	0,040	3,27	V
2	R41-R44	127,99	0,090	1,63	202,06	0,20	263	400	4,85	0,609	0,328	0,003	0,884	2,245	0,391	0,043	4,29	V
5	R44-R45	30,79	0,055	1,747	216,48	0,22	299	400	3,79	0,476	0,462	0,004	0,973	4,252	0,478	0,046	3,69	V

5	R45-R46	441,12	0,09	3,47	429,53	0,433	352	500	5,63	1,104	0,392	0,003	0,925	3,248	0,432	0,045	5,20	V
5	R46-R47	65,80	0,071	4,28	500,82	0,51	391	500	5,00	0,981	0,520	0,004	1,011	4,256	0,515	0,048	5,05	V
5	R47-R48	114,09	0,055	4,418	517,64	0,52	413	500	4,40	0,863	0,602	0,005	1,056	3,261	0,563	0,050	4,64	V
5	R48-R49	32,69	0,018	4,451	521,85	0,53	421	600	2,52	0,494	1,073	0,009	1,091	4,287	0,936	0,060	2,75	V
5	R49-R50	31,64	0,013	4,493	526,9	0,54	433	600	2,14	0,420	1,286	0,011	0,032	4,298	0,846	0,065	0,07	V
4	R50-R51	46,20	0,09	4,913	553	0,56	388	500	5,63	1,104	0,507	0,004	1,003	4,257	0,507	0,048	5,64	V

Tableau II.9 : Calcul hydraulique du collecteur N°3.

NSB	Tron	Dist (m)	I (m/m)	Qusé (l/s)	Qpl (l/s)	Qt (m3/s)	Dcal (mm)	Dext (mm)	Vps	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V(m/s)	Vmin (m/s)	H (mm)	Hmin (mm)	Obs
24	R71-R33	26,94	0,037	0,18	24,43	0,025	142	800	4,94	2,484	0,293	0,227	0,063	1,45	1,121	50	29	V
24	R33-R32	29,48	0,037	0,66	53,83	0,054	191	800	4,95	2,490	0,364	0,228	0,092	1,81	1,130	74	29	V
24	R32-R31	56,27	0,028	1,35	107,4	0,109	260	800	4,33	2,174	0,502	0,231	0,150	2,17	0,998	120	30	V
24	R31-R30	72,84	0,069	2,2	180,9	0,183	268	800	6,72	3,378	0,519	0,231	0,157	3,49	1,551	126	30	V
24	R30-R29	48,6	0,072	2,86	232	0,235	292	800	6,88	3,460	0,569	0,232	0,180	3,92	1,598	144	31	V
24	R29-R28	65,64	0,079	3,65	298,6	0,302	315	600	5,96	1,685	0,785	0,241	0,295	4,68	1,439	177	25	V
24	R28-R27	81,8	0,062	4,89	415,3	0,42	373	800	6,40	3,219	0,723	0,237	0,255	4,63	1,517	204	32	V
24	R27-R26	168,3	0,043	7,31	665,2	0,673	477	800	5,31	2,667	0,839	0,245	0,343	4,45	1,302	274	35	V
24	R26-R03	172,1	0,042	8,36	761,2	0,77	503	800	5,28	2,656	0,862	0,248	0,367	4,55	1,311	293	36	V

Tableau II.10 : Calcul hydraulique du collecteur N°4.

NSB	Tron	Dist (m)	I (m/m)	Qusé (l/s)	Qpl (l/s)	Qt (m3/s)	Dcal (mm)	Dext (mm)	Vps	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V(m/s)	Vmin (m/s)	H (mm)	Hmin (mm)	Obs
20	R25-R24	75,2	0,041	0,21	32,03	0,025	154	500	3,81	0,747	0,043	0,472	0,228	0,137	0,037	1,80	0,869	V
20	R24-R23	73,8	0,061	0,61	56,06	0,054	177	500	4,63	0,909	0,062	0,550	0,231	0,171	0,038	2,54	1,070	V
20	R23-R22	45,3	0,130	1,02	80,06	0,109	175	500	6,77	1,329	0,061	0,545	0,232	0,169	0,038	3,69	1,568	V
20	R22-R21	60,45	0,041	1,42	103,26	0,183	239	500	3,81	0,749	0,140	0,737	0,240	0,264	0,041	2,81	0,913	V
20	R21-R20	47,8	0,013	7,01	382,53	0,235	489	500	2,10	0,412	0,944	1,120	0,336	0,589	0,081	2,35	0,706	V
20	R20-R19	67,5	0,010	7,38	402,4	0,302	470	500	1,91	0,375	1,093	1,070	0,352	0,472	0,087	2,04	0,672	V
20	R19-R18	54,1	0,052	7,75	422,28	0,42	389	500	4,27	0,838	0,513	1,007	0,289	0,511	0,061	4,30	1,231	V
20	R18-R17	32,32	0,090	8,14	445,46	0,673	358	500	5,62	1,103	0,411	0,938	0,276	0,445	0,056	5,27	1,552	V
20	R17-R16	37,7	0,125	8,56	471,13	0,77	344	500	6,62	1,300	0,369	0,910	0,271	0,417	0,054	6,02	1,795	V
20	R16-R15	41,8	0,010	9,01	500,94	0,95	570	500	1,83	0,360	1,416	-3,099	0,382	-0,184	0,099	5,68	0,700	NV
20	R15-R14	125,6	0,010	9,44	526,61	0,56	581	500	1,83	0,360	1,490	-6,665	0,388	-1,563	0,102	12,21	0,712	NV
20	R14-R13	86,17	0,019	9,76	541,5	0,26	518	500	2,55	0,502	1,099	1,062	0,351	0,962	0,086	2,71	0,896	NV
21	R13-R12	98,62	0,005	10,14	559,7	0,84	669	500	1,34	0,262	2,174	0,8	0,451	-145,1	0,128	43,91	0,602	NV
21	R12-R11	81,51	0,004	10,54	585,41	0,95	722	500	1,14	0,223	2,668	0,92	0,490	-817,5	0,145	20,40	0,557	NV
21	R11-R10	38,95	0,015	10,93	608,6	0,53	560	500	2,33	0,457	1,356	-1,288	0,376	0,459	0,097	-3,00	0,875	NV
21	R10-R09	123,6	0,010	11,28	626,81	0,09	618	500	1,85	0,363	1,759	45,243	0,414	18,032	0,113	83,59	0,765	NV
21	R09-R02	102,52	0,016	11,63	649,17	0,60	573	500	2,34	0,460	1,437	3,932	0,383	-0,497	0,100	-9,21	0,898	NV
21	R02-R01	44,13	0,032	11,98	672,36	0,34	508	500	3,34	0,656	1,044	1,111	0,344	0,903	0,084	3,71	1,148	NV

Tableau II.11 : Calcul hydraulique du collecteur N°3'.

NSB	Tron	Dist (m)	I (m/m)	Qusé (l/s)	Qpl (l/s)	Qt (m3/s)	Dcal (mm)	Dext (mm)	Vps	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V(m/s)	Vmin (m/s)	H (mm)	Hmin (mm)	Obs
24	R29-R28	58,42	0,051	7,31	665,2	0,673	477	1200	5,96	1,685	0,785	0,241	0,295	4,68	1,439	177	25	V
24	R26-R03	59,46	0,042	8,36	761,2	0,77	503	1200	5,28	2,656	0,862	0,248	0,367	4,55	1,311	293	36	V

Avec :

D_{cal} : Diamètre calculé.D_{ext} : Diamètre existant.

Obs : Observation.

II.6 Résultats du diagnostic du réseau d'assainissement de la localité Ouled Mendil :

Le réseau existant étant moins performant, on a dimensionné un nouveau réseau d'assainissement, cela dit certains tronçons ont été maintenus et d'autres ont été changé.

Le tableau suivant illustre les tronçons qui ont été maintenus et ceux qui ont été changés :

Tableau II.12 : Les changements du collecteur N°01.

Collecteur	Tronçon	Diamètre Existant (mm)	Diamètre projeté (mm)	Observation
N°01	R ₃₇ -R ₃₆	400	400	à maintenir
	R ₃₆ -R ₃₈	400	400	à maintenir
	R ₃₈ -R ₃₉	400	400	à maintenir
	R ₃₉ -R ₄₀	600	600	à maintenir
	R ₄₀ -R ₅₁	600	600	à maintenir
	R ₅₁ -R ₅₂	600	800	Changement de diamètre
	R ₅₂ -R ₃₅	600	800	Changement de diamètre
	R ₃₅ -Rej1	600	800	Changement de diamètre

Tableau II.13 : Les changements du collecteur N°02.

Collecteur	Tronçon	Diamètre Existant (mm)	Diamètre projeté (mm)	Observation
N°02	R ₄₃ -R ₄₂	400	400	à maintenir
	R ₄₂ -R ₄₁	400	400	à maintenir
	R ₄₁ -R ₄₄	400	400	à maintenir
	R ₄₄ -R ₄₅	400	400	à maintenir
	R ₄₅ -R ₄₆	500	500	à maintenir
	R ₄₆ -R ₄₇	500	500	à maintenir

	R ₄₇ -R ₄₈	500	500	à maintenir
	R ₄₈ -R ₄₉	500	500	à maintenir
	R ₄₉ -R ₅₀	500	500	à maintenir
	R ₅₀ -R ₅₁	500	500	à maintenir

Tableau II.14 : Les changements du collecteur N°03.

Collecteur	Tronçon	Diamètre Existant (mm)	Diamètre Projeté (mm)	Observation
N°03	R ₃₄ -R ₃₃	800	800	à maintenir
	R ₃₃ -R ₃₂	800	800	à maintenir
	R ₃₂ -R ₃₁	800	800	à maintenir
	R ₃₁ -R ₃₀	800	800	à maintenir
	R ₃₀ -R ₂₉	800	800	à maintenir
	R ₂₉ -R ₂₈	800	800	à maintenir
	R ₂₈ -R ₂₇	800	800	à maintenir
	R ₂₇ -R ₂₆	800	800	à maintenir
	R ₂₆ -R ₀₃	800	800	à maintenir

Tableau II.15 : Les changements du collecteur N°03.

Collecteur	Tronçon	Diamètre Existant (mm)	Diamètre Projeté (mm)	Observation
N°03'	R ₀₅ -R ₀₇	1200	1200	à maintenir
	R ₀₇ -R ₀₈	1200	1200	à maintenir

Tableau II.16 : Les changements du collecteur N°04.

Collecteur	Tronçon	Diamètre Existant (mm)	Diamètre Projeté (mm)	Observation
	R ₂₅ -R ₂₄	500	600	Changement de diamètre
	R ₂₄ -R ₂₃	500	600	Changement de diamètre
	R ₂₃ -R ₂₂	500	600	Changement de diamètre

N°04	R ₂₂ -R ₂₁	500	600	Changement de diamètre
	R ₂₁ -R ₂₀	500	600	Changement de diamètre
	R ₂₀ -R ₁₉	500	600	Changement de diamètre
	R ₁₉ -R ₁₈	500	600	Changement de diamètre
	R ₁₈ -R ₁₇	500	800	Changement de diamètre
	R ₁₇ -R ₁₆	500	800	Changement de diamètre
	R ₁₆ -R ₁₅	500	800	Changement de diamètre
	R ₁₅ -R ₁₄	500	800	Changement de diamètre
	R ₁₄ -R ₁₃	500	800	Changement de diamètre
	R ₁₃ -R ₁₂	500	800	Changement de diamètre
	R ₁₂ -R ₁₁	500	800	Changement de diamètre
	R ₁₁ -R ₁₀	500	800	Changement de diamètre
	R ₁₀ -R ₀₉	500	800	Changement de diamètre
	R ₀₉ -R ₀₂	500	800	Changement de diamètre
	R ₀₂ -R ₀₁	500	800	Changement de diamètre
	R ₀₁ -REJ02	500	800	Changement de diamètre

Conclusion :

L'objectif des études de diagnostic est d'acquérir une bonne connaissance de l'état et du fonctionnement des réseaux, pour permettre de concevoir les améliorations la situation présente du système.

Sur la base de notre diagnostic, malgré les défaillances citées, l'ensemble du réseau d'assainissement de la zone d'étude paraît être relativement en bon état de fonctionnement malgré son ancienneté.

La présence de quelques anomalies n'est pas uniquement liée à des problèmes de conception, constructions mais plus essentiellement à l'absence totale d'entretien et de gestion efficace. Celles-ci vont, dans le temps conduire la dégradation totale du système, et à mettre en péril la pérennité et la durée de vie des ouvrages et des installations du système d'évacuation.

Chapitre III :

Etude hydrologique

Généralités :

Lorsqu'on décide la mise en œuvre d'un projet d'assainissement (dimensionnement, exploitation des ouvrages etc.), l'évaluation des débits est une étape très importante. Cette évaluation est liée directement à des données hydrologiques qui sont principalement les petites pluies et les averses.

Cette étude hydrologique a pour objet la détermination de l'intensité de pluie avec laquelle se fera le dimensionnement de notre réseau.

III.1 Les averses :

Ce sont des pluies subites ; abondantes et généralement de courte durée, variant entre quelques minutes et plusieurs dizaines d'heures.

Les averses sont caractérisées par un volume important et une forte intensité de pluie.

III.2 Choix de la période de retour :

La pluviométrie, comme déjà citée, constitue une donnée essentielle du coût du réseau (estimation de débit de ruissellement). Il est donc inévitable d'accepter des insuffisances occasionnelles pour les ouvrages du réseau et d'en mesurer les conséquences.

La période de retour de 10 ans est généralement adoptée pour l'assainissement urbain.

III.3 Détermination de l'intensité moyenne des précipitations :

Avant de mettre toutes les données pluviométriques, nous procédons au calcul de l'intensité moyenne de précipitation pour une durée « T » et une fréquence « F » donc il faut :

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

$$i_m = \frac{\Delta h}{\Delta t} \dots\dots\dots(III.1)$$

Avec :

- i_m : intensité moyenne en mm/h.
- Δh : hauteur de pluie tombée pendant la durée Δt . [4]

III.3.1 Calcul des différents paramètres de la série :

On prendra comme base de calcul, la série pluviométrique de Baraki , code station 021421 fournie par l'agence nationale des ressources hydrauliques (ANRH) qui possède 39 ans d'observations.

III.3.1.1 Analyse des données statistiques :

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.

Nous prenons comme base de calcul la série pluviométrique de la station expérimentale dont les caractéristiques sont les suivantes :

Code Station ANRH : 021421

X=535.05 km

Y=376.5 km

Z=20 m

La série a une période de fonctionnement de 1980 à 2018 qui a été fournie par l'A.N.R.H de Blida.

L'analyse statistique des données pluviométriques consiste à déterminer les caractéristiques empiriques d'un échantillon d'une série d'observations de précipitations en 39 années. [4]

Les caractéristiques de cette série sont :

Tableau III.1 : La série pluviométrique de 1980 à 2018.

Année	sep	oct	nov	dec	jan	fev	mar	avr	mai	juin	juil	aou	pjmax
1980	0.4	15.3	19.8	40.3	19.9	12.1	19.1	13.9	10.3	4.6	0	16	40.3
1981	1.9	65	10.5	23.1	32.4	36	8.8	5.3	19.5	12.3	0	0	65
1982	3.8	1.9	25	25.4	0	26	5.3	4	2.5	0	0.9	1.5	26
1983	0	11.3	11.3	41.9	40.8	27.7	12	11.1	22	15	0	0	41.9
1984	14.6	68	12.3	44.2	23.1	20.5	36.6	6.8	23.5	1	0	0.2	68
1985	12.5	8	76	19.7	17	18.5	30.7	15	1.1	10.9	34.5	0	76
1986	102.2	16	47.4	45.5	28	41	10.1	0	15.2	10.3	25.2	0	102.9
1987	80.8	49.1	29.1	24	12.2	24.9	46.3	11.7	13.6	25.9	0	0	80.8

1988	20	16	31.7	64	7.9	15.5	11.4	59	2.2	1.5	1.1	29	64
1989	21	13.6	7.2	4.8	21.3	0	9.3	13.1	13	6	16.3	0	21.3
1990	1.9	24	33.6	35.7	26.9	23.6	15.4	29.6	9.2	6.7	0	0	35.7
1991	1.5	28.7	26.2	6.5	46.1	15.9	13.5	27.6	24.7	15.5	2.3	0	46.1
1992	2.9	66.8	42.1	22	19.1	22.2	12	14.1	37.4	0	2.7	1.4	66.8
1993	17.9	16.2	32.5	71.8	73.3	20.5	1.1	21.3	5.5	0	0	0	73.3
1994	42	26.3	11.1	30.3	57	29	27	32	6.8	7.7	0	9.5	57
1995	13.1	12.2	18.5	12.7	32.8	39.3	27.2	58.7	17.2	31.2	3.9	2	58.7
1996	32.5	47	36.3	17.6	22.4	10.8	7.8	24	7.6	4.2	2.1	26.6	47
1997	29.2	16.6	65.2	33	18	22.2	18.2	22.1	43.5	0	0	0.9	65.2
1998	3.9	12.8	29.3	37.5	44.6	52.6	23.2	7.2	0	5.7	0	1.5	52.6
1999	37.5	7.3	40.9	36.2	8.3	2.7	12.8	10.4	16.9	0	0	0	40.9
2000	12.8	11.8	16.6	16.2	45.2	19.8	1.9	16.2	5.8	0.7	0	0.5	45.2
2001	34.7	35.6	29	24.4	8.9	5.9	9.4	40.5	7.5	0.8	1.8	11.5	40.5
2002	7.4	14.2	22.4	34.2	26.5	33.5	9.9	22.3	7.1	0	7.1	2.9	34.2
2003	11.7	12.9	19.7	30.6	53.6	19.8	41.9	17.3	45.1	33.3	0	0	53.6
2004	0.9	18.5	35	38.1	31.8	19.9	18.8	9.6	1.9	0	0.4	1.5	38.1
2005	0.9	38	31.9	21.7	37.7	22.3	17.3	1.3	34.4	0	0	8.1	38
2006	8.9	2.9	19.6	31.9	16.3	22.3	31.7	14.9	2.2	10.5	0	8.3	31.9
2007	13.4	38.8	60.4	37.1	13.9	15.1	15.2	10.4	14	2.6	7.8	0	60.4
2008	12.4	19.8	26.6	24.8	24.5	5.6	9.1	28.5	8.4	0	0	10.1	28.5
2009	26.2	5.4	18.1	27	32.5	10.2	30.8	18.6	11.7	2.1	0	19.8	32.5
2010	10.1	54.2	39.5	43.2	35.2	28.1	5.6	16.5	31.6	11.8	0	1.9	54.2
2011	7.9	7.3	60.1	21.8	14.4	44.5	29.3	67.4	8.1	0.7	0	33.7	67.4
2012	2.2	61.8	39.8	9.6	14.5	27.5	18.2	36.4	51.1	6.2	0.6	1.4	61.8
2013	9.3	19.7	22.1	65.3	16.9	11.3	18.5	0.9	2.4	38.5	0.6	0	65.3
2014	15	30.7	13.7	49.9	27.1	18.7	44.3	0	3.7	14.1	0	0	49.9
2015	4.3	28.2	21.9	0	43.4	56.1	33.7	28	30.2	0	0	0	56.1
2016	11.3	9.3	38.5	57.4	56.3	5.9	25.7	7.9	2.9		0	0	57.4
2017	33.7	16.3	32.7	39.8	15.6	28.4	22.1	42.6	24.3	23.4	0	0	42.6
2018	17.4	17.2	40.5	30.6	43.6	9.7	22	18.4	15.2	6.3	1.8	2.7	43.6

Source (ANRH, 2018) : Agence National des Ressources Hydraulique

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.

Nous prenons comme base de calcul la série pluviométrique de la station expérimentale de BARAKI.

La série s'étend sur une période de fonctionnement de 39 ans, soit de 1980 à 2018. Elle nous a été fournie par l'A.N.R.H Blida.

L'analyse statistique des données pluviométriques consiste à déterminer les caractéristiques empiriques d'un échantillon d'une série d'observations de précipitations maximales journalières de 39 années, afin qu'on à vérifier leur homogénéité. [4]

Les caractéristiques de cette série sont :

La moyenne interannuelle des précipitations maximales journalières $\overline{P_{\max,j}}$ durant 39 ans d'observations :

Les caractéristiques de la série sont représentées dans le tableau suivant :

Tableau III.2 : Caractéristiques de la série avec n= 39 ans.

Caractéristiques	Formules	Valeurs
la moyenne des $P_{\max,j}$ en (mm)	$\overline{X} = \frac{\sum_{i=1}^{n=39} Xi}{n}$	52.1
L'écart type « σ_x » Pour n > 30 ans	$\sigma_x = \left[\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{39} (X_i - 52.1)^2}{39}} \right]$	16.9
Coefficient de variation « C_v » :	$C_v = \frac{\sigma}{\overline{X}}$	0.324
L'exposant climatique :	b=0.40	

Remarque :

L'exposant climatique pour notre région b=0.40 est donné par l'A.R.N.H de Blida.

III.4 Choix de la loi d'ajustement :

On voit que les régimes pluviométriques sont très irréguliers, les deux lois généralement utilisées sont :

- la loi de GUMBEL
- la loi de GALTON

III.4.1 Calcul des paramètres de la loi choisie et vérification de son adéquation**III.4.1.1 Ajustement de la série pluviométrique à la loi de Gumbel :**

Cette loi a une fonction de répartition qui s'exprime selon la formule III-4

$$F(x) = e^{-e^{-y}} \dots\dots\dots (III.4)$$

Tel que : $y = a (x - x_0) \dots\dots\dots (III.5)$

Avec :

Y : variable réduite de GUMBEL

X : précipitation maximale journalière (mm)

X₀ : ordonnée à l'origine en (mm)

On peut écrire : $y_i = -\ln(-\ln(F(x_i))) \dots\dots\dots (III.6)$

Avant de procéder à l'ajustement il faut suivre les étapes suivantes :

- classer les valeurs des précipitations par ordre croissant avec attribution d'un rang 1, 2, 3.....m.
- calculer pour chaque valeur de précipitation la fréquence expérimentale par la formule de HAZEN.

$$F(x) = \frac{m-0.5}{n} \dots\dots\dots (III.7)$$

Avec :

m : rang de précipitation

n : nombre d'observations

- calculer la variable réduite de GUMBEL donnée par la formule (III-8):

$$Y_i = -\ln(-\ln(F(x_i))) \dots \dots \dots (III.8)$$

- calculer les paramètres d'ajustement « a » et « x₀ »
- La méthode utilisée est la méthode maximum de vraisemblance [4]

Tableau III.3: L'ajustement par la loi de Gumbel.

P mm	classement	rang	fréquence de Hazen	Y _i
40.3	21.3	1	0,012820513	-1,47171692
65	26	2	0,038461538	-1,18114314
26	28.5	3	0,064102564	-1,01060802
41.9	31.9	4	0,08974359	-0,87995809
68	32.5	5	0,115384615	-0,76986942
76	34.2	6	0,141025641	-0,67233896
102.9	35.7	7	0,166666667	-0,58319808
80.8	38	8	0,192307692	-0,499962
64	38.1	9	0,217948718	-0,42100735
21.3	40.3	10	0,243589744	-0,34519823
35.7	40.5	11	0,269230769	-0,27169475
46.1	40.9	12	0,294871795	-0,19984595
66.8	41.9	13	0,320512821	-0,12912558
73.3	42.6	14	0,346153846	-0,05909117
57	43.6	15	0,371794872	0,010643444
58.7	45.2	16	0,397435897	0,080427691
47	46.1	17	0,423076923	0,150588888
65.2	47	18	0,448717949	0,22144404
52.6	49.9	19	0,474358974	0,293309994
40.9	52.6	20	0,5	0,366512921
45.2	53.6	21	0,525641026	0,441397887
40.5	54.2	22	0,551282051	0,518339262
34.2	56.1	23	0,576923077	0,597752755

53.6	57	24	0,602564103	0,680110084
38.1	57.4	25	0,628205128	0,765957626
38	58.7	26	0,653846154	0,855940986
31.9	60.4	27	0,679487179	0,950838407
60.4	61.8	28	0,705128205	1,051607599
28.5	64	29	0,730769231	1,159453465
32.5	65	30	0,756410256	1,275929411
54.2	65.2	31	0,782051282	1,403094852
67.4	65.3	32	0,807692308	1,543771433
61.8	66.8	33	0,833333333	1,701983355
65.3	67.4	34	0,858974359	1,883768137
49.9	68	35	0,884615385	2,098809315
56.1	73.3	36	0,91025641	2,364152569
57.4	76	37	0,935897436	2,714329089
42.6	80.8	38	0,961538462	3,238550275
43.6	102.9	39	0,987179487	4,350264062

III.4.1.2 Calcul des paramètres de l'ajustement de la loi de Gumbel :

La droite de GUMBEL est donnée par la formule :

$$x = (1/a)y + x_0 \dots \dots \dots (III.12)$$

Avec :

$1/a$: la pente de la droite de Gumbel

x_0 : ordonnée à l'origine

L'estimation de ces paramètres peut s'effectuer par le biais de plusieurs méthodes, mais on opte pour la méthode maximum de vraisemblance, car cette méthode conduit à des estimations de calcul particulièrement simple et d'emploi très fréquent.

Avec : $\frac{1}{a} = \left(\frac{\sqrt{6}}{\pi} \right) \sigma_x \dots \dots \dots (III.13)$

$$\frac{1}{a} = \left(\frac{\sqrt{6}}{\pi} \right) \sigma_x = (0,78)(16.9) = 13.18 \text{ mm}$$

$$X_0 = \bar{X} - \frac{1}{a} \bar{y} \dots \dots \dots (\text{III.14})$$

$\bar{y}$: Moyenne de la variable réduite de GUMBEL

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^{N=47} y_i}{N} \dots \dots \dots (\text{III.15})$$

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^{N=47} y_i}{N} = 0.57 \text{ mm}$$

$$X_0 = 52.1 - (13.18) \times (0.57) = 44.59 \text{ mm}$$

Donc la droite de GUMBEL devient :

$$X = 13.18y + 44.59$$

$$P_{\max,j}(p\%) = 13.18y + 44.59 \dots \dots \dots (\text{III.16}) [4]$$

Tableau Error! No text of specified style in document..4: calcul des précipitations de
différente période de retour

T (ans)	10	20	50
F	0,10	0,05	0,02
1-F	0,90	0,95	0,98
y	2,36	3.23	4.35
P (mm)	75.69	87.16	101.92

III.4.2 Ajustement graphique : par le logiciel HYFRAN :

III.4.2.1 Ajustement à la Loi De Gumbel :

Les résultats obtenus par le logiciel **Hyfran** sont défini dans le tableau suivant :

Tableau III.5: Ajustement à la Loi De Gumbel

T	Fréquence	P max	Ecart-type	Intervalle de confiance
100	0.99	111	9.63	92.6- 130
50	0.98	101	8.37	84.8- 118
20	0.95	87.6	6.72	74.4- 101
10	0.9	77.0	5.48	66.3- 87.7
5	0.8	66.0	4.25	57.7 – 74.3

T	Fréquence	P max	Intervalle de confiance	Alpha	u
10	0.9	77	66.3– 87.7	14.6586	44.015

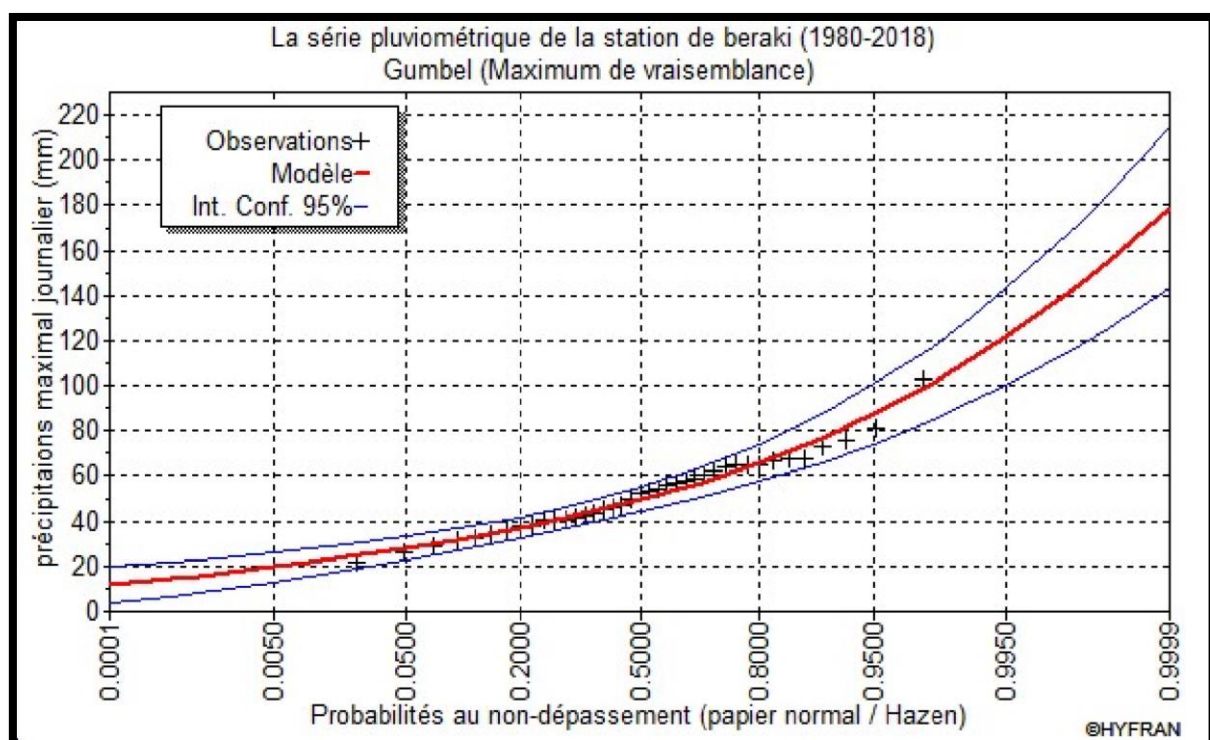


Figure III.1 : Ajustement graphique à la loi de Gumbel

III.4.2.2 Ajustement de la série pluviométrique à la loi de Galton (log normale) :

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

La fonction de répartition de la de Galton est la suivante :

$$F(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^u e^{-\frac{1}{2}u^2} du \dots\dots\dots (III.17)$$

F(x) : fréquence au non dépassement ;

La variable réduite est de la forme :

$$u = \frac{x_i - \bar{x}}{\sigma_x} \dots\dots\dots (III.18)$$

L'équation de la variable réduite présentée sous la forme $\overline{\log x} + u\sigma_{\log x}$ est l'équation d'une droite sur papier gauss-logarithmique avec en abscisse l'échelle gaussienne et en ordonnée l'échelle logarithmique. [4]

Les résultats obtenus par le logiciel **Hyfrans** sont défini dans le tableau suivant :

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

T	Fréquence	P max	Ecart-type	intervalle de confiance
100	0.99	108	11.2	85.7– 130
50	0.98	98.3	9.39	79.9– 117
20	0.95	85.7	7.11	71.8–99.7
10	0.9	75.9	5.53	65.1– 86.6
5	0.8	65.5	4.10	57.4– 73.5

T	Fréquence	P max%	Intervalle de confiance	mu	sigma
10	0.9	75.9	56.1 – 86.6	3.8999	0.3352

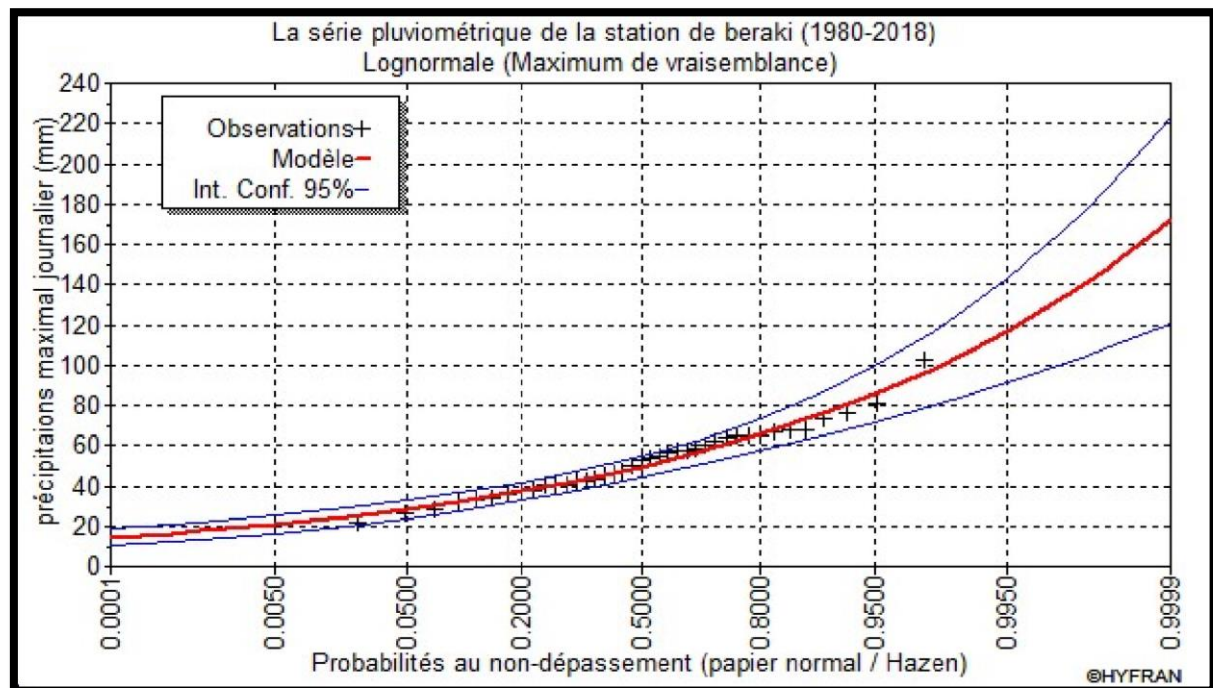


Figure III.2 : Ajustement graphique à la loi de Galton.

III.4.2.3 Choix de l'ajustement à adopter :

Il est nécessaire de choisir la loi d'ajustement à adopter dans la suite du travail et pour cela il faut passer par une série de tests pour désigner la loi appropriée.

III.5.2.3.1 Le Test d'adéquation :

Ce test a pour but de vérifier si la loi d'ajustement est bien adéquate pour l'échantillon ou non, il existe plusieurs tests d'adéquation et on va appliquer le test de Khi carré dont voici le principe :

Comme critère de comparaison, la variable χ^2 est utilisée pour un risque $\alpha=5\%$ et un nombre de liberté $\gamma=k-1-m$

Avec :

K : nombre de classes

m: nombre de paramètres de la loi

$$\chi^2_{\text{cal}} = \sum_{i=1}^k \frac{(n_i - u_i)^2}{u_i} \dots \dots \dots (III.19)$$

Ou:

n_i : Nombre d'observation contenue la classe i

u_i : Nombre d'observation théorique calculés dans la classe i.

Ce nombre doit être supérieur ou égale à 5.

X^2 : est une variable aléatoire qui peut varier de 0 à ∞ .

On pose l'hypothèse nulle H_0 : Est que la loi de distribution de fréquence théorique P ajuste la courbe ou droite expérimentale F ?

H_0 : P = F CONTRE H_1 : F $\neq$ P

Pour que P=Fvérifiée, il faut que :

$$X^2_{\text{calculée}} < X^2_{\text{théorique}} \quad \text{SOIT} \quad \sum_{i=1}^k \frac{(n_i - u_i)^2}{u_i} < X^2_{1-\alpha}$$

Une autre interprétation du $X^2_{\text{calculée}}$ peut être faite :

Si $X^2_{\text{calculée}} = 0$ c'est - à -dire si le nombre de valeurs observées est égale au nombre

De valeurs théorique, l'ajustement est parfait et la loi théorique suit exactement la répartition des fréquences.

Si $P(X^2_{\text{calculée}}) > 5\%$, l'ajustement est à considérer

Si $P(X^2_{\text{calculée}}) < 1\%$, l'ajustement est à rejeter, la loi considérée n'est pas adéquate.

Si $1\% < P(X^2_{\text{calculée}}) < 5\%$, on ne peut rien conclure, il faut refaire le calcul en modifiant

Le nombre de classes. [4]

Le logiciel HYFRAN nous permet de faire l'adéquation et nous donne le résultat final.

a - loi de Gumbel :

On pose deux hypothèses

H_0 :L'échantillon provient d'une loi Gumbel

H_1 : l'échantillon ne provient pas d'une loi Gumbel

Les résultats sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau III.7: Résultat du test d'adéquation a la loi de Gumbel

Résultats	
Résultat de la statistique :	$X^2 = 4.28$
p-value	$p = 0.5096$
Degrés de liberté :	5
Nombre de classes :	8

Remarque :

Nous pouvons accepter H_0 pour un niveau de signification de 5%, donc la loi de Gumbel est adéquate.

b- lois de Galton :**Tableau III.8:** Résultat du test d'adéquation a la loi de Galton

Résultats	
Résultat de la statistique :	$X^2 = 2.64$
p-value	$p = 0.7551$
Degrés de liberté :	5
Nombre de classes :	8

Remarque :

Nous pouvons accepter H_0 pour un niveau de signification de 5%, donc la loi de Galton est adéquate.

En ce référent aux deux graphes, on remarque que la série de pluie maximale journalière s'adapte bien avec les deux lois, mais l'intervalle de confiance de la loi de Log Normal est plus série que celle de la loi de Gumbel

Pour le dimensionnement de notre futur réseau d'eaux pluviales, on travaillera avec une pluie d'intensité « i », donc on va choisi la loi de log normal pour calculé cette intensité

III.5 Calcul de l'intensité de pluie de durée de 15 minutes et de période de retour de 10 ans par la formule de Montanari :

$$\bar{i}_{15mn,10\%} = \frac{P_{\max,15mn,10\%}}{15mn} \dots\dots\dots (III.20)$$

$\bar{i}_{15mn,10\%}$: Intensité moyenne de précipitation pour une averse de fréquence 10% et une durée de 15mn.

$$P_{\max,15mn,10\%} = p_{\max,j,10\%} \left(\frac{t}{24} \right)^b \dots\dots\dots (III.21)$$

b: Exposant climatique de la région de alger(b=0,40), il est donné par l'A.N.R.H de alger.

Avec : $P_{\max,j,10\%}$ est donnée par la droite de Galton

En utilisons les formules III.20 et III.21 ; on a : $\bar{i}_{t,10\%} = \frac{P_{\max,j,10\%}}{24} \left(\frac{t}{24} \right)^{b4}$, on trouve :

$$\bar{i}_{t,10\%} = 3.16 \left(\frac{t}{24} \right)^{-0.6} \quad (\text{mm/h})$$

C'est l'expression de Montanari qui nous donne l'intensité moyenne maximale en fonction de diverses durées « t »

Tableau III.9 : Les Intensité pour des périodes de retour de 10ans, 20ans et 50ans

T (années)	50		20		10	
	Pct	It	Pct	It	Pct	It
Durée (h)	(mm)	(mm/h)	(mm)	(mm/h)	(mm)	(mm/h)
0.25	15,835982	63,4083711	13,806141	55,211679	12,227376	48,870842
1	27,572047	27,6000966	24,037888	24,032279	21,289098	21,272269
2	36,381535	18,2092729	31,718184	15,855391	28,091134	14,034463
3	42,787560	14,2770292	37,303091	12,431462	33,037393	11,003759
4	48,005723	12,0136398	41,852395	10,460657	37,066474	9,2592931
5	52,487637	10,5082065	45,759822	9,1498285	40,527076	8,0990079
6	56,458524	9,41932651	49,221724	8,2017062	43,593102	7,2597736
7	60,049339	8,58720395	52,352272	7,4771507	46,365665	6,6184303
8	63,343931	7,92604638	55,224567	6,9014599	48,909505	6,1088552

9	66,399685	7,38524821	57,888637	6,4305697	51,268933	5,6920449
10	69,257852	6,93283081	60,380447	6,0366356	53,475798	5,3433525
11	71,949220	6,54749221	62,726838	5,7011090	55,553874	5,0463598
12	74,497469	6,21443792	64,948454	5,4111081	57,521443	4,7896643
13	76,921255	5,92303897	67,061562	5,1573778	59,392912	4,5650739
14	79,235578	5,66544177	69,079238	4,9330797	61,179862	4,3665356
15	81,452707	5,43570459	71,012177	4,7330403	62,891764	4,1894698
16	83,582818	5,22924045	72,869253	4,5532654	64,536479	4,0303414
17	85,634465	5,04244592	74,657921	4,3906175	66,120609	3,8863729
18	87,614910	4,87244672	76,384515	4,2425938	67,649763	3,7553491
19	89,530386	4,71691925	78,054467	4,1071711	69,128752	3,6354792
20	91,386284	4,57396255	79,672477	3,9826942	70,561739	3,5252979
21	93,187302	4,44200481	81,242642	3,8677944	71,952352	3,4235939
22	94,937566	4,31973389	82,768559	3,7613292	73,303776	3,3293558
23	96,640719	4,20604486	84,253404	3,6623366	74,618826	3,2417321
24	98,3	4,1	85,7	3,57	75,9	3,16

Conclusion :

L'étude hydrologique nous a permis de déterminer l'intensité moyenne maximale et cela d'après les résultats obtenus par l'ajustement de la série pluviométrique à la loi de Galton, on a :

$$i_{15\text{min},10\%} = 48.87\text{mm}/h$$

$$i = \frac{48.87 \times 10000}{3600} = 135.75\text{L}/\text{s.ha}$$

Donc on prend : $i = 135.75 \text{ l/s.ha}$

Chapitre IV :

Estimation des débits d'eaux usées et pluviales

Chapitre IV : Estimation des débits d'eaux usées et pluviales**Introduction :**

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

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

Dans ce chapitre ; on va s'intéresser pour le calcul de base de réseau d'évacuation ainsi que l'évaluation des débits d'eaux usées et pluviales afin d'avoir une idée sur le système de réseau ; le schéma de réseau ; nombre de sous bassins adoptés et le coefficient de ruissellement correspondant.

IV.1 Estimation de la population :

La population de la localité Ouled Mendil est de 9000 habitants selon le recensement de 2008 (R.G.P.H 2008).

Le taux d'accroissement de la population de la commune entre 1998 et 2008 est de 3.2% (sources ONS).

La population aux différents horizons est donnée par l'expression suivante :

$$P_t = P_0 \times (1 + \tau)^N \dots\dots\dots (IV.1)$$

Avec :

P_t : Nombre d'habitants à l'horizon futur.

P_0 : Nombre d'habitants de l'année de base 2008 (année de recensement).

τ : Taux d'accroissement en %.

N : L'écart d'années entre l'année de projection et l'année de base.

Tableau IV.1 : Estimation de la population aux différents horizons.

Horizon	2008	2020	2035	2050
Nombre d'habitants	9 000	13134	21067	33791

IV.2 Découpage de l'aire d'étude en sous bassins élémentaires :

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

Le découpage du site en sous bassins élémentaires doit être fait selon :

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

Pour notre projet, le découpage de la zone à étudier se fait suivant la nature du sol et la densité des habitants. Les routes et voiries existantes, ainsi que les pentes et les contres pentes. [5]

IV.3 Système d'évacuation des eaux usées et des eaux pluviales :

L'établissement du réseau d'assainissement d'une agglomération doit répondre à deux catégories de préoccupation, à savoir :

- Assurer une évacuation correcte des eaux pluviales de manière à empêcher la submersion des zones urbanisées et d'éviter toute stagnation après les averses.
- Assurer l'évacuation des eaux usées ménagères, les eaux vannes, ainsi que les eaux résiduaires industrielles. Il est permis d'imaginer un ou plusieurs réseaux de canalisations où l'effluent s'écoule généralement gravitairement.

Trois systèmes d'évacuation susceptibles d'être mis en service sont :

- Système unitaire.
- Système séparatif.
- Système pseudo séparatif [2]

IV.3.1 Système unitaire :

Ce système permet d'évacuer en commun toutes les eaux usées et pluviales dans une même conduite. Ce système nécessite des ouvrages d'égout et station d'épuration.

Relativement importants afin de pouvoir absorber les points de ruissellement. Par temps de pluie, le débit supplémentaire qui ne peut être traité dans la station d'épuration est rejeté

directement dans le milieu naturel par l'intermédiaire d'ouvrages spéciaux : les déversoirs d'orage. Le coût de ce système est faible.

Les problèmes de branchements sont simplifiés. L'inconvénient majeur réside dans le partage des eaux qui vont soit à la station d'épuration, soit au milieu naturel. [2]

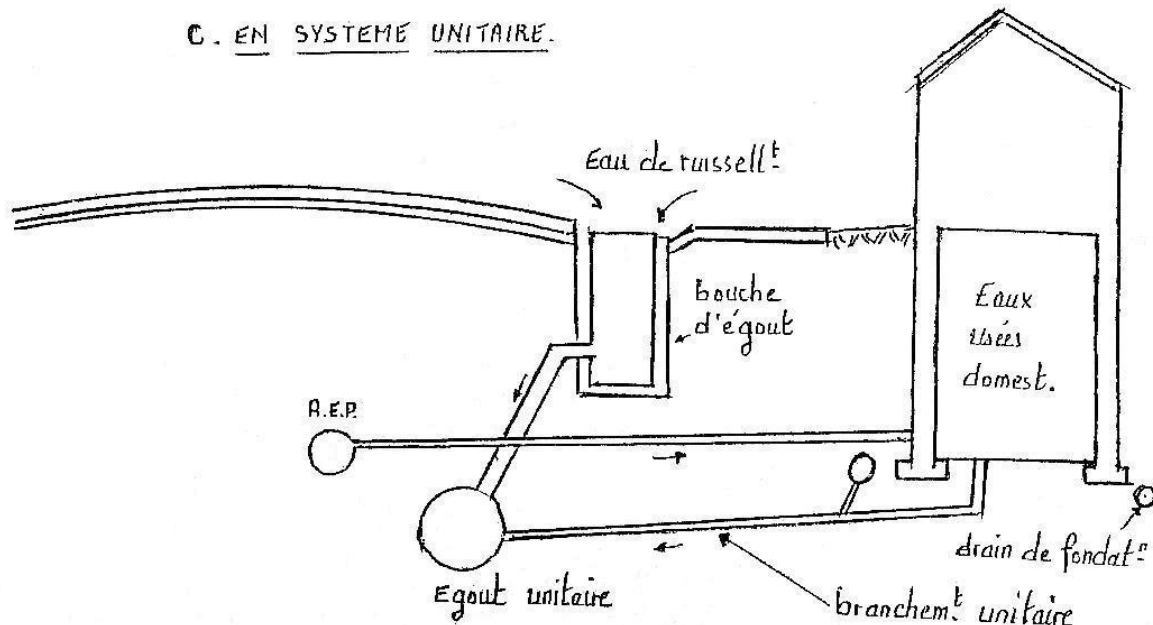


Figure IV.1: système unitaire (Source : Polycopies de l'assainissement. Salah, 2014)

IV.3.2 Système séparatif :

Ce système comprend deux réseaux :

- Un réseau pour évacuer les eaux pluviales vers un cours d'eau.
- Un réseau pour évacuer les eaux d'égout ménager et certain effluent industriel après traitement.

Ces deux canalisations ont fréquemment des tracés différents à l'exception de certains tronçons [2]

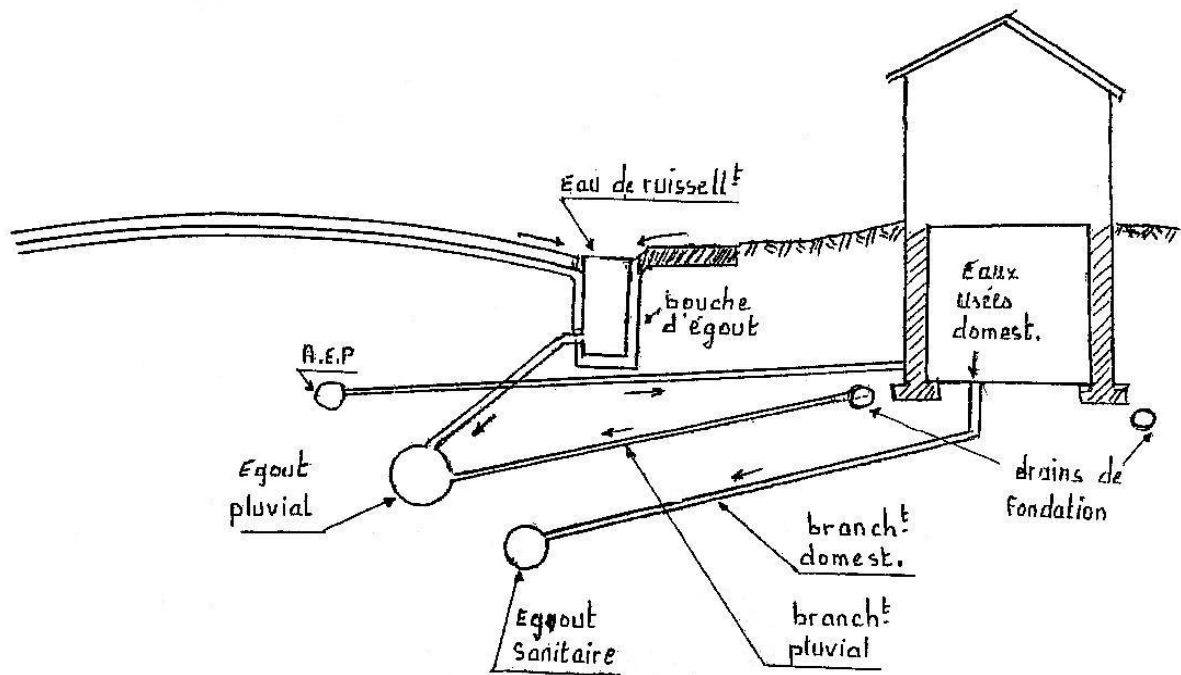


Figure IV.2: système séparatif. (Source : Polycopies de l'assainissement. Salah, 2014)

IV.3.3 Système pseudo-séparatif :

Ce système reçoit les eaux usées en partie, les eaux de ruissellement en provenance des habitants, tandis que les eaux de ruissellement des voiries et toitures sont reprises par une conduite qui les déverse dans le milieu naturel. C'est un système qui s'adapte aux zones rurales, les habitations desservies par un tel réseau ne possèdent qu'un seul branchement. [2]

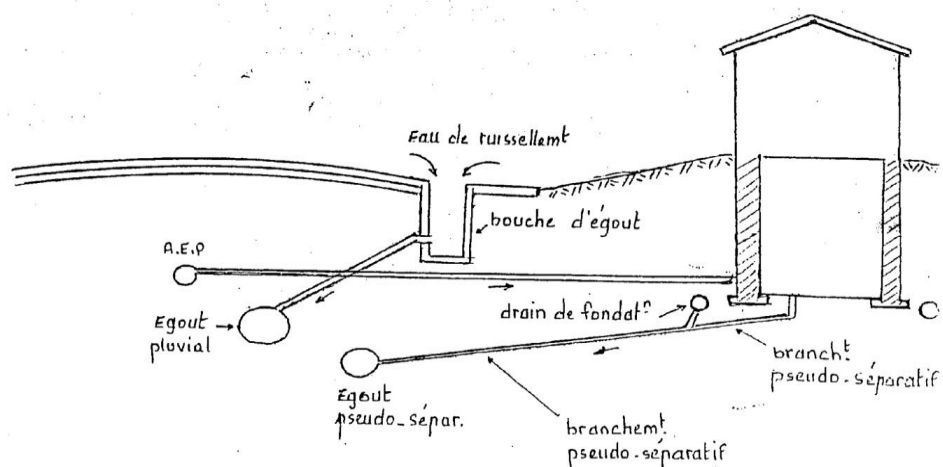


Figure IV.3: Système pseudo-séparatif. (Source : Polycopies de l'assainissement. Salah, 2014)

IV.3.4 Les avantages et les inconvénients des trois systèmes d'assainissement [5] :

Ce tableau représente les avantages et les inconvénients des trois systèmes :

Tableau IV.2 : Les avantages et les inconvénients du trois systèmes.

Système	Avantages	Inconvénients	Domaine d'utilisation
Unitaire	- Conception simple - Encombrement réduit du sous-sol - A priori économique - Pas de risque d'inversion de branchement	- Débit de la STEP très Variable - La dilution des eaux usées est variable - Apport de sable important à la STEP - Rejet direct vers le milieu récepteur du mélange «eaux usées, eaux pluviales» au droit des déversoirs d'orage	- Milieu récepteur éloigné des points de collectes - Topographie à faible Relief - Débit d'étiage du Cour d'eau récepteur important.
Séparatif	- Diminution des sections des collecteurs - Exploitation plus facile de la STEP - Milieu naturel Préservé	- Encombrement important du sous-sol - Coût d'investissement Elevé - Risque important d'erreur de branchement.	- Petites et moyennes agglomérations. - Extension des villes - Faible débit d'étiage du cours d'eau récepteur.
Pseudo-séparatif	- Le problème des faux branchements est éliminé - Le plus gros des eaux pluviales étant acheminées en dehors de la ville de moindre dimension	Le fonctionnement de la station d'épuration est perturbé, la charge polluantes est variable en qualité et en quantité	- Petites agglomérations - Présence d'un milieu récepteur proche.

IV.4 Choix du système d'assainissement :

Les paramètres prépondérants pour le choix du système d'assainissement sont :

- ✓ Une étude technico-économique doit être établit avec la comparaison de plusieurs variantes du point de vue système (unitaire, séparatif, pseudo-séparatif)
- ✓ Prendre en considération les conditions de rejet car la station d'épuration ou le milieu naturel influence beaucoup sur le choix.
- ✓ S'il s'agit d'une extension du réseau, il faut tenir compte du système existant.
- ✓ La topographie du terrain.
- ✓ L'urbanisation joue un rôle primordial dans le choix car si on a une forte densité d'habitants il vaut mieux favoriser un système séparatif.
- ✓ Une dilution exigée par la station d'épuration pour un certain débit demander donc favoriser le système unitaire ou prévoir une connexion directe.
- ✓ De proximité des réseaux voisins et leurs positions en profondeur (conduite d'AEP, Gaz, câbles téléphonique ou électriques). [5]

Remarque :

Notre choix se porte sur un système unitaire parce qu'il est priori économique de Conception simple.

IV.5 Schéma d'évacuation :

Les réseaux d'assainissement fonctionnent essentiellement en écoulement gravitaire. Ils sont donc fortement tributaires du relief si l'on ne veut pas aboutir à des tranchées trop profondes. En fonction du système d'assainissement et de la topographie, nous distinguons divers Schéma.[8]

IV.5.1 Schéma perpendiculaire :

Ce schéma consiste à amener perpendiculairement à la rivière un certain nombre de collecteurs. Il ne permet pas la concentration des eaux vers un point unique d'épuration, il convient lorsque l'épuration n'est pas jugée nécessaire et aussi pour l'évacuation des eaux pluviales en système séparatif. [2]

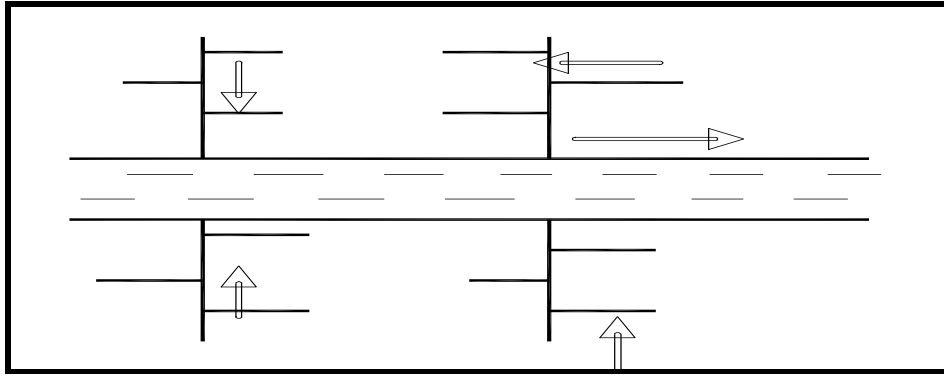


Figure IV.4 : Schéma perpendiculaire.

IV.5.2 Schéma par déplacement latéral :

C'est le schéma le plus simple de ceux permettant de transporter l'effluent à l'aval de l'agglomération en vue de son traitement. Les eaux sont recueillies dans un collecteur parallèle au cours d'eau. [2]

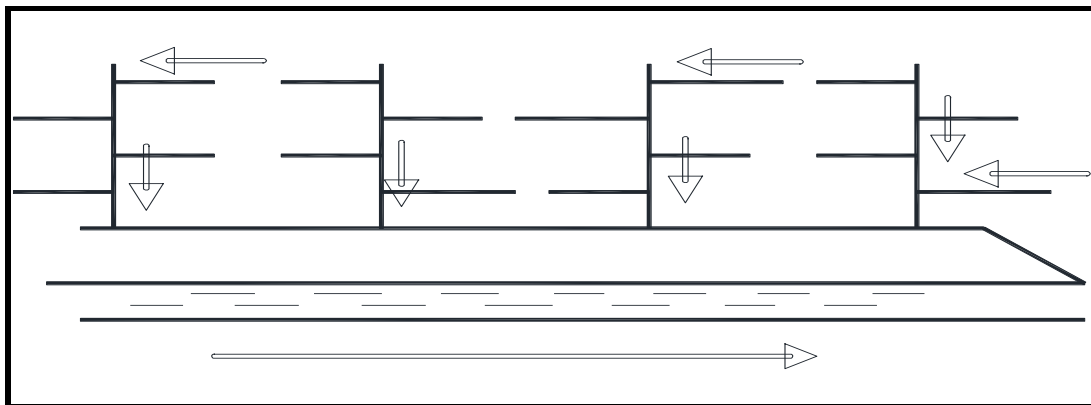


Figure IV.5 : Schéma par déplacement latéral.

IV.5.3 Schéma à collecteur transversal ou oblique :

Ce schéma comporte des ramifications de collecteurs qui permettent de rapporter l'effluent à l'aval de l'agglomération. Ce type de schéma est adopté lorsque la pente du terrain est faible.[2]

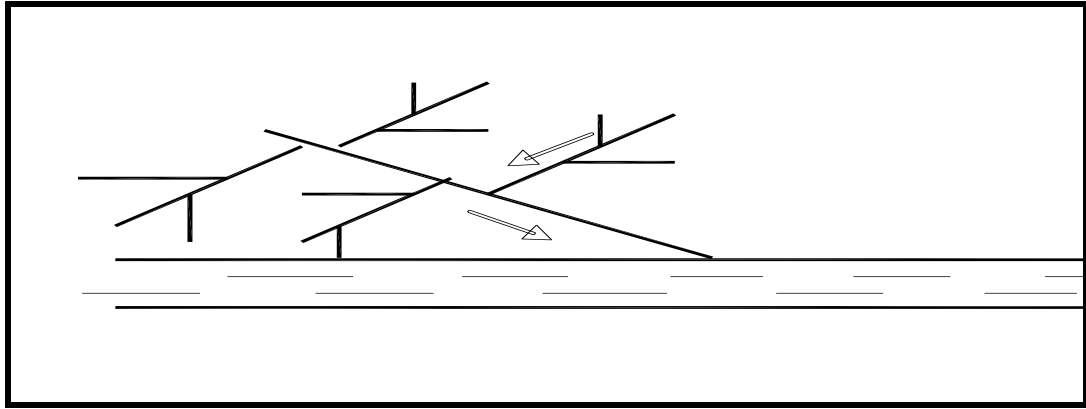


Figure IV.6 : Schéma à Collecteur Transversal ou Oblique.

IV.5.4 Schéma à collecteur étagé :

Ce schéma est une transposition du schéma à déplacement latéral, mais avec multiplication des collecteurs longitudinaux .Il permettent de décharger le collecteur bas des apports en provenance du haut de l'agglomération. [2]

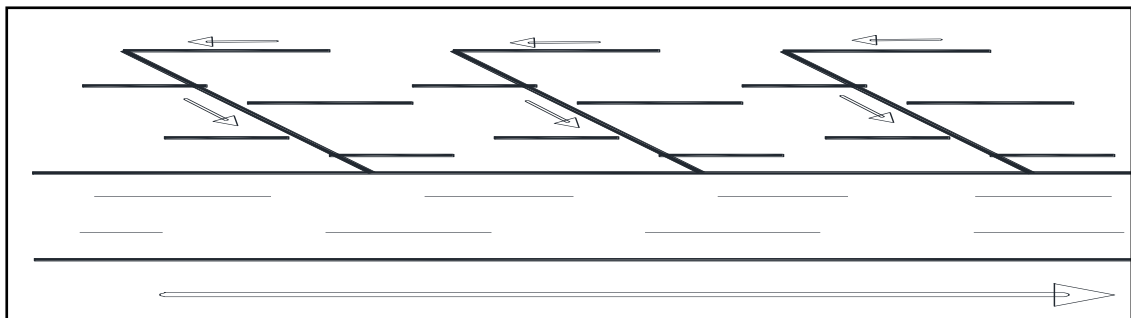


Figure IV.7 : Schéma à Collecteur Etagé.

IV.5.5 Schéma type radial :

Le schéma radial convient pour les régions plates, il permet la concentration de l'effluent en un ou plusieurs points où il sera relevé pour être évacué en un point éloigné de l'agglomération. [2]

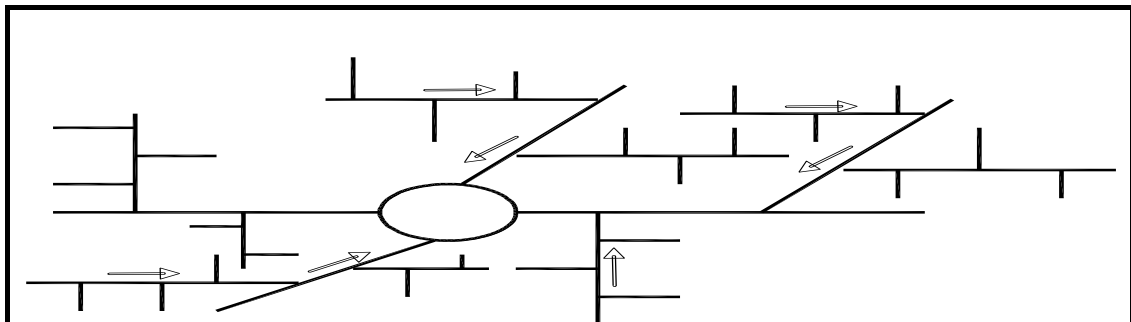


Figure IV.8 : Schéma type radial.

IV.6 Choix du coefficient de ruissellement :

Le coefficient de ruissellement « C_r » est défini comme étant le rapport entre le volume d'eau pluviale ruisselé « V_r » et le volume total tomber dans le bassin versant « V » considéré suivant la formule suivante :

$$C_r = \frac{V_r}{V} \dots \dots \dots (IV.2)$$

Ce coefficient est un facteur qu'a la possibilité de faire varier le débit d'eau pluviale, ce qui nous rend contraints d'élaborer le découpage des sous-bassins de telle façon qu'il soit aussi homogène que possible afin de minimiser les erreurs de son évaluation.

Il dépend de plusieurs facteurs :

- ❖ La nature du sol.
- ❖ La pente du terrain.
- ❖ Le mode d'occupation du sol.
- ❖ La densité de la population.
- ❖ La durée de pluie. [5]

IV.6.1 Coefficient de ruissellement pondéré :

Dans le cas où la surface du bassin est formée de plusieurs aires élémentaires « A_i », auxquelles on affecte le coefficient de ruissellement « C_{ri} », on calcule le coefficient de ruissellement pondéré par :

$$C_{rp} = \frac{\sum A_i * C_{ri}}{A} \dots \dots \dots (IV.3)$$

Avec :

A_i : surface du sous bassin (ha).

A : surface totale en (ha).

C_{ri} : coefficient de ruissellement partiel.

C_{rp} : coefficient de ruissellement total pondéré.

i : numéro de sous bassin ($i=1 \dots n$). [2]

IV.6.2 Coefficient de ruissellement en fonction de la densité de population :

Le coefficient de ruissellement augmente avec l'accroissement de la population car on aura une augmentation de la surface couverte par rapport à celle qu'est perméable. Ce qui donne un ruissellement important.

Tableau IV.3: Coefficients de ruissellement en fonction de la densité de population. [8]

Densité de la population (hab/ha)	Coefficient de ruissellement (C_r)
20	0.20
30-80	0.20-0.25
60-150	0.25-0.30
200-300	0.45-0.60
300-400	0.60-0.80
400 et plus	0.80-0.90

(Source : Polycopies de l'assainissement. Salah, 2014)

IV.6.3 Coefficient de ruissellement suivant la nature des surfaces :

Les valeurs du coefficient de ruissellement de ces surfaces sont estimées d'une façon approchée, vu l'hétérogénéité de la nature de ces surfaces.

Tableau IV.4 : Coefficient de ruissellement suivant la nature des surfaces. [8]

Nature de la surface	Valeurs du coefficient (C_r)
Toits en métal, tuile, ardoise	0.9
Chaussée avec peu de joints	0.85-0.9
Pavés en pierres naturelles, brique avec joints cimentés.	0.75-0.85
Pavage en 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

(Source : Polycopies de l'assainissement. Salah, 2014)

Remarque :

Pour le cas de notre projet, le coefficient de ruissellement est estimé en fonction de la catégorie de la nature de la surface et la densité de la population.

IV.6.4 Coefficient de ruissellement :

Les résultats du coefficient de ruissellement de chaque sous bassin est dans le tableau suivant :

Tableau IV-5: coefficient de ruissellement de chaque sous-bassin.

N° Sous Bassins	Surface (ha)	Cri
1	10,05	0,55
2	4,8	0,65
3	12,78	0,64
4	10,86	0,62
5	9,84	0,59
6	7,51	0,55
7	9,04	0,48
8	11,07	0,72
9	5,8	0,69
10	4,31	0,67
11	5,9	0,61
12	8,09	0,51
13	7,62	0,63
14	7,14	0,65
15	3,57	0,68
16	5,47	0,6

17	8,41	0,5
18	5,49	0,53
19	5,94	0,5
20	5,27	0,68
21	5,75	0,61
22	28,35	0,24
23	11,25	0,47
24	11,9	0,7
25	14,6	0,22
26	11,54	0,83
27	15,25	0,21

IV.6.5 Calcul de la population de chaque sous bassin :

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

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

IV.6.6 Calcul du coefficient de ruissellement pondéré total :

Le coefficient de ruissellement pondéré est donné par l'expression :

$$C_{rp} = \frac{\sum C_{ri} A_i}{A_t} \dots\dots\dots (IV.4)$$

Avec :

C_{rp} : Coefficient de ruissellement pondéré total.

C_{ri} : Coefficient de ruissellement de chaque sous bassin.

A_i : Surface élémentaire de chaque sous bassin (ha).

A_t : Surface totale de la zone urbanisée (ha).

Application numérique : $C_{rp} = \frac{129.1614}{247.6} = 0.52$

IV.6.7 Calcul de la densité partielle :

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

$$D_i = \frac{C_{ri} P}{C_{rp} A_t} \dots\dots\dots (IV.5)$$

Avec :

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

C_{rp} : Coefficient de ruissellement pondéré total.

C_{ri} : Coefficient de ruissellement de chaque sous bassin.

P : Population globale à l'horizon de calcul ($P = 33791$ hab).

A_t : Surface totale de la zone urbanisée, $A_t = 247.42$ ha.

IV.6.8 Calcul du nombre d'habitant de chaque sous bassin :

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

$$P_i = D_i \cdot A_i \dots\dots\dots (IV.6)$$

Avec :

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

P_i : Population partielle du sous bassin considéré.

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

Tableau IV-6 : Répartition de la population pour chaque sous bassin.

N° Sous Bassins	Surface (ha)	Cri	Di (hab/ha)	Nbr d'hab
1	10,05	0,55	144,35	1450
2	4,8	0,65	170,6	818
3	12,78	0,64	167,9	2145
4	10,86	0,62	162,7	1766
5	9,84	0,59	154,8	1523
6	7,51	0,55	144,3	1083
7	9,04	0,48	125,9	1138
8	11,07	0,72	188,9	2091
9	5,8	0,69	181,1	1050
10	4,31	0,67	175,8	757
11	5,9	0,61	160,1	944
12	8,09	0,51	133,8	1082
13	7,62	0,63	165,3	1259
14	7,14	0,65	170,6	1218
15	3,57	0,68	178,4	636
16	5,47	0,6	157,47	861
17	8,41	0,5	131,2	1103
18	5,49	0,53	139,1	763
19	5,94	0,5	131,2	779

20	5,27	0,68	178,4	940
21	5,75	0,61	160,1	920
22	28,35	0,24	62,9	1783
23	11,25	0,47	123,3	1387
24	11,9	0,7	183,7	2186
25	14,6	0,22	54.73	799
26	11,54	0,83	217,8	2513
27	15,25	0,21	52.26	797
Total	247.42	--	--	33791

Remarque :

Pour notre agglomération on a fixé les choix suivants :

- ❖ L'horizon de calcul sera 2050. soit une population future de 33791 habitants.
- ❖ Le système d'assainissement adopté pour la zone d'étude est le système unitaire.
- ❖ Il a été déduit 27 sous bassins à la suite du découpage de la zone urbaine.
- ❖ Nous avons opté pour Schéma perpendiculaire.

IV.7 Evaluation des débits des eaux usées :

Le but principal de l'évaluation des débits des eaux usées est de connaître la quantité et la qualité des rejets liquides provenant des habitations et lieux d'activités.

Comme ces eaux ont une composition qui peut être source de maladies à transmission hydrique (fièvre typhoïde ; fièvre paratyphoïde ; dysenterie; diarrhées infectieuses), il faut les évacuer le plus tôt possible et par le moyen le plus sûr.[5]

IV.7.1 Nature des eaux usées à évacuer :

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 d'origine industrielle.
- Les eaux usées du service public. [5]

IV.7.2 Les eaux usées d'origine domestique :

Les eaux usées d'origine domestique comprennent :

- ✓ Les eaux ménagères (eaux de vaisselles, de lessive, de bains, de douches).
- ✓ Les eaux vannes (en provenance des W.C, matière fécales et urines).
- ✓ Les eaux usées des cours. [2]

Pour la quantification actuelle ou prévisible de la consommation en eaux potable, on a les facteurs suivants qui interviennent :

- Type d'habitants et leur degré de confort
- La disponibilité des ressources
- Le nombre d'habitants
- Le développement urbain de la ville

IV.7.3 Les eaux industrielles :

Ces eaux proviennent de diverses usines. Elles contiennent des substances chimiques (acide, basique) et toxiques et parfois même des métaux lourds.

La quantité d'eaux évacuée par les industries dépend de plusieurs facteurs :

- Nature de l'industrie : (Fabrications ou de transformations).
- Procédé de fabrication utilisé.
- Taux de recyclage effectivement réalisé.[5]

Remarque :

Notre projet ne comporte pas d'industrie ; les eaux usées provenant de l'agglomération sont d'origine domestique et du service public.

IV.7.4 Eaux des services publics :

Les eaux de lavage des espaces publics (cours, rue,...) sont évacuer vers le réseau par l'intermédiaire de puisard menu d'une grille. Les eaux usées des services publics : éducatifs, sanitaires, touristiques, administratifs et différents autres services d'utilité publique seront pris en compte avec les besoins domestiques.[2]

IV.8 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.

Les quantités d'eau usée sont plus grandes pendant la journée que pendant la nuit. Toute l'eau utilisée par le consommateur n'est pas rejetée dans le réseau en totalité, il est admis que l'eau évacuée n'est que 70% à 80% de l'eau consommée, c'est ce qu'on appelle le coefficient de rejet (K_r).[8]

- Dans notre cas, on adoptera un coefficient de rejet de l'ordre de 80%.

IV.8.1Évaluation du débit moyen journalier :

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

$$Q_{\text{moy},j} = \frac{N \cdot D \cdot K_r}{1000} \dots \dots \dots \text{(IV.7)}$$

Avec :

$Q_{\text{moy},j}$: Débit moyen rejeté quotidiennement en l/j.

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

D : Dotation journalière prise égale à 150 l/j hab. (source service hydraulique).

K_r : Coefficient de rejet pris égal à 80% de la quantité d'eau potable consommée.[5]

IV.8.2Évaluation du débit de pointe :

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

$$Q_{\text{pt}} = K_p \cdot Q_{\text{moy},j} \dots \dots \dots \text{(IV.8)}$$

Avec :

Q_{pt} : Débit de pointe.

$Q_{\text{moy},j}$: Débit moyen journalier.

K_p : Le coefficient de pointe est estimé à partir de débit moyen.

Pour estimer le coefficient de pointe K_p on a plusieurs méthodes, parmi lesquelles on a :

- Le coefficient de pointe est estimé de façon moyenne.
- Méthode liée à la position de la conduite dans le réseau.
- Le coefficient de pointe est estimé à partir débit moyen.[2]

A) Estimé de façon moyenne :

$$K_p = 24/14 = 1,714.$$

$$K_p = 24/10 = 2,4.$$

B) Relié à la position de la conduite dans le réseau :

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

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

C) -Calculé à partir du débit moyen journalier :

$$K_p = 1.5 + \frac{2.5}{\sqrt{Q_{moy,j}}} \quad \text{Si } Q_{moy,j} \geq 2.8 \text{ l/s} \dots\dots\dots \text{(IV.9)}$$

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

Remarque :

Pour notre étude l'évaluation du coefficient de pointe K_p est estimée à partir du débit moyen, selon la relation (IV.9).

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

Tableau IV.7: Evaluation des débits d'eaux usées des équipements.

N° des Sous Bassins	Equipements	Unité de mesure	Nombre d'unités	Dotation [l/j/unité]	Q_{cons} [l/j]	Q_{cons} [l/s]	$Q_{usées}$ [l/s]	$Q_{usées.total}$ [l/s]
04	Mosquée	Fidèle	600	20	12000	0.14	0.11	0.11
05	Ecole primaire	Elève	250	10	2500	0.03	0.02	0.02
08	Mosquée	Fidèle	600	20	12000	0.14	0.11	0.11
	PTT	Fonctionnaire	10	20	200	0.002	0.002	
10	Centre de santé	patient	450	10	4500	0.05	0.04	0.01

	Garde communal	Fonctionnaire	20	20	400	0.005	0.004	
11	CEM	Elève	450	10	4500	0.05	0.04	0.07
	Ecole primaire	Elève	250	10	2500	0.03	0.02	
19	Mosquée	Fidèle	600	20	12000	0.14	0.11	0.11
20	Annexe APC	Fonctionnaire	35	20	700	0.008	0.006	0.006

Avec :

Q_{cons} : débit consommé

$Q_{\text{usées}}$: débit usées

Tableau IV.8 : Détermination des débits de pointe des eaux usées domestiques.

N° Sous Bassins	Surface (ha)	Nombre d'habitants	Dotation (l/j/hab)	$C_{rj}(\%)$	$Q_{\text{moyrej}}(\text{m}^3/\text{j})$	Q_{moyrej} (l/s)	$Q_{\text{équip}}$ (l/s)	Q_{tot} (l/s)	Kp	Q_{pt} totale (l/s)
1	10,05	1450	150	80	174	2,01	--	2,01	3	6,03
2	4,8	818	150	80	98,16	1,14	--	1,14	3	3,42
3	12,78	2145	150	80	257,4	2,98	--	2,98	2.95	8,79
4	10,86	1766	150	80	211,92	2,45	0,112	2,562	3	7,68
5	9,84	1523	150	80	182,76	2,12	0,023	2,14	3	6,43
6	7,51	1083	150	80	129,96	1,5	--	1,5	3	4,5
7	9,04	1138	150	80	136,56	1,58	--	1,58	3	4,74
8	11,07	2091	150	80	250,92	2,9	0,1136	3,014	2.94	8,86
9	5,8	1050	150	80	126	1,46	--	1,46	3	4,38
10	4,31	757	150	80	90,84	1,05	0,0088	1,06	3	3,18
11	5,9	944	150	80	113,28	1,31	0,065	1,38	3	4,12
12	8,09	1082	150	80	129,84	1,5	--	1,5	3	4,5
13	7,62	1259	150	80	151,08	1,75	--	1,75	3	5,25
14	7,14	1218	150	80	146,16	1,69	--	1,69	3	5,07
15	3,57	636	150	80	76,32	0,88	--	0,88	3	2,64
16	5,47	861	150	80	103,32	1,2	--	1,2	3	3,6

17	8,41	1103	150	80	132,36	1,53	--	1,53	3	4,59
18	5,49	763	150	80	91,56	1,06	--	1,06	3	3,18
19	5,94	779	150	80	93,48	1,08	0,112	1,19	3	3,58
20	5,27	940	150	80	112,8	1,31	0,0064	1,32	3	3,95
21	5,75	920	150	80	110,4	1,28	--	1,28	3	3,84
22	28,35	1783	150	80	213,96	2,48	--	2,48	3	7,44
23	11,25	1387	150	80	166,44	1,93	--	1,93	3	5,79
24	11,9	2186	150	80	262,32	3,04	--	3,04	2.93	8,91
25	14,6	799	150	80	95,88	1,11	--	1,11	3	3,33
26	11,54	2513	150	80	301,56	3,49	--	3,49	2.84	9,91
27	15,25	797	150	80	95,64	1,11	--	1,11	3	3,33

IV.9 Evaluation des débits des eaux pluviales :

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

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

Plusieurs méthodes se présentent pour l'estimation des débits pluviaux, mais les deux méthodes les plus utilisées du fait de leur simplicité sont :

- La méthode rationnelle.
- La méthode superficielle.[2]

IV.9.1 La méthode rationnelle :

La technique de calcul des débits de ruissellement afin de calculer les diamètres ou les dimensions des conduites et des canaux est basée sur la méthode rationnelle. Cette technique est utilisée depuis (Kuichling, 1989), mais ce n'est qu'en 1906 qu'elle a été généralisée, elle est connue aussi par la méthode de LLOYD DAVIS, c'est une méthode qui a fait ses preuves surtout pour les bassins urbains de faible surface (≤ 10 ha).[5]

La méthode rationnelle permet de calculer chaque débit de dimensionnement du réseau de drainage en commençant en tête du bassin :

La méthode rationnelle s'exprime par la formule (IV.10) suivante :

$$Q = \alpha . Cr . i . A \dots\dots\dots (IV.10)$$

Avec :

Q : débit de ruissellement (l/s).

A : surface de l'aire d'influence (ha).

Cr : coefficient de ruissellement.

α : Coefficient correcteur déterminé expérimentalement qui tient compte de la répartition irrégulière des pluies courtes de forte intensité, dont sa détermination est en fonction de la forme du bassin.

IV.9.1.1 Critique de la méthode rationnelle :

- La décomposition du bassin en aires élémentaires est approchée.
- Le coefficient de ruissellement est toujours constant sur tout le bassin et pendant toute la durée de l'averse.
- La méthode rationnelle ne tient pas compte l'effet de stockage d'eau de ruissellement sur les sous bassins.
- Elle ne tient pas compte de distribution spatiale de la pluie (variation de l'intensité)
- L'estimation du temps de concentration est souvent laborieuse.[2]

IV.9.1.2 Temps de concentration :

Le temps de concentration d'un bassin est défini comme étant le temps mis par la pluie tombée au point le plus éloigné, en durée d'écoulement, pour atteindre l'entrée du collecteur qui doit évacuer l'apport de la surface considérée, elle est donnée par la formule suivante :

$$T_c = t_1 + t_2 + t_3$$

Où

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

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

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

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

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

Avec :

I : La pente du terrain (%)

L : Longueur du plus long parcours de l'eau (Km). [2]

IV.9.2 Méthode superficielle (méthode de Caquot) :

Le modèle de la méthode superficielle est une forme globaliste de la méthode rationnelle, cette méthode a été proposée par **M.CAQUOT** en **1949**, Satin et selmi (2006). Elle tient compte de l'ensemble des paramètres qui influent sur le ruissellement, donnée par la relation suivante :

$$Q_{(f)} = K^{\frac{1}{U}} . I^{\frac{V}{U}} . Cr^{\frac{1}{U}} . A^{\frac{W}{U}} \dots \dots \dots (IV.11)$$

Avec :

$Q_{(f)}$: débit pluvial en (m³/s).

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

Cr : coefficient de ruissellement.

A : surface du bassin considéré (ha).

Les paramètres de la relation :

- ❖ K : coefficient d'expression. $K = \frac{[(0,5)^{b(f)} . a(f)]}{6,6}$
- ❖ U : coefficient d'expression : $1 + 0,287 . b(f)$.
- ❖ V : coefficient d'expression : $- 0,41 . b(f)$.
- ❖ W : coefficient d'expression : $0,95 + (0,507 . b(f))$. [6]

IV.9.2.1 Validité de la méthode superficielle :

Elle est valable pour les limites d'application suivantes :

- Une superficie totale < 200 ha
- La pente doit être comprise entre (0.2 < I < 5) %
- Le coefficient de ruissellement (0.2 < Cr < 1)
- Le coefficient d'allongement (M > 0.8) [6]

IV.9.2.2 Assemblage des bassins versants en série ou en parallèle :

Il est en effet nécessaire de chercher les paramètres équivalents qui tiennent compte de l'influence des sous bassin les uns sur les autres suivant leurs dispositions en parallèle ou en série. Le tableau suivant fournit les règles d'assemblage à utiliser.

Tableau IV.9 : Détermination des paramètres équivalents dans le cas de l'assemblage des bassins versants en série ou en parallèle.[2]

Paramètres équivalents	S _{éq}	C _{éq}	I _{éq}	M _{éq}
Bassins en série	$\sum Si$	$\frac{\sum CiSi}{\sum Si}$	$\left[\frac{\sum Li}{\sum \frac{Li}{\sqrt{Ii}}} \right]^2$	$\frac{\sum Li}{\sqrt{\sum Si}}$
Bassins en parallèle	$\sum Si$	$\frac{\sum CiSi}{\sum Si}$	$\frac{\sum Ii \cdot Qpi}{\sum Qpi}$	$\frac{L(tc \text{ max})}{\sqrt{\sum Si}}$

IV.9.3 Choix de la méthode Rationnelle:

Après le découpage de l'aire en sous-bassin ayant la même nature du sol afin d'avoir une bonne estimation du coefficient de ruissellement, et en tenant compte des caractéristiques de notre agglomération du point de vue surface, pente, la méthode rationnelle est la plus appropriée à ce cas.

Tableau IV.10 : Évaluation des débits pluviaux pour chaque sous-bassin.

N° Sous Bassins	Surface (ha)	Cri	α	I (l/s/ha)	Q _{pl} (l/s)	Q _{pl} (m ³ /s)
1	10,05	0,55	1	135.75	750,36	0,75
2	4,8	0,65	1	135.75	423,54	0,42
3	12,78	0,64	0.91	135.75	1010,4	1,01
4	10,86	0,62	1	135.75	914,03	0,91
5	9,84	0,59	1	135.75	788,11	0,79
6	7,51	0,55	1	135.75	560,72	0,56
7	9,04	0,48	1	135.75	589,05	0,59
8	11,07	0,72	1	135.75	1081,99	1,08
9	5,8	0,69	1	135.75	543,27	0,54
10	4,31	0,67	1	135.75	392,00	0,39
11	5,9	0,61	1	135.75	488,56	0,49
12	8,09	0,51	1	135.75	560,09	0,56
13	7,62	0,63	1	135.75	651,68	0,65
14	7,14	0,65	1	135.75	630,02	0,63
15	3,57	0,68	1	135.75	329,55	0,33
16	5,47	0,6	1	135.75	445,53	0,45
17	8,41	0,5	1	135.75	570,83	0,57
18	5,49	0,53	1	135.75	394,99	0,39
19	5,94	0,5	1	135.75	403,18	0,4
20	5,27	0,68	1	135.75	486,47	0,49
21	5,75	0,61	1	135.75	476,14	0,48
22	28,35	0,24	0.86	135.75	794,33	0,79
23	11,25	0,47	0.9	135.75	646,00	0,65
24	11,9	0,7	0.91	135.75	1029,03	1,03
25	14,6	0,22	0.9	135.75	392,43	0,39
26	11,54	0,83	0.9	135.75	1170,22	1,17

27	15,25	0,21	0.9	135.75	391,27	0,39
----	-------	------	-----	--------	--------	------

IV.10 Calcul des débits totales pour chaque sous bassin :

Le débit total à évacuer pour chaque sous bassin est la somme du débit des eaux usées et pluviales ces valeurs sont représentées dans le tableau suivant :

Tableau IV.11 : débits totaux pour chaque sous bassin.

N° Sous Bassins	Surface (ha)	Q _{pl} (l/s)	Q _p total (l/s)	Q totale (l/s)	Q totale (m3/s)
1	10,05	750,36	6,03	756,39	0,756
2	4,8	423,54	3,42	426,96	0,427
3	12,78	1010,4	8,79	1019,19	1,019
4	10,86	914,03	7,68	921,71	0,921
5	9,84	788,11	6,43	794,54	0,794
6	7,51	560,72	4,5	565,22	0,565
7	9,04	589,05	4,74	593,79	0,594
8	11,07	1081,99	8,86	1090,85	1,091
9	5,8	543,27	4,38	547,65	0,548
10	4,31	392,00	3,18	395,18	0,395
11	5,9	488,56	4,12	492,68	0,493
12	8,09	560,09	4,5	564,59	0,564
13	7,62	651,68	5,25	656,93	0,657
14	7,14	630,02	5,07	635,09	0,635
15	3,57	329,55	2,64	332,19	0,332
16	5,47	445,53	3,6	449,13	0,449
17	8,41	570,83	4,59	575,42	0,575
18	5,49	394,99	3,18	398,17	0,398
19	5,94	403,18	3,58	406,76	0,407
20	5,27	486,47	3,95	490,42	0,49
21	5,75	476,14	3,84	479,98	0,48
22	28,35	794,33	7,44	801,77	0,802

23	11,25	646,00	5,79	651,79	0,652
24	11,9	1029,03	8,91	1037,94	1,048
25	14,6	392,43	3,33	395,76	0,396
26	11,54	1170,22	9,91	1180,13	1,18
27	15,25	391,27	3,33	394,6	0,394

Conclusion:

Dans ce chapitre nous avons calculé tous les paramètres de base ainsi les différents débits (eaux pluviales et eaux usées) pour chaque sous bassin. On remarque que le débit d'eau usée est presque négligeable devant le débit d'eau pluviale, par conséquent le choix du système d'assainissement doit être judicieux afin d'éviter le problème d'auto curage dans le cas de débits minimum.

Chapitre V :

Conception du nouveau système d'assainissement

Chapitre V : Conception du nouveau système d'assainissement**Introduction :**

Après avoir estimé tous les débits à évacuer au niveau de la zone d'étude, le calcul hydraulique d'un réseau d'assainissement consiste à dimensionner les ouvrages de ce dernier tout en respectant les normes d'écoulement.

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

V.1 Condition d'implantation des réseaux :

L'implantation des réseaux est étudiée en donnant aux canalisations amont des pentes permettant l'auto curage.

La profondeur des ouvrages doit permettre le raccordement des immeubles riverains au moyen de branchements. En général, le drainage des caves et sous-sols est exclus, dans la mesure où cette position entraînerait un approfondissement excessif du réseau, les effluents éventuels en provenance des agglomérations devraient être relevés vers ce dernier

Par ailleurs, cette profondeur doit être faite de façon à ce que le recouvrement soit compatible avec le type d'ouvrage envisagé et la nature des charges à supporter.[5]

V.2 Conditions d'écoulement et de dimensionnement :

L'écoulement en assainissement est gravitaire dans la mesure du possible, donc tributaire de la topographie du terrain naturel, en plus cet écoulement doit avoir une vitesse qui permet l'entraînement des particules de sable facilement décantables.

Lorsqu'il s'agit d'un réseau d'évacuation de type unitaire les conditions d'auto curage qui doivent être satisfaites pour les débits minimums en période sèche sont les suivantes :

- 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.

En revanche, le souci de prévenir la dégradation des joints sur les canalisations et leur revêtement intérieur nous conduit à poser des limites supérieures, donc il est déconseillé de dépasser des vitesses de l'ordre de 4 à 7 m/s.[2]

V.3 Mode de calcul :

Avant de procéder au calcul hydraulique du réseau d'assainissement, on considère les hypothèses suivantes :

- ✓ L'écoulement est uniforme à surface libre, le gradient hydraulique de perte de charge est égal à la pente du radier.
- ✓ La perte de charge engendrée est une énergie potentielle égale à la différence des côtes du plan d'eau en amont et en aval.
- ✓ Les canalisations d'égouts dimensionnées pour un débit en pleine section Q_{ps} ne débitent en réalité et dans la plupart du temps que des quantités d'eaux plus faibles que celles pour lesquelles elles ont été calculées.[5]

Avant de procéder au calcul hydraulique du réseau on définit les paramètres suivants :

- ❖ Périmètre mouillé (P) : c'est la longueur du périmètre de la conduite qui est au contact de l'eau (m)
- ❖ Section mouillée (S) : c'est la section transversale de la conduite occupée par l'eau (m²).
- ❖ Rayon hydraulique (Rh) : c'est le rapport entre la section mouillée et le périmètre mouillé (m).
- ❖ Vitesse moyenne (v) : c'est le rapport entre le débit volumique (m³/s) et la section (m²). [2]

V.3.1 Le procédé de calcul :

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

$$Q = V \cdot S \dots\dots\dots (V.1)$$

Q: Débit [m³/s].

S : Section mouillée [m²].

V : Vitesse d'écoulement [m/s].

Cette vitesse se calcule par différentes expressions tel que le formule de CHEZY, de MANNING et la formule de MANNING-STRICKLER.

Pour cela, la vitesse moyenne est déterminée par l'expression de MANNING-STRICKLER qui est donnée par la formule suivante :

$$V = K_s \cdot R_h^{\frac{3}{2}} \cdot \sqrt{I} \dots\dots\dots (V.2)$$

I [m/m] : Pente motrice ou pente du radier nécessaire à l'écoulement d'un débit Q donné ;

R_h [m] : Rayon hydraulique ;

K_s : Coefficient de rugosité dépend de la nature des parois ; et dont Les valeurs du coefficient «K_s» sont présentées sur le tableau-V.1-.

Tableau V.1 : Le Coefficient de Manning-Strickler (ks) en fonction de la nature des parois.

Nature des parois	Ks
Fossé à parois en herbe	30
Fossé à parois en terre	40
Canal en maçonnerie	60
Conduite en béton	75
Conduite en fibre ciment	80
Conduite en fonte ou en grés	90
Conduite en PVC	100

« Source : les réseaux d'assainissement. De R.BOURRIER ,2008 »

A partir des équations (V.1) et (V.2) le diamètre sera calculé comme suit :

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

Le débit à pleine section (Qps) est donné par la relation :

$$Qps = Vps * \frac{\pi * (D_{nor})^2}{4} \dots\dots\dots (V.4)$$

D_{nor} : Diamètre normalisé de la conduite en [mm].

La vitesse en pleine section (Vps) est calculée à partir de la relation (V.2), avec le rayon hydraulique pris :

$$R = \frac{D_{nor}}{4} \dots\dots\dots (V.5)$$

On aura :

$$V_{PS} = K_s * (D_{nor}/4)^{\frac{2}{3}} * \sqrt{I} \dots\dots\dots (V.6)$$

Ensuite on calcule les rapports tels que :

➤ **Rapport des débits** $R_Q = \frac{Q}{Q_{ps}} \dots \dots \dots (V.7)$

➤ **Rapport des vitesses** $R_V = \frac{V}{V_{ps}} \dots \dots \dots (V.8)$

➤ **Rapport des hauteurs** $R_h = \frac{h}{D} \dots \dots \dots (V.9)$

Avec :

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

V : Vitesse d'écoulement en (m/s).

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

D : diamètre normalisé de la conduite en (mm).

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

V_{ps} : Vitesse à pleine section en (m/s).[5]

➤ **Rapport des hauteurs :[11]**

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

➤ **Rapport des vitesses :[11]**

$$R_V = -25,63 R_Q^6 + 93,647 R_Q^5 - 134,25 R_Q^4 + 95,24 R_Q^3 - 35,151 R_Q^2 + 7,0395 R_Q + 0,2263 \dots \dots (V.11)$$

Par la suite on calcule les vitesses et les hauteurs :

$$\diamond R_V = V / V_{ps} \quad \Rightarrow \quad V = R_V * V_{ps} \dots \dots \dots (V.12)$$

$$\diamond R_h = H / D_{nor} \quad \Rightarrow \quad H = R_h * D_{nor} \dots \dots \dots (V.13)$$

$$\diamond R_{V \min} = V_{\min} / V_{ps} \quad \Rightarrow \quad V_{\min} = R_{V \min} * V_{ps} \dots \dots \dots (V.14)$$

$$\diamond R_{h \min} = H_{\min} / D_{nor} \quad \Rightarrow \quad H_{\min} = R_{h \min} * D_{nor} \dots \dots \dots (V.15)[5]$$

Pour la vérification de la vitesse d'auto curage on a deux conditions à vérifier:

- Condition 1 : Vitesse d'écoulement ($V \geq 1.00 \text{ m / s}$).
- Condition 2: $V_{\min} > 0.60 \text{ m/s}$ pour $Q_{\min} \approx (Q_{ps} / 10)$.
- $V_{\min} > 0.30 \text{ m/s}$ pour $Q_{\min} \approx (Q_{ps} / 100)$. [2]

Les résultats de calcul des dimensions des collecteurs et des paramètres hydrauliques (condition d'écoulement et la vitesse d'auto curage) sont reportés dans les tableaux à (Annexe I)

Remarque :

Après avoir déterminé les paramètres hydrauliques des collecteurs, on constate que les vitesses d'auto-curage sont admissibles.

Le réseau d'assainissement se subdivise en deux ouvrages :

- ✓ Les ouvrages principaux qui constituent le corps du réseau, du début de ce dernier jusqu'à l'entrée des effluents dans la station d'épuration.
- ✓ Les ouvrages annexes qui permettent une bonne exploitation du réseau (bouche d'égout, regards, déversoirs d'orage... etc.).

Ils doivent assurer une évacuation correcte et rapide sans stagnation.

V.4 Les ouvrages principaux :

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

V.4.1 Canalisations :

Elles se présentent sous plusieurs formes :

- Cylindriques préfabriquées en usine, et sont désignées par leurs diamètres intérieurs, dit diamètres nominaux exprimés en millimètre.
- Ovoïdes préfabriquées désignées par leur hauteur exprimée en centimètre.[2]

IV.4.1.1 Types De Canalisations :

Il existe plusieurs types de conduites qui diffèrent suivant le type de matériaux qui les constituent et suivant leur destination.[2]

➤ Conduites en béton non armé :

Les tuyaux en béton non armé sont fabriqués mécaniquement par un procédé assurant une compacité élevée du béton (compression radiale, vibration, centrifugation, etc.). La longueur utile ne doit pas dépasser **2.5m**.

L'essai à l'étanchéité est effectué sous une pression de 1 bar pendant **30** minutes. Les principaux joints sont du type emboîtement à gorge pour joint élastomère.[5]

➤ **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.).

A titre indicatif ; il est possible de se procurer les tuyaux dont les caractéristiques figurent dans tableau suivant :

Tableau V.2 : Epaisseurs minimales des parois des tuyaux en béton armé en fonction du diamètre.[5]

Diamètre nominal (mm)	Epaisseur minimale (mm)	Diamètre nominal (mm)	Epaisseur minimale (mm)
800	De 66 à 116	1600	De 130 à 158
1000	De 66 à 116	1800	De 133 à 177
1200	De 71 à 121	2000	De 141 à 194
1400	De 119 à 146	-	-

➤ **Conduites en amiante – ciment :**

Les tuyaux et pièces de raccord en amiante - ciment se composent d'un mélange de ciment Portland et d'amiante en fibre fait en présence d'eau. [2]

➤ **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.
- Pour évacuer les eaux usées industrielles.[2]

➤ **Conduites en grès :**

Le grès servant à la fabrication des tuyaux est obtenu à parties égales d'argile et de sable argileux cuits entre 1200°C à 1300°C .Le matériau obtenu est très imperméable. Il est inattaquable aux agents chimiques, sauf l'acide fluorhydrique. [2]

➤ **Conduite en P.V.C :**

Le PVC rigide non plastifié, utilisé en Assainissement, est opaque et de couleur normalisée gris clair. Il offre une exceptionnelle résistance à l'agression d'ordre chimique, de ce fait, offrir un intérêt dans les installations internes industrielles. Les tuyaux en PVC non plastifiés sont sensibles à l'effet de température. [2]

➤ **Les conduites Ovoïdes :**

Ce sont des conduites de forme parabolique évasée, fermées à leur partie supérieure.

Généralement les conduites ovoïdes remplacent le profil circulaire quand celui-ci dépasse 800mm de diamètre (problème d'auto curage). [2]

V.4.1.2 Choix du type de canalisation à utiliser :

Nous allons faire notre choix en se basant sur les données du projet qui sont :

- La pente du terrain.
- Les diamètres utilisés.
- La nature du sous-sol traversé.
- La nature des effluents évacués dans le réseau.
- Les charges mécaniques exercées sur l'étendue de chaque section.

Pour ce projet, on utilise des conduites en béton armé de profil circulaire vu les avantages qu'elles présentent qui sont :

- Etanchéité primordiale.
- Résistance attaques chimiques.
- Bonne résistance mécanique.
- Leur bonne stabilité dans les tranchées.
- Pose et assemblage facile.
- La disponibilité sur le marché et ayant une large durée de vie

V.4.2 Les joints des conduites en béton armé :

Le choix judicieux des assemblages est lié à la qualité du joint qui en fonction de la nature des eaux et leur adaptation vis-à-vis de la stabilité du sol, et en fonction de la nature des tuyaux et de leurs caractéristiques (diamètre, épaisseur), donc on opte des joints à mortier de ciment pour les collecteurs à petit diamètre, et des joints type ROCLA pour les collecteurs à grand diamètre vu leur avantage appréciable.[2]

Pour les tuyaux en béton armé on a différents types des joints à utiliser :

➤ **Joint type ROCLA :**

C'est un type à emboîtement où l'étanchéité est assurée grâce à l'anneau en élastomère. Ce joint s'adapte pour les terrains en pente grâce à l'immobilité de cet anneau dans son logis. [2]

➤ **Joint à demi-emboîtement :**

Il est utilisé que dans les sous-sols, ne résiste pas aux pressions élevées, il est utilisé pour des tronçons de longueurs faibles (environ de 1m). La liaison entre les deux bouts se fait par bourrage de ciment. [2]

➤ **joint torique :**

S'adapte bien pour les sols faibles, il représente une bonne étanchéité si la pression n'est pas élevée, il est utilisé pour des diamètres (700-900) mm. [2]

➤ **joint à collet :**

C'est un joint à emboîtement rigide, avec collage en ciment. Ce type de joint est utilisé que dans les bons sols et terrains à pente faible, à éviter dans les terrains argileux. [2]

➤ **joint plastique :**

Joint étanche et résistant même s'il est en charge, la présence du cordon de butée en bitume et la bague ou manchon en matière plastique contribuent à la bonne étanchéité, s'adapte à presque tous les sols si la confection est bien faite. [2]

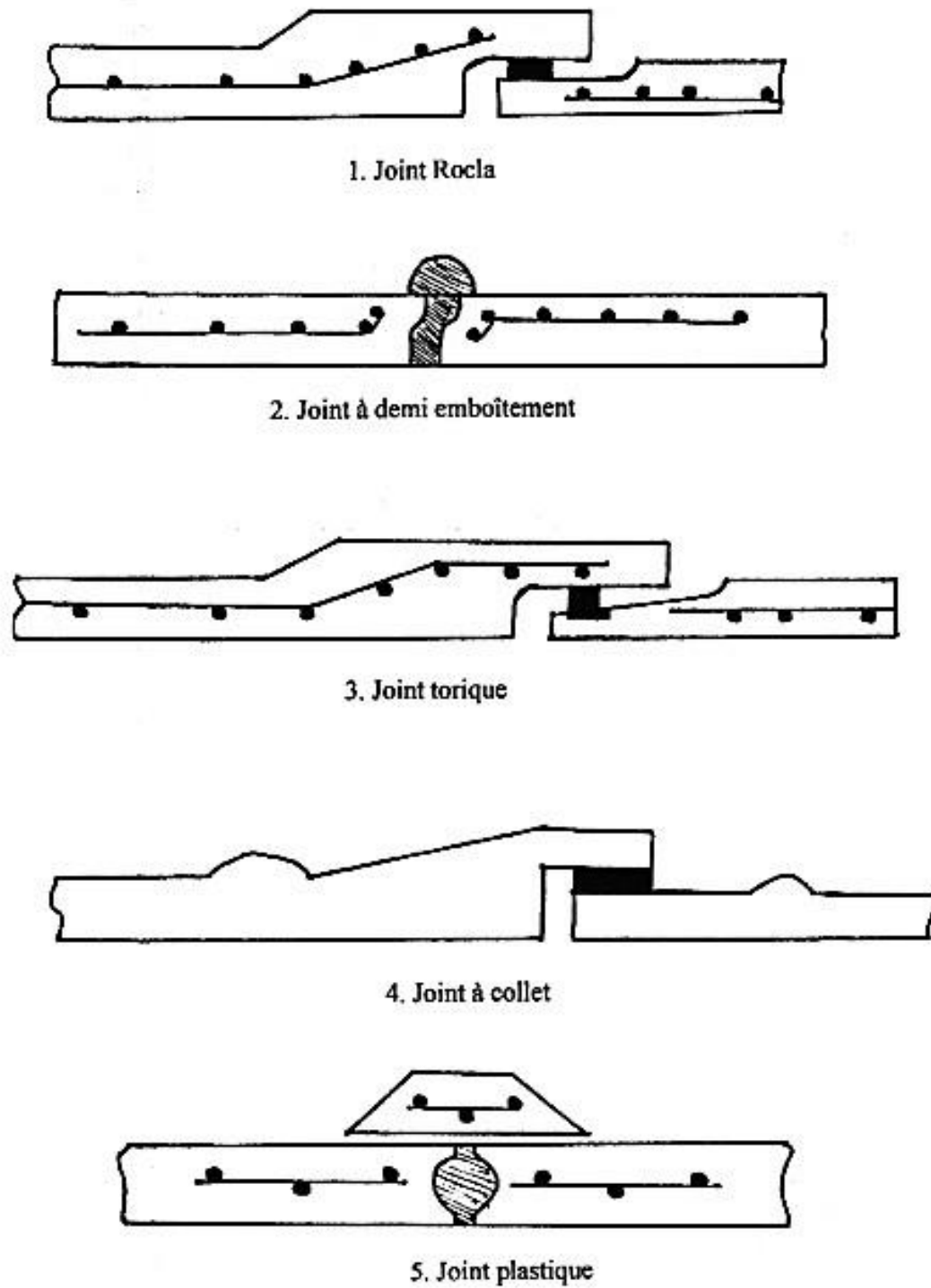


Figure VI.1 : Divers joints sur tuyau en béton. [2]

V.5 Les ouvrages annexes :

Sont constitués par tous les dispositifs de raccordement, d'accès, de réception des eaux usées ou d'engouffrement des eaux pluviales et par les installations ayant pour rôle fonctionnel de permettre l'exploitation rationnelle du réseau.

Pour les ouvrages annexes, on va projeter des regards de jonction, de visite, de chute, et pour collecter les eaux de surfaces, on va placer des bouches d'égout le long de la voirie où se place le collecteur principal.

A la fin, on va projeter un déversoir d'orage à seuil déversant latéral pour limiter le débit qui passe dans le collecteur principal; et le rejet se fait dans Oued.[5]

V.5.1 Les ouvrages normaux**V.5.1.1 Les branchements :**

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

- Un regard de façade qui doit être disposé en bordure de la voie publique et au plus près de la façade de la propriété raccordée pour permettre un accès facile aux personnels chargés de l'exploitation et du contrôle du bon fonctionnement

- Des canalisations de branchement qui sont de préférence raccordées suivant une oblique inclinée à 45° ou 60° par rapport à l'axe général du réseau public. [5]

V.5.2 Ouvrages des surfaces :**➤ Les fossés :**

Les fossés sont destinés à recueillir des eaux provenant des chaussées en milieu rural. Ils sont soumis à un entretien périodique. [5]

➤ Les caniveaux ou rigoles :

Les caniveaux sont destinés à recueillir des eaux pluviales ruisselant sur le profil transversal de la chaussée et des trottoirs et au transport de ces eaux jusqu'aux bouches d'égout. [5]

➤ Les bouches d'égout :

Les bouches d'égout sont destinées à collecter les eaux en surface (Pluviale et de lavage des chaussées) Elles sont généralement disposées au point bas des caniveaux. La distance entre deux Bouches d'égout est en moyenne de 50m, 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. [5]

V.5.3 Les ouvrages d'accès au réseau (les regards) :

Les regards sont en fait des fenêtres par lesquelles le personnel d'entretien pénètre pour assurer le service et la surveillance du réseau. Ce type de regard varie en fonction de l'encombrement et de la pente du terrain ainsi que du système d'évacuation, et on distingue :

- **Les regards simples** : Destinés pour raccordement des collecteurs de même diamètres ou de diamètres différents.
- **Les regards latéraux** : Utilisés en cas d'encombrement du V.R.D ou collecteurs de diamètre important.
- **Les regards toboggan** : En cas d'exhaussement de remous.
- **Les regards de chute** : En cas de forte pente.
- **La distance entre deux regards est variable :**
 - 35 à 50m en terrain accidenté ;
 - 50 à 80m en terrain plat.
- **Sur les canalisations les regards doivent être installés :**
 - A chaque changement de direction ;
 - A chaque jonction de canalisation ;
 - Aux points de chute ;
 - A chaque changement de pente ;
 - A chaque changement de diamètre. [2]

V.5.3.1 Type des regards :

On distingue différents types qui sont :

➤ **Regard de visite :**

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

Les dimensions minimales de ces regards sont les suivantes :

- Profondeur inférieure à **1.5m** ; diamètre **80cm** ;
- Profondeur supérieure à **1.5m** ; diamètre **1.00m** avec échelon d'accès.[5]

➤ Regard de ventilation :

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

- Les tampons des regards munis d'orifices appropriés.
- Les tuyaux de chute qui doivent être prolongés jusqu'à l'air libre.
- Les cheminées placées sur l'axe de la canalisation. [5]

➤ 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.
- Les niveaux d'eau des conduites doivent être à la même hauteur. [5]

➤ Regard de chute :

C'est l'ouvrage le plus répandu en Assainissement, il permet d'obtenir une dissipation d'énergie en partie localisée, il est très utilisé dans le cas où le terrain d'une agglomération est trop accidenté. Ils sont généralement utilisés pour deux différents types de chutes :

a) La chute verticale profonde :

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

b) La chute toboggan :

Cette chute est utilisée pour des diamètres assez importants, elle assure la continuité d'écoulement et permet d'éviter le remous.[5]

- Pour notre agglomération, les regards de chute sont indispensables, ce sont les plus répandus, car le terrain est accidenté.

V.6 Les ouvrages spéciaux :**V.6.1 Les déversoirs d'orage :**

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

Les déversoirs sont appelés à jouer un rôle essentiel notamment dans la conception des réseaux en système unitaire. [2]

V.6.1.1 Composition des organes d'un déversoir d'orage :

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

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

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

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

Un ouvrage ou un système de stockage (bassin d'orage) peut être adjoint à l'ouvrage de dérivation pour stocker temporairement une partie du flot (premier flot d'orage notamment). [2]

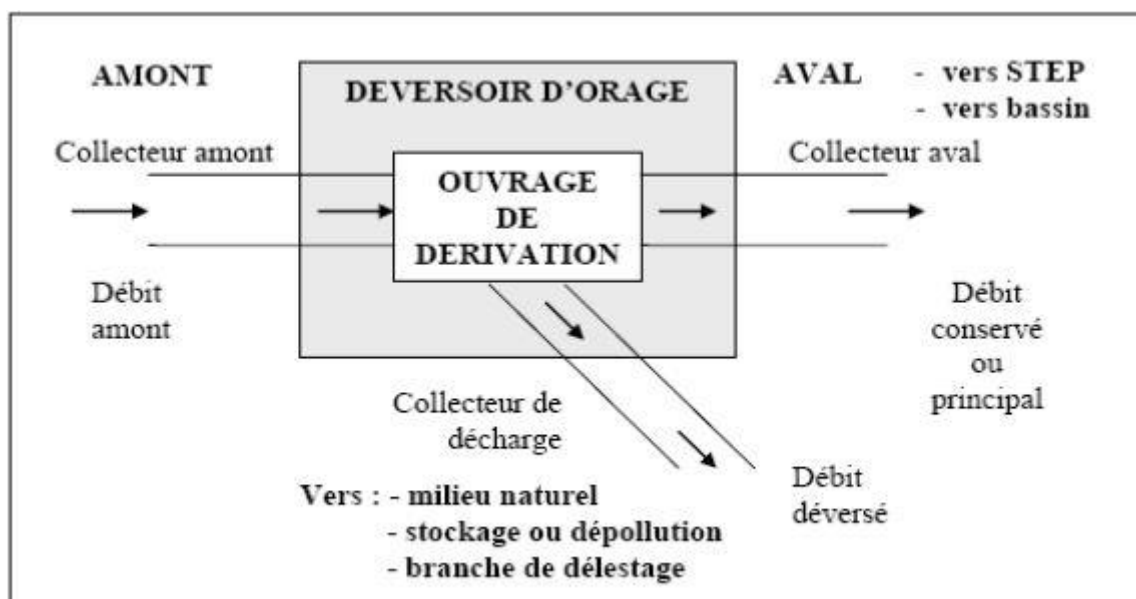


Figure V.2 : Schéma de principe du déversoir d'orage. [5]

V.6.1.2 Emplacement des déversoirs d'orage :

Avant l'emplacement des déversoirs d'orage il faut voir :

- Le milieu récepteur et son équilibre après le rejet des effluents dont il faut établir un degré de dilution en fonction du pouvoir auto épurateur du milieu récepteur.
- Les valeurs du débit compatibles avec la valeur de dilution et avec l'économie générale du projet, c'est à dire rechercher le facteur de probabilité de déversement de façon à limiter la fréquence des lâchers d'effluents dans le milieu récepteur.

- La capacité et les surfaces des ouvrages de la station d'épuration pour éviter les surcharges et le mauvais fonctionnement.
- Le régime d'écoulement de niveau d'eau dans la canalisation amont et aval
- Topographie du site et variations des pentes. [5]

V.6.1.3 Les type des déversoirs :

On distingue plusieurs types de déversoirs

a) Déversoir à seuil front :

Le déversement s'effectue en face du collecteur d'amenée ou dans un changement de direction.

Dans cette disposition, le seuil ne doit pas être élevé pour ne pas trop réduire la section d'écoulement [2]

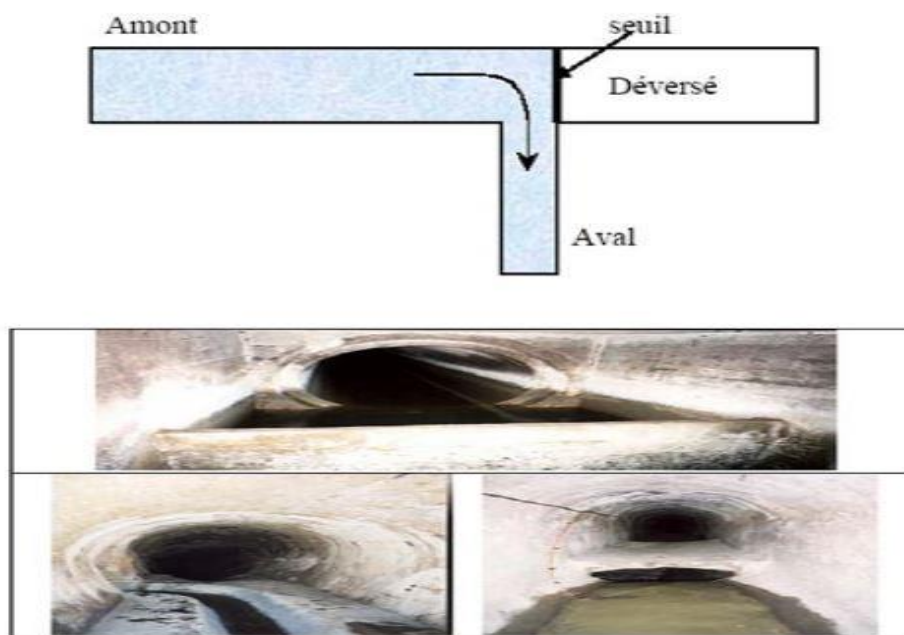


Figure V.3 : Exemples de déversoir frontal. [5]

b) Déversoir à seuil latéral :

Le déversoir classique à seuil latéral ou de dimension standard à seuil haut ou bas peut être partialisé et équipé de dispositifs de vannage. On notera, à ce propos, que la longueur de crête déversant d'un déversoir latéral, calculée selon la formule d'Engels, est de 3 à 4 fois plus importante que celle d'un déversoir frontal. [2]

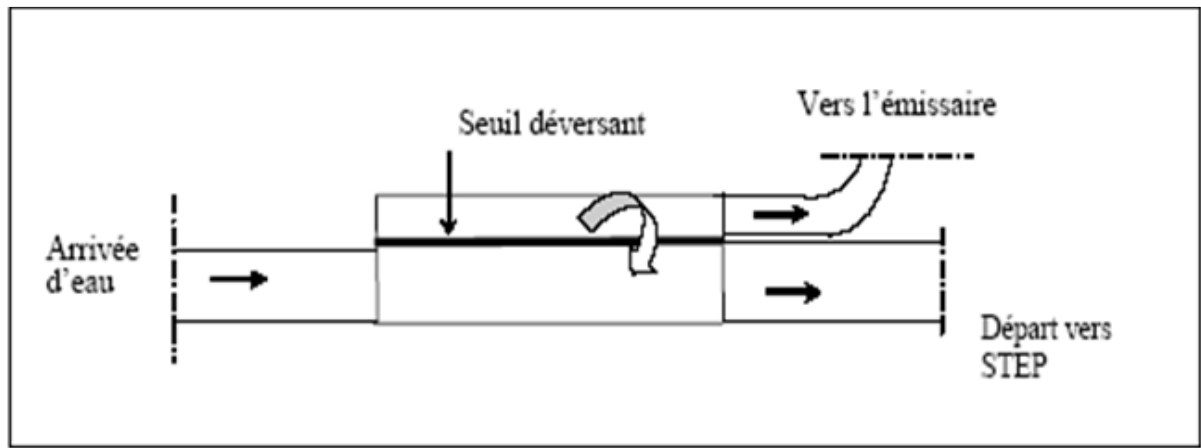


Figure V.4 : Déversoir à seuil latéral pur, vue de dessus. [5]

c) Déversoir à double seuil latéral :

Dans ce type de déversoir, la cunette transitant le débit de temps sec et de « Petite pluie » est suspendue dans la longueur de la chambre.[2]

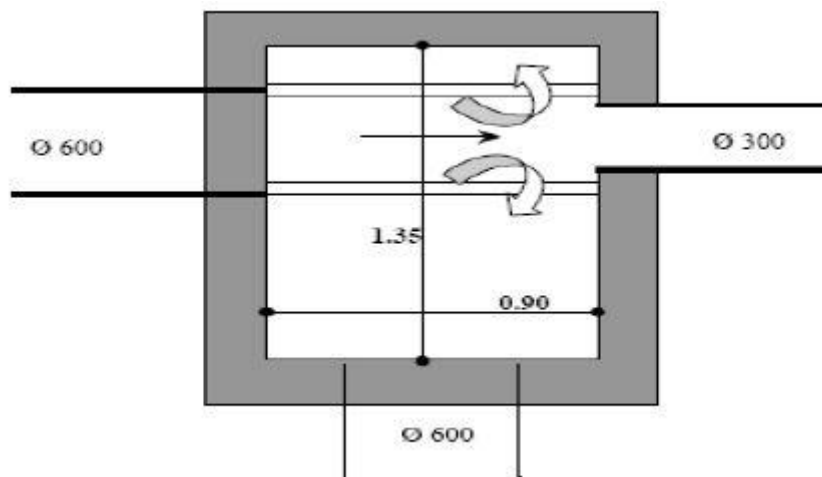


Figure V.5 : Schéma d'un déversoir à seuil double. [5]

d) Déversoir avec ouverture de radier :

Dans ce type de déversoir, le débit de temps sec et le débit critique passe par l'orifice dans le fond ou sur le côté du radier, les débits critique devront franchir cette ouverture qui aura généralement au moins 0.50 m de longueur. [2]

V.6.1.5 Choix de types de déversoirs :

Le choix du type de déversoir ne se fera pas à la base de connaissances de son mode de calcul, mais en tenant compte des régimes d'écoulement des niveaux d'eau de l'émissaire et de la topographie du terrain.

➤ **Dimensionnement du déversoir d'orage :****a) Dimensionnement du premier déversoir d'orage latéral (DO1) :**

Les données de base sont les suivantes :

- Diamètre d'entrée : $D = 1000 \text{ mm}$
- Débit total à l'entrée : $Q_{pl} = 2.314 \text{ m}^3/\text{s}$
- Débit à plein section : $Q_{ps} = 3.47 \text{ m}^3/\text{s}$
- Débit de temps sec : $Q_{ts} = 0.04 \text{ m}^3/\text{s}$
- Débit limite admissible pour le collecteur aval : $Q_{lim} = Q_{cr} - Q_{dev}$
- Hauteur d'eau à l'entrée : $H_e = 600 \text{ mm}$
- La pente : $I = 0.023 \text{ m/m}$

➤ **Calcule Temps de concentration**

$$T_c = \frac{L}{60V} (\text{min}) \dots \dots \dots (V.17)$$

Avec :

L : longueur totale de collecteur le plus longs

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

$$T_c = \frac{2171}{60 \times 4.94} = 7.32 \text{ min}$$

➤ **Calcul du coefficient de retardement**

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

$$Z = 1 - \frac{t_c}{100} \dots \dots \dots (V.18)$$

$$\text{Donc : } z = 1 - \frac{7.32}{100}$$

$$Z = 0.927$$

Calcul des débits :

$$Q_{cr} = Z * Q_t = 0.927 * 2.314 = 2.14 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{cr} = 2.14 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{lim} = \frac{D_{cal}^{8/3} * K_S * \sqrt{I}}{3.2036} = 0.91 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{dev} = 2.14 - 0.91 = 1.23 \text{ m}^3/\text{s}$$

➤ Détermination des hauteurs d'eau correspondant aux débits a l'amont du déversoir :

Pour calculer on utilise l'abaque de Bazin.

Hauteur d'eau passera l'autre collecteur:

h_1 : correspond à la hauteur du seuil du déversoir appelé à envoyer le débit Q_{lim} vers un autre collecteur.

On utilise abaque de variation des débits et des vitesses en fonction de la hauteur de remplissage (D'après la formule de Bazin)

$$Rq_1 = \frac{Q_1}{Q_{ps}} = \frac{0.91}{3.47} \text{ =====> } Rq_1 = 0.26$$

$$Rh = \frac{h_1}{D} = 0.31 \text{ =====> } H_{lim} = 0.31 * 1000 = 310 \text{ mm}$$

$$Rq_{cr} = \frac{Q_{cr}}{Q_{ps}} = \frac{2.14}{3.47} \text{ =====> } Rq_{cr} = 0.62$$

$$Rh_{cr} = \frac{h_{cr}}{D} = 0.57 \text{ =====> } H_{cr} = 0.57 * 1000 = 570 \text{ mm}$$

H dévier :

H_{dev} correspond à la hauteur d'eau déversée par le déversoir vers l'oued

$$H_{dev} = H_{cr} - H_{lim} = 570 - 310 = 260 \text{ mm}$$

La longueur du seuil L :

On applique la formule de BAZIN

$$Q_{dev} = m L \sqrt{2g} (H_{dev})^{3/2} \dots\dots\dots \textbf{(V.19)}$$

Avec :

m : coefficient de débit en fonction de type de déversoir

- $m = 0.46$: déversoir frontale.
- $m < 0.4$: déversoir latérale.

Pour notre cas : déversoir latéral $m=0.39$

L : longueur du seuil

H_{dev} : à la hauteur d'eau déversée par le déversoir

g : pesanteur $=9.81 \text{ m/s}^2$

Donc :

$$l = \frac{Q_{dev}}{m \cdot h_{dev}^2 \cdot \sqrt{2g}} = \frac{1.23}{0.39 \cdot 0.26^{3/2} \cdot \sqrt{2 \cdot 9.81}} = 5.37 \text{ m}$$

$$L=6 \text{ m}$$

➤ **Dimensionnement de la conduite transitant le débit vers l'oued :**

$Q_R = 1.23 \text{ m}^3/\text{s}$ et $I = 5.2\%$ —————> d'après l'abaque : $D_R = 800 \text{ mm}$

b) Dimensionnement du deuxième déversoir d'orage latéral (DO2) :

Les données de base sont les suivantes :

- Diamètre d'entrée : $D = 1000 \text{ mm}$
- Débit total à l'entrée : $Q_{pl} = 2.45 \text{ m}^3/\text{s}$
- Débit à plein section : $Q_{ps} = 3.4 \text{ m}^3/\text{s}$
- Débit de temps sec : $Q_{ts} = 0.021 \text{ m}^3/\text{s}$
- Débit limite admissible pour le collecteur aval : $Q_{lim} = Q_{cr} - Q_{dev}$
- Hauteur d'eau à l'entrée : $H_e = 352 \text{ mm}$
- La pente : $I = 0.021 \text{ m/m}$

➤ **Calcule Temps de concentration :**

$$T_c = \frac{L}{60V} (\text{min}) \dots \dots \dots (V.20)$$

Avec :

L : longueur totale de collecteur le plus longs

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

$$T_c = \frac{2277.02}{60 \cdot 4.6} = 8.25 \text{ min}$$

➤ **Calcul du coefficient de retardement**

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

$$Z = 1 - \frac{t_c}{100} \dots \dots \dots (V.21)$$

$$\text{Donc : } z = 1 - \frac{8.25}{100}$$

$$Z = 0.917$$

Calcul des débits :

$$Q_{cr} = Z * Q_t = 0.917 * 2.45 = 2.25 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{cr} = 2.25 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{lim} = \frac{D^{8/3} * K_s * \sqrt{I}}{3.2036} = 1.04 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{dev} = 2.25 - 1.04 = 1.21 \text{ m}^3/\text{s}$$

➤ **Détermination des hauteurs d'eau correspondant aux débits à l'amont du déversoir :**

Pour calculer on utilise l'abaque de Bazin

Hauteur d'eau passera à l'autre collecteur:

h_1 : correspond à la hauteur du seuil du déversoir appelé à envoyer le débit Q_{lim} vers un autre collecteur.

On utilise abaque de variation des débits et des vitesses en fonction de la hauteur de remplissage (D'après la formule de Bazin)

$$Rq_1 = \frac{Q_1}{Q_{ps}} = \frac{1.04}{3.4} \text{ =====> } Rq_1 = 0.31$$

$$Rh = \frac{h_1}{D} = 0.35 \text{ =====> } H_{lim} = 0.35 * 1000 = 350 \text{ mm}$$

$$Rq_{cr} = \frac{Q_{cr}}{Q_{ps}} = \frac{2.25}{3.4} \text{ =====> } Rq_{cr} = 0.66$$

$$Rh_{cr} = \frac{h_{cr}}{D} = 0.59 \text{ =====> } H_{cr} = 0.59 * 1000 = 590 \text{ mm}$$

H dévier :

H_{dev} correspond à la hauteur d'eau déversée par le déversoir vers l'oued

$$H_{dev} = H_{cr} - H_{lim} = 590 - 350 = 240 \text{ mm}$$

La longueur du seuil L :

On applique la formule de BAZIN

$$Q_{dev} = m L \sqrt{2g} (H_{dev})^{3/2} \dots\dots\dots (V.19)$$

Avec :

m : coefficient de débit en fonction de type de déversoir

- m= 0.46 : déversoir frontale.
- m<0.4 : déversoir latérale.

Pour notre cas : déversoir latéral m=0.39

L : longueur du seuil

H_{dev} : à la hauteur d'eau déversée par le déversoir

g : pesanteur =9.81 m/s²

Donc :

$$l = \frac{Q_{dev}}{m \cdot h_{dev}^2 \cdot \sqrt{2g}} = \frac{1.23}{0.39 \cdot 0.26^3 / 2 \cdot \sqrt{2 \cdot 9.81}} = 5.96 \text{ m}$$

$$L = 6 \text{ m}$$

➤ **Dimensionnement de la conduite transitant le débit vers l'oued :**

$Q_R = 1.21 \text{ m}^3/\text{s}$ et $I = 3.2\%$ —————> d'après l'abaque : $D_R = 800 \text{ mm}$

c) Dimensionnement du troisième déversoir d'orage latéral (DO3) :

Les données de base sont les suivantes :

- Diamètre d'entrée : D = 800 mm
- Débit total à l'entrée : $Q_{pl} = 2.27 \text{ m}^3/\text{s}$
- Débit à plein section : $Q_{ps} = 2.66 \text{ m}^3/\text{s}$
- Débit de temps sec : $Q_{ts} = 0.021 \text{ m}^3/\text{s}$
- Débit limite admissible pour le collecteur aval: $Q_{lim} = Q_{cr} - Q_{dev}$
- Hauteur d'eau à l'entrée : $H_e = 573 \text{ mm}$
- La pente : $I = 0.042 \text{ m/m}$

➤ **Calcule Temps de concentration :**

$$T_c = \frac{L}{60V} (\text{min}) \dots \dots \dots (V.20)$$

Avec :

L : longueur totale de collecteur le plus longs

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

$$T_c = \frac{1990}{60 \cdot 5.64} = 5.88 \text{ min}$$

➤ Calcul du coefficient de retardement

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

$$Z = 1 - \frac{t_c}{100} \dots \dots \dots (V.21)$$

$$\text{Donc : } z = 1 - \frac{5.88}{100}$$

$$Z = 0.94$$

Calcul des débits :

$$Q_{cr} = Z * Q_t = 0.94 * 2.27 = 2.13 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{cr} = 2.13 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{lim} = \frac{D_{cal}^{8/3} * K_s * \sqrt{I}}{3.2036} = 1.47 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{dev} = 2.13 - 1.47 = 0.66 \text{ m}^3/\text{s}$$

➤ Détermination des hauteurs d'eau correspondant aux débits a l'amont du déversoir :

Pour calculer on utilise l'abaque de Bazin

Hauteur d'eau passera à l'autre collecteur:

h_1 : correspond à la hauteur du seuil du déversoir appelé à envoyer le débit Q_{lim} vers un autre collecteur.

On utilise abaque de variation des débits et des vitesses en fonction de la hauteur de remplissage (D'après la formule de Bazin)

$$R_{q1} = \frac{Q_1}{Q_{ps}} = \frac{1.47}{2.66} \text{ =====> } R_{q1} = 0.55$$

$$R_h = \frac{h_1}{D} = 0.53 \text{ =====> } H_{lim} = 0.53 * 800 = 424 \text{ mm}$$

$$R_{qcr} = \frac{Q_{cr}}{Q_{ps}} = \frac{2.13}{2.66} \text{ =====> } R_{qcr} = 0.8$$

$$R_{hcr} = \frac{h_{tcr}}{D} = 0.68 \text{ =====> } H_{cr} = 0.68 * 800 = 544 \text{ mm}$$

H dévier :

H_{dev} correspond à la hauteur d'eau déversée par le déversoir vers l'oued

$$H_{dev} = H_{cr} - H_{lim} = 544 - 424 = 120 \text{ mm}$$

La longueur du seuil L :

On applique la formule de BAZIN

$$Q_{dev} = m L \sqrt{2g} (H_{dev})^{3/2} \dots\dots\dots (V.19)$$

Avec :

m : coefficient de débit en fonction de type de déversoir

- m = 0.46 : déversoir frontale.
- m < 0.4 : déversoir latérale.

Pour notre cas : déversoir latéral m = 0.39

L : longueur du seuil

H_{dev} : à la hauteur d'eau déversée par le déversoir

g : pesanteur = 9.81 m/s²

Donc :

$$l = \frac{Q_{dev}}{m \cdot h_{dev}^{3/2} \cdot \sqrt{2g}} = \frac{1.23}{0.39 \cdot 0.26^{3/2} \cdot \sqrt{2 \cdot 9.81}} = 9.19 \text{ m}$$

$$L = 10 \text{ m}$$

Remarque :

On va projeter un déversoir latérale du double seuil où la longueur de seuil est 5m.

➤ **Dimensionnement de la conduite transitant le débit vers l'oued :**

$$Q_R = 0.66 \text{ m}^3/\text{s} \text{ et } I = 4\% \longrightarrow \text{d'après l'abaque : } D_R = 600 \text{ mm}$$

V.6.1.6 Le siphon :

Le siphon à point bas a pour but la liaison de deux ouvrages à écoulement libre ou à pente séparée par des obstacles, ils peuvent être des cours d'eau, des canaux, des routes, des tunnels, des voies ferrées, etc...Conduites de grandes dimensions.

Dans le cas où on désirerait trouver un cours d'eau pour un réseau unitaire, on doit prévoir, pour produire les dimensions de l'ouvrage en tête de déversoir d'orage, calculé en fonction des possibilités de réception des cours d'eau.

En principe on doit prévoir une double canalisation :

- Possibilité pour chaque conduite de transiter le débit maximum.
- Possibilité de transiter le débit au temps sec dans l'une et le débit max dans l'autre.

Le dimensionnement de conduite forcée dépend du débit à l'amont, du niveau d'eau dans la canalisation d'amont et dans la canalisation d'aval où la différence de niveau et de conditionnée par l'écoulement dans ces conduites qui sont parallèles.

Dans le cas où le niveau d'eau diminue, la considération d'une conduite de diamètre plus faible est prise en compte pour transiter les faibles débits.

➤ **Mode de calcul**

Cote amont $C_{\text{amont}} = 182.9$ m, Cote aval $C_{\text{aval}} = 182.6$ m, Longueur du siphon $L = 21$ m

- Le débit total qui passe par le siphon :

$$Q_{\text{max}} = 1433.8 \text{ l/s}$$

- Le débit minimal qui passe par le siphon :

$$Q_{\text{min}} = 11.99 \text{ l/s}$$

- Les cotes du plan d'eau

En amont : $C_{p1} = C_{\text{amont}} + h_1$ —————→ cote de projet en amont

En aval : $C_{p2} = C_{\text{aval}} + h_2$ —————● cote de projet en aval.

Avec : h_1 et h_2 les hauteurs de remplissage des conduites amont et aval, par hypothèse

$$h_1 = h_2$$

- Les pertes de charge :

$$\Delta H = C_{p1} - C_{p2} = C_{\text{amont}} + h_1 - C_{\text{aval}} - h_2$$

$$= C_{\text{amont}} - C_{\text{aval}} = 182.9 - 182.6 = 0,3 \text{ m}$$

D'après **DARCY** on a:

$$\Delta H = \frac{8\lambda L Q^2}{\pi^2 g D^5} \Rightarrow D = \left(\frac{8\lambda L Q^2}{\pi^2 g \Delta H} \right)^{\frac{1}{5}}$$

Avec:

L : longueur de la conduite en (m) ;

D : diamètre de la conduite en (mm) ;

Q : le débit transitant par le siphon en (m^3/s) ;

g : accélération de la pesanteur en (m^2/s) ;

λ : coefficient de résistance dépend du régime d'écoulement et de type de matériau.

Tableau V.3 : Rugosité moyenne de conduites commerciales

Matériau	Condition	Rugosité absolue en mm
Acier	Acier inoxydable	0.002
Fer	Galvanisé	0.15
Plastique	Tube étiré	0.0015

DANIEL Huilier, 2010

On a choisi l'acier comme la matière qui constitue le siphon avec une rugosité relative de :

$$\frac{E}{D} = 10^{-5}$$

$$\lambda = (1,14 - 0,86 \ln \frac{E}{D})^2 = 0,0082$$

- Calcul du diamètre qui transit le débit sortant :

$$D_{\max} = \left(\frac{8\lambda L Q_{\max}^2}{\pi^2 g \Delta H} \right)^{\frac{1}{5}}$$

$$D_{\max} = \left(\frac{8 \times 0,0082 \times 21 \times (1,43)^2}{\pi^2 \times 9,81 \times 0,3} \right)^{\frac{1}{5}} = 0,788 \text{ m}$$

$$D_{\max} = 788 \text{ mm}$$

Le résultat est le suivant :

Le diamètre de **800mm** pour passe sous le siphon.

- Vérification de la vitesse

$$Q_{\min} = V_{\min} \cdot S \Rightarrow V_{\min} = \frac{Q_{\min}}{S} = \frac{0.012}{0.5} = 0.024 \text{ m/s.}$$

Conclusion :

Pour une exploitation rationnelle de notre réseau d'assainissement, il est nécessaire de faire un bon choix des conduites qui le constituent et ceci selon la forme et le matériau par lequel elles sont construites.

Ainsi dans notre cas et après avoir exposé les divers types de conduites, on a opté pour des conduites circulaires en béton armé car elles sont satisfaisantes aux conditions de notre projet.

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

- Trois déversoirs d'orage de types latéraux.
- Les différents type de regards (regards de chutes ; regards de visite ...).
- Deux siphons.

Chapitre VI :
Estimation quantitative et
financière du nouveau
système d'assainissement

Chapitre VI : Estimation quantitative et financière du nouveau système d'assainissement**Introduction :**

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

VI.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.
- ❖ Faire les essais d'étanchéité pour les conduites et les joints.
- ❖ Remblaiement des tranchées.
- ❖ Construction des regards en béton armé.[5]

VI.1.1 Manutention et stockage des conduites :

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

- ❖ Les manutentions brutales, les flèches importantes, les ballants.
- ❖ Tout contact des tubes et des raccords avec des pièces métalliques saillantes. les tubes avec emboîture doivent être alternés. les emboîtures doivent dépasser la pile. [5]

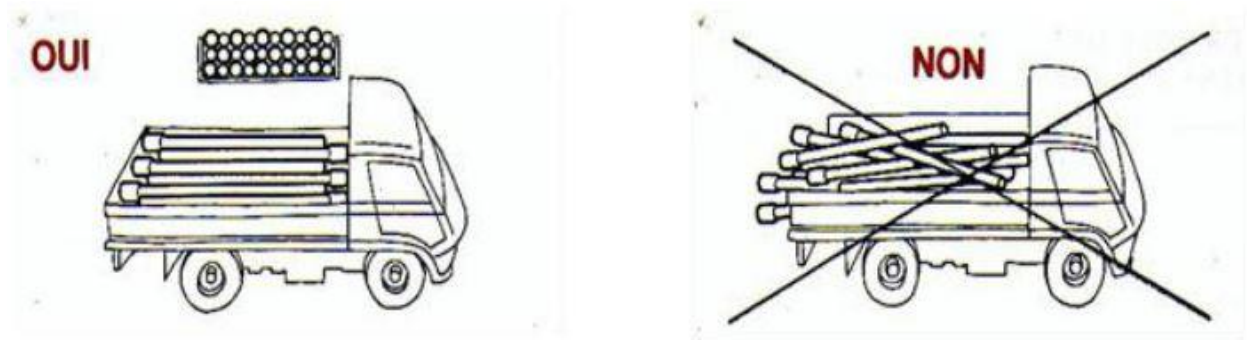


Figure VI.1 : Chargement des canalisations.[5]

- **Déchargement :**

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

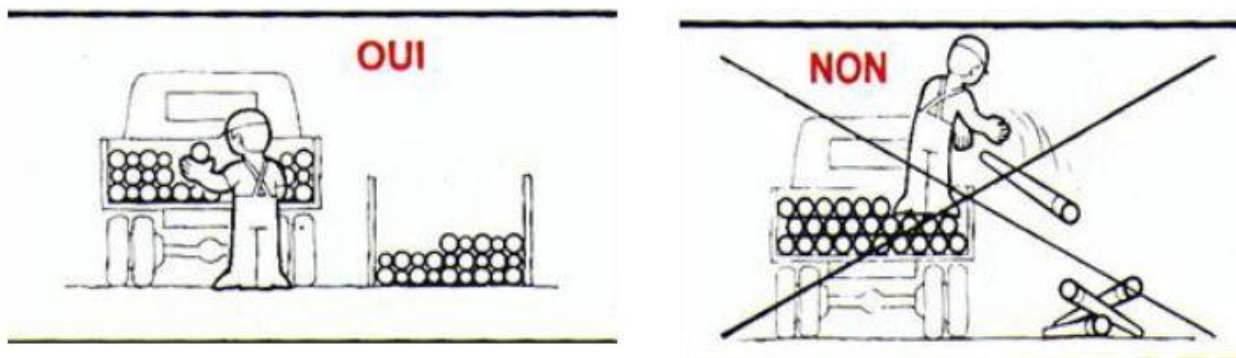


Figure VI.2 : Déchargement des canalisations. [5]

- **Stockage :**

- ❖ L'aire destinée à recevoir les tubes et les raccords doit être nivelée et plane.
- ❖ L'empilement doit se faire en alternant les emboîtures et en laissant celles-ci dépasser la pile.
- ❖ La hauteur de gerbage doit être limitée à 1.50m.
- ❖ Les tubes et les accessoires doivent être stockés à l'abri du soleil. (la décoloration du tube n'affecte en rien ses caractéristiques mécaniques).
- ❖ Les accessoires ne doivent être déballés qu'au moment de leur utilisation.
- ❖ Eviter le contact avec l'huile les solvants et autres substances chimiques.
- ❖ Le stockage des tubes doit assurer leur protection mécanique et contre la chaleur. [5]

VI.1.2 Décapage de la couche de terre végétale :

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

$$V = bHL \text{ m}^3 \dots\dots\dots (\text{VI.1})$$

Avec :

H : Epaisseur de la couche végétale.

b : Largeur de la couche végétale.

L : Longueur totale de tranché. [5]

VI.1.3 Exécution des tranchées et des fouilles pour les regards :

➤ Largeur du tranché :

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

La largeur de tranchée est donnée par la formule :

$$B = D + (2 \times c) \dots\dots\dots (\text{VI.2})$$

B : largeur de la tranchée en (m).

D : diamètre de la conduite en (m).

c : largeur entre conduite et parois de tranché entre (0.3-0.5) m. [5]

➤ Profondeur du tranché :

La profondeur est donnée par la formule suivante :

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

Avec :

H : profondeur de la tranchée en (m).

e : épaisseur de lit de sable en (m), $e = 10 \text{ cm}$.

D : diamètre de la conduite en (m).

h : la hauteur du remblai au-dessus de la conduite en (m). [5]

VI.1.4 Aménagement du lit de pose :

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

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

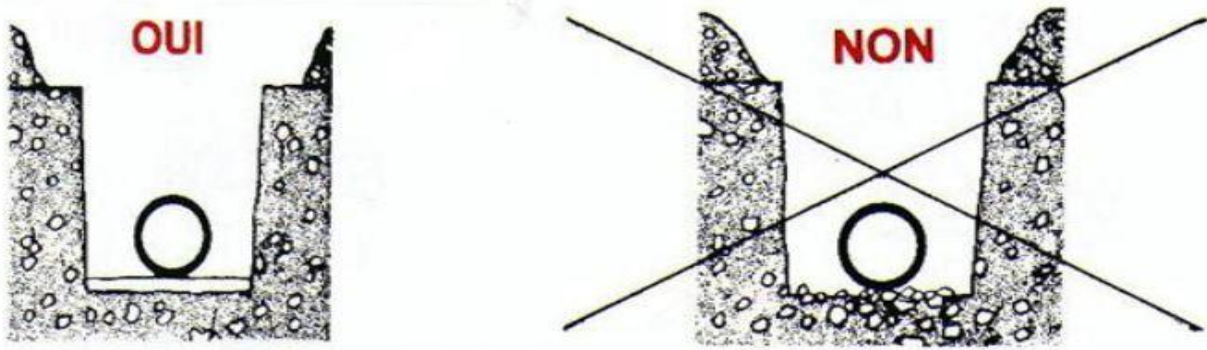


Figure VI.3 : Lit de pose. [5]

Remarque :

Si le terrain est instable, des travaux spéciaux se révèlent nécessaire : exécution d'un béton de propreté, de berceaux ou même de dalles de répétition.

Le volume du sable est calculé par la formule suivante :

$$V_s = L. B. e \dots \dots \dots (VI.4)$$

Avec :

V_s = volume du sable en (m³).

L : Longueur de la tranchée en (m).

B : Largeur de la tranchée en (m).

e: épaisseur du sable, e = 10 cm. [5]

VI.1.5 Pose canalisations dans la tranchée :

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

- ❖ d'éviter de poser les tuyaux sur des tasseaux qui concentrent les efforts d'écrasement et les font travailler en flexion longitudinale.
- ❖ de réaliser un fond de fouille bien rectiligne pour que les tuyaux y reposent sur toute leur longueur.
- ❖ de creuser le fond de fouille, lorsque les tuyaux sont à emboîtement par collet extérieur sur tout leur pourtour, de façon à éviter que les collets ne portent sur le sol.
- ❖ de placer toujours les tuyaux sur des fouilles sèches.
- ❖ d'éliminer du fond des fouilles tous les points durs (grosses pierres, crêtes rocheuses, vieilles maçonneries,...) qui constituent des tasseaux naturels.

- ❖ en sol rocheux, d'approfondir la fouille de 15 à 20 cm et de confectionner un lit de pose bien damé avec des matériaux pulvérulents ou de procéder à une pose sur un bain fluant de mortier. [5]

VI.1.6 Assemblage des conduites :

Les joints des conduites circulaires à emboîtement sont effectués à l'aide d'une bague renforcée d'une armature et coulée sur place à l'intérieur d'un moule. [5]

VI.1.7 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. [5]

VI.1.8 Réalisation des regards :

Les regards sont généralement de forme carrée ; leurs dimensions varient en fonction des collecteurs, La profondeur et l'épaisseur varient d'un regard à un autre, La réalisation de ces regards s'effectue sur place avec le béton armé, On peut avoir des regards préfabriqués.

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

Les différentes étapes d'exécution d'un regard sont les suivantes :

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

- ❖ Décoffrage de la dalle. [5]

VI.1.9 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. [5]

VI.1.10 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 le bulldozer ou le terrain est très difficile, Mais le meilleur engin adopter à ce type de travaux c'est bien la niveleuse.

Utilisation des niveleuses :

La niveleuse en plus de son travail de terrassement.

- **Pour l'excavation des tranchées :**

On utilise une pelle équipée en rétro

- **Pour le remblaiement des tranchées :**

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

- **Pour le compactage :**

L'engin qui convient à cette opération c'est le rouleau lisse. [5]

VI.2 Devis quantitatif et estimatif :

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

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

Les différentes 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 et les conduites en PVC.
- ❖ La construction des regards et des déversoirs d'orage en béton armé.
- ❖ Les Travaux de remblaiement de la tranchée.
- ❖ Le transport des sols excédentaires. [5]

VI.2.1 Détermination des différents volumes :

➤ Volume de la couche de terre végétale :

$$V_{cv} = H_v \cdot L \cdot B \dots \dots \dots (VI.5)$$

Avec :

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

H_v : Profondeur la couche de terre végétale (on prend H_v = 0,1 m).

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

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

➤ Volume des déblais des tranchées :

$$V_{deb} = B \cdot L \cdot H \dots \dots \dots (VI.6)$$

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 :

$$V_{ls} = e \cdot L \cdot B \dots \dots \dots (VI.7)$$

Avec :

V_{ls} : Volume du lit du sable en (m³).

e : Epaisseur de la couche de sable en (m).

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

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

➤ **Volume occupé par les conduites :**

$$V_{\text{condt}} = L \cdot \pi \cdot D^2 / 4 \dots \dots \dots (\text{VI.8})$$

Avec :

Vcdt : 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 :**

$$V_r = V_{\text{deb}} - [V_{\text{condt}} + V_{\text{cv}} + V_{\text{ls}}] \dots \dots \dots (\text{VI.9})$$

Vr : Volume du remblai en (m³).

➤ **Volume excédentaire :**

$$V_{\text{excé}} = V_f - V_{\text{remb}} \dots \dots \dots (\text{VI.10})$$

Avec :

Vexc: Volume du sol excédentaire en (m³).

Vf : Volume du sol foisonné en (m³) .

Tel que : $V_f = V_{\text{deb}} \cdot K_f \dots \dots \dots (\text{VI.11})$

Kf : Coefficient de foisonnement dépend de la nature de sol pour notre cas on a : $K_f = 1,25$.

Tableau VI.1 : Coefficient de foisonnement.

Terrain	Foisonnement
Argile, limon, sable argileux	1.25
Grave et sable graveleux	1.10
Sols rocheux altérés	1.30
Sol meuble	1.35

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

N°	Désignation des travaux	U	Quantité	Prix unitaire DA	Montant
A	Travaux de terrassement				
1	Décapage de la terre végétale	m ³	4186	250.00	1046500.00
2	Déblai de tranché	m ³	43977,7	350.00	13193310.00
3	Pose de lit de sable	m ³	1926,5	1500.00	1348550.00
4	Remblai de tranché	m ³	33390,4	300.00	5008560.00
5	Evacuation du déblai excédentaire	m ³	21581,7	500.00	5395425.00
B	Canalisation				
	Fourniture, transport et pose de canalisation				
1	Canalisation en Béton classe 135A				
	300	ml	3120	1500.00	8062650.00
	400	ml	3506	2300.00	3396360.00
	500	ml	1096	3100.00	20290800.00
	600	ml	5073	4000.00	16612000.00
	800	ml	3323	5000.00	4092400.00
	1000	ml	630	6500.00	8062650.00
C	Construction				
1	construction des regards en béton armé	u	439	45000	1975500.00
2	Déversoir d'orage	u	3	300000	900000.00
3	siphon	u	2	250000	500000.00
	THT				86501950.00
	TVA 19%				16435370,500
	TTC				102937321.00

VI.2.2 Planification du projet :

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

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

Tableau VI.3 : Détermination des délais

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

Avec :

TR: temps de réalisation du projet.

DCP : date de commencement au plus tôt des travaux.

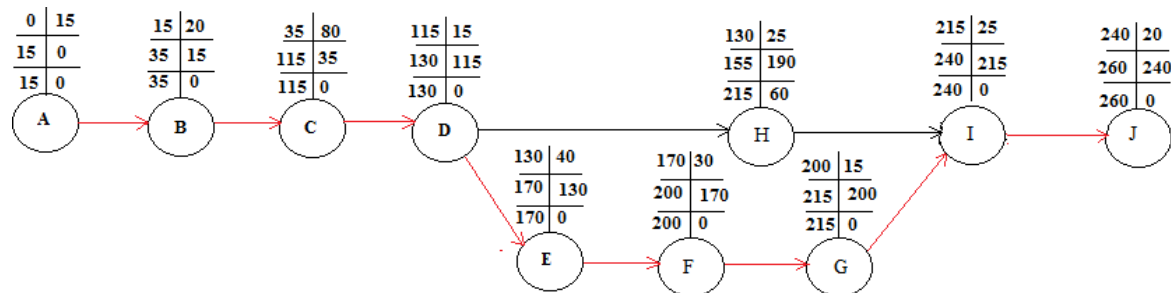
DFP : date de finissement au plus tôt des travaux.

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 :



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

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

VI.3 Sécurité de travail :

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

Lorsqu'on évoque les accidents du travail, on a souvent plus ou moins tendance à penser qu'une seule cause serait à l'origine de la situation. S'agissant de l'accident de travail, on peut l'attribuer soit à la machine, soit à l'homme. Dans l'autre cas, on tente de faire ressortir la part de l'homme et la part de la machine. Ainsi les préoccupations concernant les risques professionnels, ne doivent pas être séparées de l'analyse du travail et les conditions dans lesquelles le travailleur est amené à exécuter son travail. L'analyse des causes d'accident n'a intérêt que si elle met celle-ci en relation avec le travail des opérateurs et on prend place dans un diagnostic général de la situation de travail et de ses effets sur la charge de travail, les risques pour la santé et la sécurité. [5]

VI.3.1 Les Causes Des Accidents :

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

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

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

- ❖ De la profession en général et du poste de travail en particulier.
- ❖ L'utilisation des machines, d'appareils, d'outils, de robots, ect.
- ❖ Le transport et la manutention de charges de toutes sortes.
- ❖ Les méthodes de travail qui varient selon la tâche à accomplir.
- ❖ Du lieu de travail, éclairage, conditions climatiques.
- ❖ L'utilisation de produits dangereux

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

Certaines actions dangereuses sont des réactions psychiques difficilement prévisibles, car chaque être humain est un cas particulier qui réagit différemment, selon les circonstances. [12]

VI.3.2 Les actions et conditions dangereuses :

- ❖ Intervenir sans précaution sur les machines en mouvement

Ex : Graisser un engin en marche.

- ❖ Imprudence durant les opérations de stockage et manutention

Ex : Passer sous une charge suspendue (lors de la pose des tubes) dans la tranchée.

- ❖ Ne pas utiliser l'équipement de protection individuelle.

Ex : ne pas porter un masque et une paire de gants lors du soudage des conduites.

- ❖ Adopter une position peu sûre.

Ex : transport du personnel sur la plate –forme d'un camion chargé de gros matériel

- ❖ Suivre un rythme de travail inadapté

Ex : cadence de travail trop rapide.

- ❖ Outillage, engin, équipement en mauvais état

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

- ❖ Défaut dans la conception, dans la construction

Ex : installation électrique en fil souple.

- ❖ Eclairage défectueux

Ex : éclairage individuel du poste de travail sans éclairage (travaux sur chantier).

- ❖ Conditions climatiques défavorables. [12]

VI.4 Organisation de La prévention des accidents du travail :

L'organisation de la prévention se présente à travers les activités professionnelles du pays comme une immense chaîne de solidarité, composée de multiples maillons, correspondant chacun aux différents services ou personnes intéressées figurés dans l'organigramme ci-après : [5]

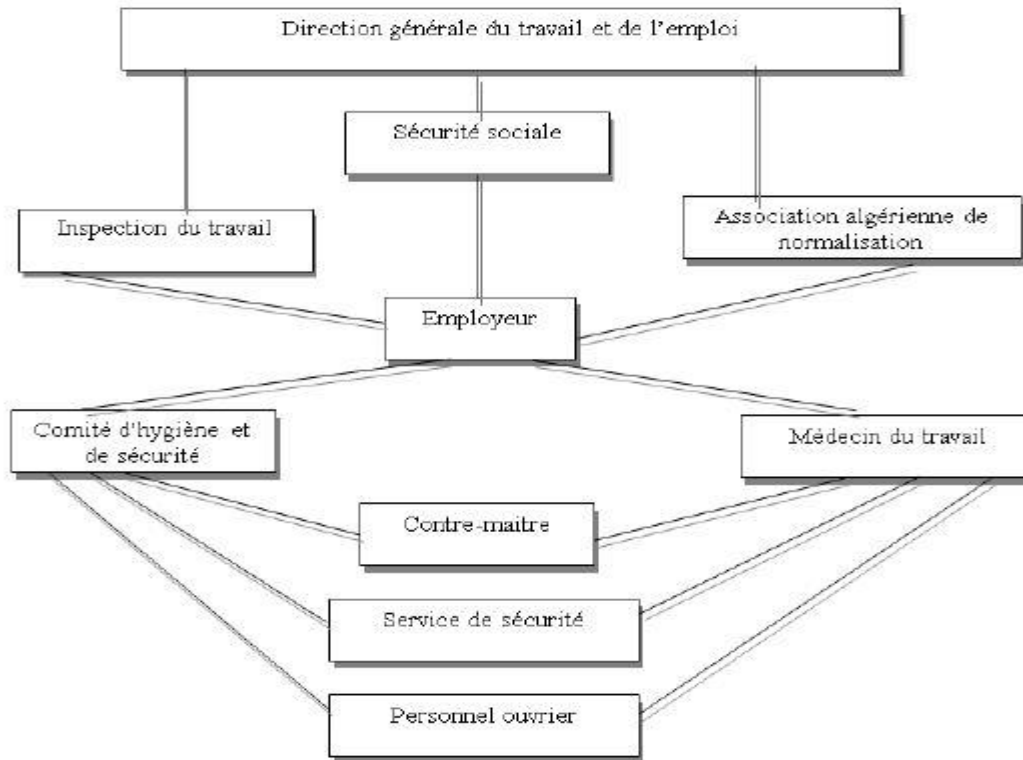


Figure VI.4 : Organisation de La prévention des accidents du travail. [5]

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

Parmi les principales fonctions du service de protection :

- ❖ Etudes, participation au comité d'hygiène et de sécurité.
- ❖ Exécution, mesures légales d'hygiène et de sécurité (code de travail, réalisations pratiques des suggestions et des études).
- ❖ Les mesures de prévention collective sont la suite logique de l'étude de sécurité. Les mesures de prévention collectives peuvent être classées en deux catégories distinctes :
 - Respect de la réglementation, la législation, les contrôles techniques.
 - Les moyens techniques (protection des éléments de machines et mécanismes en mouvement).

Devant les dangers constatés dans l'exercice de certaines professions ou dans l'emploi de nouveaux produits, la législation a de plus en plus tendance à compléter la prévention collective par des moyens de protection individuelle.

La protection des membres supérieurs est assurée par le port de gants, moufles, maniques, épaulières, doigtiers :

- ❖ Protection des membres inférieurs.
- ❖ Protection des yeux.
- ❖ Protection du tronc.
- ❖ Protection de la tête.
- ❖ Protection des voies respiratoires.

L'équipement de protection est nécessaire lorsque les risques auxquels est exposé le personnel n'ont pu être éliminés ou supprimés à la source.

Cet équipement doit remplir les conditions suivantes :

- ❖ Correspondre au danger considéré ;
- ❖ Etre pratique et confortable ;
- ❖ Etre solide. [5]

Conclusion :

D'après ce chapitre on peut conclure que :

L'organisation de chantier est nécessaire avant le commencement des travaux, car elle nous permet de définir tous les volumes des travaux nécessaires pour l'élaboration du chantier. D'autre part, définie aussi tous les engins que l'on peut utiliser dans le chantier.

L'étude estimative des volumes des travaux, nous permet d'établir une estimation du coût total du projet.

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

La prévention devrait tendre à ne plus être conçue comme un correctif et s'appuyer uniquement sur des critères défensifs. Avec les avancées du progrès technique et scientifique, on doit pouvoir en saisir les acquis pour renverser la tendance, c'est à dire faire de la prévention une action offensive pour qu'il n'y ait plus de risques.

Conclusion générale

Conclusion générale

La commune d'Ouled Mendil a connu ces derniers temps un grand nombre de problèmes liés au fonctionnement du réseau et son impact sur l'environnement et la santé publique vu la structure particulière de son réseau d'assainissement.

A cet égard, nous avons mené une étude de diagnostic dans le but de déceler les contraintes et les disjonctions empêchant un bon fonctionnement du réseau. Cette étude se présente en deux aspects : un aspect théorique visant la vérification des dimensions des ouvrages et les paramètres d'écoulement et un aspect pratique qui a pour objectif d'une part la vérification de la compatibilité entre ce qui est établi au niveau de l'étude et ce qui se trouve sur terrain et d'autre part l'identification des points noirs et des anomalies au niveau des ouvrages constituant le réseau. Les principales conclusions tirées de cette étude sont :

- La nature du terrain de la commune d'Ouled Mendil et sa topographie caractérisée par des fortes pentes
- L'insuffisance des programmes d'entretien du réseau qui sont en général occasionnels et non périodiques a influé d'une manière désastreuse sur la fonctionnalité du réseau.
- La nature des eaux usées rejetées est caractérisée par une charge en éléments solides dépassant de loin les normes relatives aux eaux usées, des sachets, des bouteilles de plastique, des pierres, toutes sortes de déchets solides inimaginables ont été observées, tout cela a provoqué des colmatages occasionnels et des pannes au niveau des regards.
- Les trois conditions d'auto curage sont vérifiées sur tous les tronçons.
- La négligence exorbitante d'entretien et du curage dans des années antérieures a favorisé le rétrécissement des sections des conduites ou leur obturation à cause des dépôts.
- L'insuffisance des regards de visite au niveau du collecteur principal qui pourra influencer la qualité de l'écoulement et rendre difficile les opérations d'entretien et de maintenance.
- L'état général des regards en grande partie est non conforme, sont dépourvus d'échelle de visite, certains sans tampons, d'autres remblayés ou goudronnés.

Références bibliographiques

- [1]** Rapport d'assainissement de la localite Ouled Mendil DRE, 2015 (ALGER).
- [2]** Professeur SALAH.B, Assainissement des eaux usée et pluviales des agglomérations, ENSH, 2014.
- [3]** ANRH, Blida, 2018.
- [4]** TOUAIBIA, B, Manuel pratique d'hydrologie, 2004.
- [5]** ABIDAT.Ayoub, Dimensionnement du réseau d'assainissement des localités M'hada et Ouled Hannech commune Meftah Blida, 2018.
- [6]** SATIN Marc, SELMI Béchir, Guide technique de l'assainissement, 2006.
- [7]** BOURRIER.Régis, Les réseaux d'assainissement, 2008.
- [8]** GOMELLA, GUERREE, 1978, Les eaux usées dans les agglomérations urbaines ou rurales, édition Eyrolles Paris
- [9]** BOURRIER. Régis, 1991, Les réseaux d'assainissement urbains, édition OTH, Paris
- [10]** B.SALAH, 1993 Assainissement des agglomérations, ENSH, Blida.
- [11]** BENLALEM, Oussama, Etude de Rrcollement du réseau d'assainissement de la commune de BOUINAN (W,Blida).
- [12]** Guide de prévention en milieu de travail, 2016

ANNEXE

Annexe I :

Collecteur Principale CP1																						
NSB	Tron	Cr,am (m)	Cr,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qusé (l/s)	Qpl (l/s)	Qt (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps	Qps (m3/s)	Rq	Rqmin	Rv	Rvmin	Rh	Rhmin	V(m/s)	Vmin (m/s)	H (mm)	Hmin (mm)
2	R274-R275	319,4	315,9	45,99	0,077	0,54	41,47	0,042	151	300	3,71	0,262	0,160	0,002	0,764	0,241	0,281	0,042	2,84	0,893	84	13
2	R275-R276	315,9	314,3	38,66	0,042	0,927	63,53	0,064	199	300	2,73	0,193	0,334	0,005	0,887	0,259	0,394	0,049	2,43	0,709	118	15
2	R276-R277	314,3	312,2	29,00	0,073	1,265	79,41	0,081	195	300	3,60	0,254	0,317	0,005	0,878	0,260	0,384	0,050	3,16	0,937	115	15
2	R277-R278	312,2	310,4	23,29	0,077	1,594	94,41	0,096	206	300	3,71	0,262	0,366	0,006	0,908	0,268	0,416	0,053	3,37	0,993	125	16
2	R278-R279	310,4	309,3	26,02	0,044	1,944	112,06	0,114	244	400	3,40	0,427	0,267	0,005	0,848	0,258	0,352	0,049	2,88	0,875	141	19
2	R279-R43	309,3	308,4	14,68	0,061	2,261	125,33	0,128	240	400	3,98	0,500	0,255	0,005	0,841	0,257	0,345	0,048	3,35	1,024	138	19
2	R43-R42	308,4	303,3	56,43	0,091	2,59	166,80	0,169	247	400	4,87	0,612	0,277	0,004	0,854	0,255	0,358	0,048	4,16	1,245	143	19
2	R42-R41	303,3	299,5	57,04	0,066	3,016	219,74	0,223	291	400	4,15	0,522	0,427	0,007	0,949	0,277	0,455	0,056	3,94	1,150	182	23
2	R41-R45	299,5	288	127,99	0,090	3,89	327,39	0,331	318	400	4,85	0,610	0,543	0,007	1,026	0,271	0,529	0,054	4,98	1,315	212	22
5	R45-R46	288	286,3	30,79	0,055	4,007	341,81	0,346	355	500	4,38	0,860	0,402	0,005	0,932	0,258	0,439	0,049	4,08	1,131	220	24
5	R46-R47	286,3	240,7	441,12	0,103	5,73	554,86	0,561	378	500	6,03	1,184	0,474	0,005	0,981	0,260	0,486	0,049	5,91	1,565	243	25
5	R47-R48	240,7	234	65,80	0,101	6,54	626,15	0,633	397	500	5,97	1,171	0,540	0,006	1,024	0,265	0,527	0,051	6,11	1,578	264	26
5	R48-R50	234	227,8	114,09	0,055	6,678	642,97	0,650	450	500	4,38	0,860	0,756	0,008	1,097	0,279	0,645	0,057	4,80	1,221	322	29
5	R50-R266	227,8	227,2	32,69	0,018	6,711	647,18	0,654	553	600	2,87	0,811	0,806	0,008	1,104	0,282	0,675	0,059	3,17	0,809	405	35
5	R266-R267	227,2	226,8	31,64	0,013	6,753	652,23	0,659	595	600	2,38	0,673	0,979	0,010	1,123	0,293	0,828	0,063	2,67	0,699	497	38
4	R267-R268	226,8	221,7	46,20	0,110	7,173	678,33	0,686	402	500	6,49	1,989	0,345	0,004	0,894	0,251	0,401	0,046	6,29	1,767	241	28
4	R268-R269	221,7	218	39,83	0,094	7,55	700,21	0,708	420	600	6,49	1,834	0,386	0,004	0,921	0,255	0,428	0,047	5,98	1,652	257	28
4	R269-R270	218	216,1	35,90	0,052	7,67	719,57	0,727	473	600	4,85	1,370	0,531	0,006	1,018	0,265	0,522	0,051	4,93	1,282	313	31
4	R270-R271	216,1	215	31,10	0,035	8,02	733,04	0,741	513	600	3,98	1,126	0,658	0,007	1,077	0,275	0,593	0,055	4,29	1,094	356	33
	R271-272	215	213,5	61,02	0,025	8,02	733,04	0,741	549	600	3,32	0,939	0,790	0,009	1,102	0,284	0,665	0,059	3,66	0,943	399	36
	R272-R273	213,5	212	57,78	0,026	8,02	733,04	0,741	542	600	3,43	0,971	0,763	0,008	1,098	0,282	0,649	0,058	3,77	0,969	389	35
	R273-R286	212	210,5	48,90	0,030	8,02	733,04	0,741	528	600	3,68	1,041	0,712	0,008	1,090	0,278	0,620	0,057	4,02	1,026	372	34
	R286-R287	210,5	208,7	30,96	0,058	8,02	733,04	0,741	467	600	5,11	1,443	0,513	0,006	1,007	0,264	0,511	0,051	5,14	1,350	307	31
	R287-R288	208,7	206	33,62	0,080	8,02	733,04	0,741	440	600	5,99	1,693	0,438	0,005	0,956	0,259	0,463	0,049	5,73	1,550	278	29
	R288-R285	206	203,3	22,76	0,119	8,02	733,04	0,741	408	500	6,47	2,066	0,359	0,004	0,903	0,253	0,411	0,047	6,60	1,849	246	28
	R285-R289	203,3	199,9	29,45	0,115	21,44	1 382,06	1,404	522	500	6,37	4,381	0,320	0,005	0,880	0,260	0,386	0,049	7,67	2,265	309	40
	R289-R290	199,9	199,2	58,90	0,012	21,44	1 382,06	1,404	800	800	2,80	1,406	0,999	0,015	1,122	0,326	0,851	0,076	3,14	0,911	680	61
	R290-R291	199,2	196,9	34,50	0,067	22,21	1 425,71	1,448	585	800	6,62	3,329	0,435	0,007	0,954	0,272	0,461	0,054	6,32	1,800	369	43
	R291-R292	196,9	194,5	47,54	0,050	22,21	1 425,71	1,448	617	800	5,76	2,897	0,500	0,008	0,999	0,278	0,503	0,057	5,75	1,604	402	46

Collecteur Principale CP1(suite)																						
NSB	Tron	Cr,am (m)	Cr,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qusé (l/s)	Qpl (l/s)	Qt (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps	Qps (m3/s)	Rq	Rqmin	Rv	Rvmin	Rh	Rhmin	V(m/s)	Vmin (m/s)	H (mm)	Hmin (mm)
	R292-R293	194,5	192,9	48,67	0,033	22,21	1 425,71	1,448	668	800	4,65	2,338	0,619	0,010	1,063	0,290	0,572	0,062	4,94	1,349	458	49
	R293-R294	192,9	189,9	59,50	0,050	22,21	1 425,71	1,448	617	800	5,76	2,895	0,500	0,008	0,999	0,278	0,503	0,057	5,75	1,603	402	46
	R294-R295	189,9	187,5	65,35	0,037	22,21	1 425,71	1,448	655	800	4,92	2,471	0,586	0,009	1,048	0,287	0,554	0,060	5,15	1,410	443	48
	R295-R296	187,5	184,9	88,77	0,029	22,21	1 425,71	1,448	683	800	4,39	2,207	0,656	0,010	1,076	0,294	0,591	0,063	4,72	1,289	473	51
	R296-R297	184,9	182,8	67,79	0,031	22,21	1 425,71	1,448	676	800	4,51	2,269	0,638	0,010	1,070	0,292	0,582	0,062	4,83	1,318	466	50
	R297-R298	182,8	181	66,30	0,027	22,21	1 425,71	1,448	693	800	4,23	2,124	0,682	0,010	1,083	0,296	0,605	0,064	4,58	1,252	484	51

Collecteur Secondaire CS1																						
NSB	Tron	Cr,am (m)	Cr,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qusé (l/s)	Qpl (l/s)	Qt (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps	Qps (m3/s)	Rq	Rqmin	Rv	Rvmin	Rh	Rhmin	V(m/s)	Vmin (m/s)	H (mm)	Hmin (mm)
1	R258-R259	306,5	303,7	62,47	0,046	0,41	25,38	0,026	138	300	2,87	0,203	0,127	0,002	0,717	0,240	0,252	0,042	2,06	0,690	76	12
1	R259-R260	303,7	299,3	50,99	0,085	0,734	39,56	0,040	146	300	3,89	0,275	0,146	0,003	0,747	0,245	0,269	0,043	2,91	0,953	81	13
1	R260-R261	299,3	296,4	37,73	0,077	1,105	59,72	0,061	174	300	3,70	0,262	0,232	0,004	0,827	0,255	0,331	0,048	3,06	0,945	99	14
1	R261-R262	296,4	293,8	31,54	0,083	1,48	80,62	0,082	192	400	4,64	0,583	0,141	0,003	0,739	0,244	0,264	0,043	3,43	1,133	106	17
1	R262-R263	293,8	291,7	28,06	0,075	1,838	99,28	0,101	211	400	4,43	0,557	0,182	0,003	0,787	0,249	0,297	0,045	3,49	1,104	119	18
1	R263-R264	291,7	290,4	28,34	0,047	2,209	119,44	0,122	247	400	3,51	0,441	0,276	0,005	0,853	0,261	0,358	0,050	3,00	0,915	143	20
1	R264-R37	290,6	288,4	18,02	0,126	2,51	138,38	0,141	217	400	5,73	0,721	0,196	0,003	0,800	0,250	0,306	0,046	4,59	1,436	123	18
1	R37-R36	286,1	283	68,40	0,045	2,814	150,33	0,153	271	600	4,50	1,272	0,120	0,002	0,705	0,242	0,245	0,042	3,17	1,088	147	25
4	R36-R38	283	268,3	162,87	0,090	3,23	179,37	0,183	254	600	6,36	1,799	0,102	0,002	0,665	0,239	0,225	0,041	4,23	1,519	135	25
4	R38-R39	268,3	262,5	42,45	0,135	3,56	193,68	0,197	243	500	6,90	2,203	0,090	0,002	0,635	0,238	0,210	0,040	4,95	1,851	126	24
4	R39-R40	262,5	257,1	41,54	0,130	3,87	207,14	0,211	251	500	6,77	2,160	0,098	0,002	0,656	0,239	0,220	0,041	5,01	1,825	132	25
4	R40-R51	257,1	226,8	318,41	0,095	5,23	385,57	0,391	335	600	6,53	1,848	0,212	0,003	0,813	0,246	0,317	0,044	5,31	1,607	190	26

Collecteur Secondaire CS2																						
NSB	Tron	Cr,am (m)	Cr,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qusé (l/s)	Qpl (l/s)	Qt (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps	Qps (m3/s)	Rq	Rqmin	Rv	Rvmin	Rh	Rhmin	V(m/s)	Vmin (m/s)	H (mm)	Hmin (mm)
4	R281-282	224,2	223,9	38,03	0,007	0,35	18,52	0,019	176	300	1,10	0,078	0,242	0,004	0,833	0,257	0,337	0,048	0,92	0,284	101	15
4	R282-R283	223,9	221,4	26,5	0,094	0,67	31,99	0,033	132	300	4,10	0,290	0,113	0,002	0,690	0,242	0,237	0,042	2,83	0,993	71	13
4	R283-R98	221,4	217,2	35,26	0,119	1,01	48,82	0,050	148	300	4,60	0,325	0,153	0,003	0,756	0,248	0,275	0,045	3,48	1,141	82	13

Collecteur Secondaire CS3

NSB	Tron	Cr,am (m)	Cr,av (m)	Dist (m)	l (m/m)	Qusé (l/s)	Qpl (l/s)	Qt (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps	Qps (m3/s)	Rq	Rqmin	Rv	Rvmin	Rh	Rhmin	V(m/s)	Vmin (m/s)	H (mm)	Hmin (mm)
6	R72-R73	286,3	282,7	28,54	0,126	0,375	20,91	0,021	107	300	4,74	0,335	0,064	0,001	0,554	0,234	0,173	0,039	2,62	1,109	52	12
6	R73-R74	282,7	277,6	32,52	0,157	0,762	48,53	0,049	140	300	5,28	0,373	0,132	0,002	0,725	0,241	0,257	0,042	3,83	1,270	77	12
6	R74-R75	277,6	274,5	21,2	0,146	1,075	61,97	0,063	156	300	5,10	0,361	0,175	0,003	0,781	0,247	0,292	0,044	3,98	1,260	88	13
6	R75-R76	274,5	270,2	30,18	0,142	1,475	85,86	0,087	177	300	5,03	0,356	0,245	0,004	0,835	0,255	0,339	0,047	4,21	1,283	102	14
6	R76-R77	270,2	267	26,31	0,122	1,88	110,5	0,112	201	300	4,65	0,329	0,342	0,006	0,893	0,265	0,400	0,052	4,15	1,235	120	16
6	R77-R78	267	264,9	24,57	0,085	2,26	132,15	0,134	229	300	3,90	0,276	0,488	0,008	0,991	0,282	0,495	0,058	3,86	1,099	148	17
6	R78-R79	264,9	263,9	23,22	0,043	2,62	150,82	0,153	274	300	2,77	0,196	0,784	0,013	1,101	0,314	0,661	0,072	3,05	0,871	198	22
6	R79-R80	263,9	261	25,03	0,116	3,02	175,46	0,178	241	300	4,54	0,321	0,556	0,009	1,033	0,290	0,537	0,061	4,69	1,314	161	18
6	R80-R81	261	257,6	29,43	0,116	3,42	199,35	0,203	253	300	4,53	0,320	0,633	0,011	1,068	0,298	0,579	0,065	4,84	1,349	174	19
6	R81-R82	257,6	254,7	27,86	0,104	3,87	229,21	0,233	271	300	4,30	0,304	0,766	0,013	1,099	0,310	0,651	0,070	4,73	1,336	195	21
6	R82-R83	254,7	250,7	30,7	0,130	4,29	256,09	0,260	271	300	4,81	0,340	0,765	0,013	1,099	0,310	0,650	0,070	5,29	1,491	195	21
6	R83-R84	250,7	246,9	26	0,146	4,64	275,76	0,280	273	300	5,10	0,360	0,778	0,013	1,100	0,311	0,658	0,070	5,61	1,587	197	21
6	R84-R85	246,9	245,8	16,12	0,068	4,95	286,7	0,292	320	400	4,22	0,530	0,550	0,009	1,029	0,289	0,533	0,061	4,34	1,220	213	25
6	R85-R86	245,8	245	33,44	0,024	5,31	305,37	0,311	398	400	2,50	0,314	0,989	0,017	1,122	0,336	0,840	0,080	2,81	0,839	336	32
6	R86-R87	245	244,2	76,93	0,010	5,68	326,27	0,332	477	500	1,91	0,375	0,884	0,015	1,113	0,325	0,734	0,076	2,13	0,622	367	38
6	R87-R88	244,2	241,6	25,29	0,103	6,02	342,7	0,349	317	500	6,01	1,180	0,295	0,005	0,865	0,261	0,370	0,050	5,20	1,571	185	25
6	R88-R89	241,6	238,3	18,74	0,176	6,36	359,13	0,365	291	400	6,78	1,545	0,237	0,004	0,830	0,255	0,333	0,047	6,53	2,004	167	24
7	R89-R90	238,3	234,8	37,77	0,093	6,7	375,42	0,382	334	500	5,71	1,121	0,341	0,006	0,892	0,267	0,399	0,052	5,09	1,525	200	26
7	R90-R91	234,8	231,5	27,5	0,120	7,4	394,31	0,402	324	500	6,50	1,275	0,315	0,006	0,876	0,266	0,382	0,052	5,69	1,728	191	26
7	R91-R92	231,5	228,2	34,29	0,097	7,79	417,12	0,425	345	500	5,84	1,147	0,370	0,007	0,911	0,273	0,418	0,055	5,32	1,592	209	27
7	R92-R93	228,2	226,4	23,04	0,079	8,11	430,8	0,439	362	500	5,27	1,035	0,424	0,008	0,947	0,279	0,454	0,057	4,99	1,472	227	29
7	R93-R94	226,4	225,2	29	0,040	8,41	442,53	0,451	417	500	3,73	0,733	0,615	0,011	1,061	0,303	0,570	0,067	3,96	1,130	285	33
7	R94-R95	225,2	224,8	48,23	0,008	8,71	454,26	0,463	564	600	1,93	0,545	0,849	0,016	1,108	0,330	0,706	0,078	2,14	0,637	423	47
7	R95-R96	224,8	220,7	38,1	0,108	9,92	494,65	0,505	360	600	6,95	1,964	0,257	0,005	0,842	0,261	0,346	0,050	5,85	1,813	208	30
7	R96-R97	220,7	217,6	28,51	0,109	10,24	508,33	0,519	363	600	6,98	1,974	0,263	0,005	0,846	0,262	0,350	0,050	5,90	1,828	210	30
7	R97-R98	217,6	217,2	20,8	0,019	12,14	600,2	0,612	535	600	2,94	0,830	0,738	0,015	1,095	0,322	0,634	0,075	3,21	0,946	381	45
7	R98-R99	217,2	215,9	59,4	0,022	13,42	649,02	0,662	538	600	3,13	0,886	0,748	0,015	1,096	0,325	0,640	0,076	3,43	1,019	384	46

[illegible]

Collecteur Secondaire CS3(suite)																						
NSB	Tron	Cr,am (m)	Cr,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qusé (l/s)	Qpl (l/s)	Qt (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps	Qps (m3/s)	Rq	Rqmin	Rv	Rvmin	Rh	Rhmin	V(m/s)	Vmin (m/s)	H (mm)	Hmin (mm)
	R99-R100	215,9	214,6	55,16	0,024	13,42	649,02	0,662	531	600	3,25	0,919	0,721	0,015	1,092	0,322	0,625	0,075	3,55	1,046	375	45
	R100-R101	214,6	210	53,56	0,086	13,42	649,02	0,662	416	600	6,21	1,754	0,378	0,008	0,915	0,278	0,423	0,057	5,68	1,726	254	34
	R101-R284	210	206,6	47,49	0,072	13,42	649,02	0,662	431	600	5,67	1,602	0,414	0,008	0,940	0,283	0,447	0,059	5,32	1,603	268	35
	R284-R285	206,6	203,3	41,96	0,079	13,42	649,02	0,662	423	600	5,94	1,679	0,395	0,008	0,927	0,280	0,434	0,058	5,50	1,665	260	35
Collecteur Secondaire CS4																						
NSB	Tron	Cr,am (m)	Cr,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qusé (l/s)	Qpl (l/s)	Qt (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps	Qps (m3/s)	Rq	Rqmin	Rv	Rvmin	Rh	Rhmin	V(m/s)	Vmin (m/s)	H (mm)	Hmin (mm)
7	R102-R103	238,9	230,4	60	0,142	0,37	14,33	0,015	91	300	5,02	0,355	0,041	0,001	0,464	0,234	0,134	0,039	2,33	1,173	40	12
7	R103-R104	230,4	226,8	35,92	0,100	62	19,54	0,082	184	300	4,22	0,298	0,273	0,208	0,852	0,810	0,356	0,315	3,60	3,419	107	94
7	R104-R105	226,8	225	34,31	0,052	0,89	27,36	0,028	140	300	3,06	0,216	0,131	0,004	0,723	0,255	0,255	0,047	2,21	0,778	77	14
7	R105-R95	225	224,4	12,11	0,050	0,89	27,36	0,028	141	300	2,97	0,210	0,135	0,004	0,729	0,256	0,259	0,048	2,16	0,759	78	14
7	R106-R107	229,9	229,8	47,66	0,002	0,35	2,00	0,002	101	300	0,61	0,043	0,054	0,008	0,519	0,281	0,158	0,058	0,32	0,172	47	17
7	R107-R108	229,8	225,2	32,5	0,142	0,63	4,00	0,005	59	300	5,02	0,355	0,013	0,002	0,312	0,239	0,071	0,041	1,57	1,198	21	12
7	R108-R109	225,2	220	36,2	0,144	0,98	6,00	0,007	69	300	5,06	0,357	0,020	0,003	0,351	0,245	0,087	0,044	1,77	1,240	26	13
7	R109-R110	220	219	54	0,019	1,29	8,00	0,009	112	300	1,82	0,128	0,072	0,010	0,584	0,294	0,187	0,063	1,06	0,533	56	19
7	R110-R111	219	218,1	44,7	0,020	1,61	10,00	0,012	120	300	1,89	0,134	0,087	0,012	0,628	0,306	0,207	0,068	1,19	0,579	62	20
7	R111-R97	218,1	217,8	25,4	0,012	1,9	12,00	0,014	142	300	1,45	0,102	0,136	0,019	0,731	0,345	0,260	0,084	1,06	0,501	78	25
7	R116-R117	219,5	216,3	43	0,074	0,45	29,97	0,030	135	300	3,64	0,257	0,118	0,002	0,701	0,239	0,243	0,041	2,55	0,868	73	12
7	R118-R119	221,5	219,3	47,48	0,046	0,37	20,20	0,021	127	300	2,87	0,203	0,101	0,002	0,665	0,239	0,225	0,041	1,91	0,686	67	12
7	R119-R117	219,3	216,3	70,32	0,043	0,77	43,65	0,044	172	300	2,76	0,195	0,228	0,004	0,824	0,254	0,328	0,047	2,27	0,699	98	14
7	R117-R120	216,3	215,2	67,24	0,016	0,77	43,65	0,044	206	300	1,71	0,121	0,368	0,006	0,909	0,270	0,417	0,054	1,55	0,460	125	16
7	R120-R121	215,2	210,4	34,21	0,140	0,77	43,65	0,044	138	300	5,00	0,353	0,126	0,002	0,714	0,241	0,251	0,042	3,57	1,207	75	13
	R121-R299	210,4	209,9	93,74	0,005	0,77	43,65	0,044	255	300	0,97	0,069	0,645	0,011	1,073	0,301	0,586	0,066	1,04	0,293	176	20
	R299-R300	209,9	206,2	75,01	0,049	0,77	43,65	0,044	168	300	2,96	0,209	0,212	0,004	0,813	0,252	0,318	0,046	2,41	0,746	95	14
	R300-R301	206,2	203,5	64,6	0,042	0,77	43,65	0,044	173	300	2,73	0,193	0,230	0,004	0,826	0,254	0,329	0,047	2,25	0,692	99	14
	R301-R290	203,5	200,7	23,9	0,117	0,77	43,65	0,044	143	300	4,57	0,323	0,138	0,002	0,734	0,243	0,262	0,043	3,35	1,109	78	13

Collecteur Principale CP2																						
NSB	Tron	Cr,am (m)	Cr,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qusé (l/s)	Qpl (l/s)	Qt (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps	Qps (m3/s)	Rq	Rqmi n	Rv	Rvmi n	Rh	Rhmi n	V(m/ s)	Vmin (m/s)	H (mm)	Hmin (mm)
3	R32-R33	323,7	322	43,97	0,038	0,5	56,13	0,057	193	400	3,17	0,398	0,142	0,001	0,741	0,235	0,266	0,039	2,35	0,745	106	16
3	R33-R34	322	321,8	45,62	0,005	0,81	90,92	0,092	343	400	1,10	0,138	0,666	0,006	1,079	0,266	0,597	0,052	1,18	0,292	239	21
3	R34-R35	321,8	321,6	26,93	0,007	1,025	115,4	0,116	343	400	1,39	0,175	0,666	0,006	1,079	0,266	0,596	0,052	1,50	0,371	239	21
3	R35-R36	321,6	320,4	45,48	0,026	1,3	146,3	0,148	296	400	2,62	0,330	0,447	0,004	0,963	0,254	0,469	0,047	2,53	0,665	188	19
3	R36-R37	320,4	317,5	46,84	0,062	1,53	172,4	0,174	268	400	4,02	0,505	0,344	0,003	0,894	0,247	0,401	0,044	3,59	0,994	160	18
3	R37-R38	317,5	313,6	44,31	0,088	1,81	204	0,206	267	400	4,79	0,602	0,342	0,003	0,892	0,247	0,399	0,044	4,28	1,185	160	18
3	R38-R39	313,6	310,4	35,77	0,089	2,025	228,5	0,231	278	400	4,83	0,607	0,380	0,003	0,917	0,249	0,424	0,045	4,43	1,205	170	18
3	R39-R40	310,4	306,1	43,1	0,100	2,325	262,5	0,265	287	400	5,10	0,641	0,413	0,004	0,939	0,251	0,446	0,046	4,79	1,283	178	18
3	R40-R41	306,1	302,9	32,28	0,099	2,57	290,2	0,293	298	400	5,09	0,639	0,458	0,004	0,970	0,254	0,476	0,047	4,94	1,292	190	19
3	R41-R42	302,9	300,8	19,46	0,108	2,78	313,9	0,317	302	400	5,31	0,667	0,475	0,004	0,982	0,255	0,487	0,048	5,21	1,354	195	19
3	R42-R43	300,8	298,4	27,08	0,089	2,96	334,4	0,337	321	400	4,81	0,604	0,558	0,005	1,034	0,260	0,538	0,049	4,97	1,250	215	20
3	R43-R44	298,4	296,9	22,57	0,066	3,23	364,5	0,368	350	400	4,17	0,523	0,702	0,006	1,088	0,268	0,616	0,053	4,53	1,118	246	21
3	R44-R45	296,9	295,3	25,03	0,064	3,58	404	0,408	367	400	4,09	0,513	0,794	0,007	1,102	0,274	0,667	0,055	4,50	1,118	267	22
3	R45-R46	295,3	293,3	23,02	0,087	3,88	438	0,442	357	400	4,76	0,599	0,738	0,006	1,095	0,270	0,635	0,054	5,21	1,288	254	22
3	R46-R47	293,3	289,7	46,73	0,077	4,86	503,6	0,508	385	400	4,48	0,564	0,902	0,009	1,115	0,284	0,750	0,059	5,00	1,276	300	24
3	R47-R48	289,7	286,3	45,01	0,076	0,03	568,4	0,568	403	500	5,15	1,012	0,562	0,000	1,036	0,227	0,540	0,036	5,34	1,167	270	18
3	R48-R49	286,3	284	25,44	0,090	5,42	611,9	0,617	402	500	5,63	1,105	0,559	0,005	1,034	0,260	0,538	0,050	5,82	1,463	269	25
3	R49-R50	284	282,1	23,8	0,080	5,77	651,5	0,657	421	500	5,31	1,043	0,630	0,006	1,067	0,264	0,578	0,051	5,67	1,403	289	26
3	R50-R51	282,1	277,8	50,25	0,086	6,38	721	0,727	432	500	5,48	1,077	0,675	0,006	1,082	0,267	0,601	0,052	5,93	1,463	301	26
3	R51--R52	277,8	276,3	26,72	0,056	6,75	762,1	0,769	477	500	4,44	0,872	0,881	0,008	1,112	0,279	0,732	0,057	4,94	1,238	366	29
3	R52-R53	276,3	275,1	26,36	0,046	7,16	808,8	0,816	507	600	4,52	1,277	0,639	0,006	1,070	0,265	0,582	0,051	4,84	1,196	349	31
3	R53-R54	275,1	272,5	46,86	0,055	7,61	860,2	0,868	500	600	4,99	1,410	0,615	0,005	1,062	0,263	0,570	0,051	5,29	1,313	342	31
8	R54-R55	272,5	270,4	26	0,081	8,02	911	0,919	476	600	6,02	1,701	0,540	0,005	1,024	0,259	0,527	0,049	6,16	1,557	316	29
8	R55-R56	270,4	268,2	30,96	0,071	8,44	962,8	0,971	498	600	5,64	1,596	0,609	0,005	1,059	0,263	0,566	0,051	5,98	1,482	340	30
8	R56-R57	268,2	264,6	33	0,109	8,91	1021	1,030	470	600	6,99	1,977	0,521	0,005	1,012	0,257	0,516	0,048	7,08	1,799	309	29
8	R57-R58	264,6	260,7	36,57	0,107	9,4	1083	1,092	482	600	6,91	1,955	0,559	0,005	1,034	0,259	0,538	0,049	7,15	1,793	323	30
8	R58-R59	260,7	257,4	25,58	0,129	9,8	1134	1,144	474	500	6,73	2,150	0,532	0,005	1,019	0,258	0,522	0,049	7,75	1,960	313	29
8	R59-R60	257,4	254,4	28,39	0,106	10,2	1183	1,193	499	600	6,88	1,946	0,613	0,005	1,061	0,262	0,569	0,050	7,30	1,805	341	30
8	R60-R61	254,4	250,3	37,17	0,110	10,25	1237	1,248	504	600	6,92	1,988	0,628	0,005	1,066	0,262	0,576	0,050	7,50	1,840	346	30
8	R61-R62	250,3	245,8	37,12	0,121	10,66	1289	1,300	503	600	6,95	2,084	0,624	0,005	1,065	0,261	0,574	0,050	7,85	1,927	345	30
8	R62-R63	245,8	242,3	31,12	0,112	10,97	1327	1,338	515	600	6,93	2,008	0,667	0,005	1,079	0,264	0,597	0,051	7,66	1,873	358	31

Collecteur Principale CP2(suite)																						
NSB	Tron	Cr,am (m)	Cr,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qusé (l/s)	Qpl (l/s)	Qt (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps	Qps (m3/s)	Rq	Rqmin	Rv	Rvmin	Rh	Rhmin	V(m/s)	Vmin (m/s)	H (mm)	Hmin (mm)
8	R63-R64	242,3	239,6	28,8	0,094	11,2	1356	1,367	537	600	6,48	1,833	0,746	0,006	1,096	0,268	0,639	0,053	7,11	1,738	383	32
8	R64-R65	239,6	238,2	27,5	0,051	11,4	1380	1,392	607	600	4,78	1,351	1,030	0,008	1,116	0,283	0,887	0,059	5,33	1,353	532	35
8	R65-R66	238,2	235,9	23,8	0,097	11,57	1402	1,413	541	600	6,58	1,861	0,759	0,006	1,098	0,269	0,647	0,053	7,23	1,769	388	32
8	R66-R67	235,9	232,7	26,01	0,123	11,77	1427	1,439	521	600	6,70	2,100	0,685	0,006	1,084	0,265	0,607	0,051	8,05	1,966	364	31
8	R67-R68	232,7	230,4	26,3	0,087	11,94	1448	1,460	558	600	6,26	1,770	0,824	0,007	1,106	0,272	0,688	0,054	6,92	1,704	413	33
8	R68-R69	230,4	226,4	29,9	0,134	12,15	1474	1,486	519	600	6,13	2,190	0,679	0,006	1,083	0,264	0,603	0,051	8,38	2,047	362	31
8	R69-R70	226,4	224,8	26,18	0,061	12,32	1495	1,507	604	600	5,23	1,480	1,018	0,008	1,119	0,283	0,873	0,059	5,86	1,479	524	35
8	R70-R71	224,8	223,8	21	0,048	12,42	1507	1,520	635	800	5,60	2,813	0,540	0,004	1,024	0,257	0,527	0,048	5,73	1,437	422	39
24	R71-R33	223,8	222,8	26,94	0,037	12,83	1531	1,544	669	800	4,94	2,484	0,622	0,005	1,064	0,262	0,573	0,050	5,26	1,293	459	40
24	R33-R32	222,8	221,7	29,48	0,037	13,31	1561	1,574	674	800	4,95	2,490	0,632	0,005	1,068	0,263	0,579	0,051	5,29	1,303	463	41
24	R32-R31	221,7	220,1	56,27	0,028	14	1614	1,628	718	800	4,33	2,174	0,749	0,006	1,096	0,270	0,641	0,054	4,74	1,169	513	43
24	R31-R30	220,1	215,1	72,84	0,069	14,85	1688	1,703	619	800	6,72	3,378	0,504	0,004	1,001	0,257	0,505	0,048	6,73	1,724	404	39
24	R30-R29	215,1	211,6	48,6	0,072	15,51	1739	1,754	620	800	6,88	3,460	0,507	0,004	1,003	0,257	0,507	0,048	6,91	1,770	406	39
24	R29-R28	211,6	206,4	65,64	0,079	16,3	1806	1,822	618	800	6,65	3,629	0,502	0,004	1,000	0,257	0,504	0,048	7,22	1,857	403	39
24	R28-R27	206,4	201,3	81,8	0,062	17,54	1922	1,940	662	800	6,40	3,219	0,603	0,005	1,056	0,264	0,563	0,051	6,76	1,688	450	41
24	R27-R26	201,3	194,1	168,3	0,043	19,96	2172	2,192	743	800	5,31	2,667	0,822	0,007	1,105	0,277	0,686	0,056	5,86	1,470	549	45
24	R26-R03	194,1	186,8	172,1	0,042	21,01	2268	2,289	757	800	5,28	2,656	0,862	0,008	1,110	0,280	0,716	0,058	5,86	1,478	573	46

Collecteur Secondaire CS5																						
NSB	Tron	Cr,am (m)	Cr,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qusé (l/s)	Qpl (l/s)	Qt (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps	Qps (m3/s)	Rq	Rqmin	Rv	Rvmin	Rh	Rhmin	V(m/s)	Vmin (m/s)	H (mm)	Hmin (mm)
24	R302-R303	190,6	187,9	50,3	0,054	0,10	7,10	0,007	83	300	3,09	0,218	0,033	0,000	0,423	0,230	0,117	0,037	1,31	0,709	35	11
24	R303-R304	187,9	187,2	36,7	0,019	0,15	13,20	0,013	128	300	1,84	0,130	0,103	0,001	0,667	0,234	0,226	0,039	1,23	0,432	68	12
24	R304-R305	187,2	187	43,6	0,005	0,2	23,40	0,024	207	300	0,90	0,064	0,370	0,003	0,910	0,248	0,418	0,045	0,82	0,224	125	13
24	R305-R306	187	186,8	39,8	0,005	0,22	32,60	0,033	230	300	0,95	0,067	0,491	0,003	0,993	0,249	0,497	0,045	0,94	0,236	149	14

Collecteur Principale CP3																						
NSB	Tron	Cr,am (m)	Cr,av (m)	Dist (m)	l (m/m)	Qusé (l/s)	Qpl (l/s)	Qt (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps	Qps (m3/s)	Rq	Rqmin	Rv	Rvmin	Rh	Rhmin	V(m/s)	Vmin (m/s)	H (mm)	Hmin (mm)
9	R132-R133	308,3	306,1	41,82	0,053	0,49	40,28	0,041	160	300	3,06	0,216	0,189	0,002	0,794	0,242	0,302	0,042	2,43	0,741	90	13
9	R133-R134	306,1	304,1	37,46	0,053	0,92	73,06	0,074	200	300	3,08	0,218	0,340	0,004	0,891	0,255	0,398	0,048	2,75	0,787	119	14
9	R134-R135	304,1	301,9	31,52	0,070	1,28	92,73	0,094	208	300	3,52	0,249	0,377	0,005	0,915	0,262	0,423	0,050	3,23	0,922	127	15
9	R135-R136	301,9	299,8	25,2	0,083	1,6	105,8	0,107	212	300	3,85	0,272	0,395	0,006	0,927	0,266	0,434	0,052	3,57	1,026	130	16
9	R136-R137	299,8	297,4	36,6	0,066	1,9	127,4	0,129	237	300	3,42	0,241	0,536	0,008	1,021	0,280	0,524	0,057	3,49	0,955	157	17
9	R137-R138	297,4	293,2	39,06	0,108	2,38	152,7	0,155	232	300	4,37	0,309	0,502	0,008	1,000	0,278	0,504	0,057	4,37	1,218	151	17
9	R138-R139	293,2	288,2	53,23	0,094	2,99	201,4	0,204	263	300	4,09	0,289	0,707	0,010	1,089	0,295	0,618	0,064	4,45	1,208	185	19
9	R139-R140	288,2	283,7	50,6	0,089	3,41	233,2	0,237	281	300	3,98	0,281	0,842	0,012	1,108	0,307	0,700	0,068	4,41	1,220	210	21
9	R140-R141	283,7	279,7	38,45	0,104	3,84	262,3	0,266	285	300	4,30	0,304	0,875	0,013	1,112	0,310	0,726	0,070	4,78	1,333	218	21
9	R141-R142	279,7	276,2	33,25	0,105	4,3	293,2	0,297	297	300	4,33	0,306	0,972	0,014	1,122	0,319	0,821	0,073	4,86	1,379	246	22
9	R142-R143	276,2	272,3	35,21	0,111	4,76	324,1	0,329	305	400	5,38	0,676	0,487	0,007	0,990	0,274	0,494	0,055	5,32	1,474	198	22
9	R143-R144	272,3	268,5	34,47	0,110	5,2	354,1	0,359	316	400	5,36	0,674	0,533	0,008	1,019	0,279	0,523	0,057	5,47	1,494	209	23
9	R144-R145	268,5	265,7	29,5	0,095	5,62	380,3	0,386	334	400	4,98	0,626	0,617	0,009	1,062	0,287	0,571	0,060	5,29	1,428	228	24
9	R145-R146	265,7	262,9	33,2	0,084	6,04	407,5	0,414	350	400	4,69	0,590	0,701	0,010	1,088	0,295	0,615	0,064	5,11	1,383	246	25
9	R146-R147	262,9	260	30,29	0,096	6,45	431,8	0,438	349	400	5,00	0,628	0,698	0,010	1,087	0,295	0,613	0,064	5,44	1,475	245	25
11	R147-R148	260	256,9	33,57	0,092	6,84	455	0,462	359	400	4,91	0,617	0,748	0,011	1,096	0,300	0,641	0,066	5,38	1,474	256	26
11	R148-R149	256,9	254,2	30,26	0,089	7,24	479	0,486	368	400	4,83	0,607	0,802	0,012	1,103	0,305	0,672	0,068	5,32	1,474	269	27
11	R149-R150	254,2	252,9	23,09	0,056	7,58	495,6	0,503	407	600	5,02	1,420	0,354	0,005	0,900	0,263	0,408	0,051	4,52	1,321	245	30
11	R150-R151	252,9	251,8	31,84	0,035	7,96	517	0,525	453	600	3,94	1,113	0,472	0,007	0,980	0,275	0,485	0,056	3,86	1,082	291	33
11	R151-R152	251,8	250,8	26,64	0,038	8,32	535,3	0,544	452	600	4,10	1,160	0,469	0,007	0,978	0,275	0,483	0,056	4,01	1,128	290	33
11	R152-R153	250,8	246,7	34,84	0,118	8,68	555,2	0,564	370	500	6,43	2,054	0,275	0,004	0,853	0,255	0,357	0,048	6,19	1,855	214	29
11	R153-R154	246,7	242,3	31,2	0,141	9	570,1	0,579	361	500	6,90	2,248	0,258	0,004	0,843	0,254	0,346	0,047	6,70	2,019	208	28
11	R154-R155	242,3	237,4	38,78	0,126	9,34	586,6	0,596	372	500	6,66	2,128	0,280	0,004	0,856	0,257	0,360	0,048	6,44	1,931	216	29
11	R155-R156	237,4	235,1	30,12	0,076	9,67	600,7	0,610	413	600	5,85	1,654	0,369	0,006	0,910	0,266	0,417	0,052	5,32	1,558	250	31
11	R156-R157	235,1	232	30,9	0,100	9,99	615,6	0,626	396	600	6,71	1,896	0,330	0,005	0,885	0,262	0,392	0,050	5,94	1,760	235	30
11	R157-R158	232	229,6	21,64	0,111	10,28	626,4	0,637	391	500	6,24	1,994	0,319	0,005	0,879	0,262	0,385	0,050	6,20	1,845	231	30
11	R158-R159	229,6	225,1	44,04	0,102	10,64	643,8	0,654	401	600	6,77	1,914	0,342	0,006	0,893	0,264	0,400	0,051	6,04	1,789	240	31
11	R159-R160	225,1	221	37,94	0,108	11,03	667,8	0,679	403	600	6,96	1,968	0,345	0,006	0,895	0,265	0,402	0,051	6,23	1,842	241	31
11	R160-R161	221	216,4	45,32	0,102	11,44	693,5	0,705	413	600	6,75	1,907	0,370	0,006	0,910	0,267	0,418	0,052	6,14	1,803	251	31
11	R161-R162	216,4	213,5	24,56	0,118	11,76	707,6	0,719	405	500	6,44	2,057	0,350	0,006	0,897	0,265	0,405	0,052	6,53	1,931	243	31
11	R162-R163	213,5	211,1	22,6	0,106	12,14	728,3	0,740	417	600	6,90	1,951	0,380	0,006	0,917	0,269	0,424	0,053	6,33	1,854	255	32

Collecteur Principale CP3(suite)																						
NSB	Tron	Cr,am (m)	Cr,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qusé (l/s)	Qpl (l/s)	Qt (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps	Qps (m3/s)	Rq	Rqmin	Rv	Rvmin	Rh	Rhmin	V(m/s)	Vmin (m/s)	H (mm)	Hmin (mm)
11	R163-R164	211,1	208,3	31,86	0,088	12,46	743,2	0,756	436	600	6,28	1,775	0,426	0,007	0,948	0,274	0,455	0,055	5,95	1,720	273	33
11	R164-R131	208,3	205,9	27,16	0,088	12,78	756,4	0,769	438	600	6,29	1,780	0,432	0,007	0,953	0,275	0,459	0,056	6,00	1,731	275	33
11	R131-R165	205,9	203,7	35,26	0,062	13,13	774,2	0,787	472	600	5,29	1,495	0,527	0,009	1,015	0,285	0,519	0,060	5,37	1,510	311	36
11	R165-R166	203,7	201,7	34,05	0,059	13,48	792,4	0,806	481	600	5,13	1,451	0,555	0,009	1,032	0,289	0,536	0,061	5,30	1,482	322	37
20	R166-R167	201,7	199,2	39,82	0,063	15,17	821	0,836	482	600	5,31	1,500	0,557	0,010	1,034	0,294	0,537	0,063	5,48	1,560	322	38
20	R167-R168	199,2	198,1	25,01	0,044	15,48	834	0,849	518	600	4,44	1,256	0,677	0,012	1,082	0,308	0,602	0,069	4,81	1,367	361	41
20	R168-R169	198,1	197,1	38,66	0,026	19,78	1085	1,105	632	800	4,13	2,074	0,533	0,010	1,019	0,290	0,523	0,062	4,21	1,198	418	49
20	R169-R170	197,1	196,3	16	0,050	20,07	1095	1,116	560	800	5,74	2,883	0,387	0,007	0,922	0,274	0,429	0,055	5,29	1,569	343	44
20	R170-R171	196,3	195,4	31,31	0,029	20,43	1114	1,134	626	800	4,35	2,186	0,519	0,009	1,011	0,289	0,514	0,061	4,40	1,257	412	49
20	R171-R172	195,4	194,3	30,06	0,037	20,81	1135	1,156	602	800	4,91	2,466	0,469	0,008	0,978	0,283	0,483	0,059	4,80	1,390	386	47
20	R172-R173	194,3	194	20	0,015	21,12	1148	1,169	715	800	3,14	1,579	0,740	0,013	1,095	0,314	0,636	0,072	3,44	0,988	509	57
20	R173-R174	194	193,4	22,38	0,027	24,72	1441	1,465	698	800	4,20	2,111	0,694	0,012	1,086	0,304	0,611	0,067	4,56	1,277	489	54
20	R174-R175	193,4	192,9	22,86	0,022	25,05	1456	1,481	728	800	3,79	1,907	0,777	0,013	1,100	0,313	0,657	0,071	4,17	1,187	526	57
20	R175-R176	192,9	192,2	30,84	0,023	25,53	1489	1,514	729	800	3,86	1,942	0,779	0,013	1,100	0,313	0,659	0,071	4,25	1,209	527	57
20	R176-R177	192,2	191,3	35	0,026	25,98	1518	1,544	717	800	4,11	2,067	0,747	0,013	1,096	0,309	0,640	0,070	4,51	1,273	512	56
20	R177-R178	191,3	189,7	44,27	0,036	26,48	1554	1,581	679	800	4,88	2,451	0,645	0,011	1,073	0,298	0,586	0,065	5,23	1,455	468	52
20	R178-R179	189,7	189,3	33,06	0,012	26,89	1580	1,607	838	1000	3,27	2,571	0,625	0,010	1,065	0,296	0,575	0,064	3,49	0,970	575	64
20	R179-R180	189,3	188,9	36,58	0,011	27,34	1610	1,638	861	1000	3,11	2,444	0,670	0,011	1,080	0,301	0,599	0,066	3,36	0,936	599	66
20	R180-R181	188,9	187,9	40,7	0,025	27,8	1642	1,670	745	1000	4,67	3,664	0,456	0,008	0,969	0,278	0,474	0,057	4,52	1,296	474	57
20	R181-R182	187,9	186,6	40,1	0,032	28,27	1674	1,702	712	1000	5,36	4,209	0,404	0,007	0,933	0,272	0,441	0,054	5,00	1,458	441	54
21	R182-R183	186,6	186	32,5	0,018	28,67	1698	1,727	796	1000	4,04	3,176	0,544	0,009	1,026	0,287	0,529	0,060	4,15	1,161	529	60
21	R183-R184	186	185,1	32,1	0,028	29,08	1722	1,751	740	1000	4,98	3,914	0,447	0,007	0,963	0,277	0,469	0,056	4,80	1,379	469	56
21	R184-R185	185,1	184,7	22,3	0,018	29,48	1745	1,775	808	1000	3,99	3,131	0,567	0,009	1,039	0,290	0,543	0,062	4,14	1,154	543	62
21	R185-R186	184,7	183,9	28,9	0,028	35,07	2025	2,060	788	1000	4,95	3,889	0,530	0,009	1,017	0,287	0,521	0,060	5,04	1,421	521	60
21	R186-R187	183,9	183,1	31	0,026	35,44	2044	2,080	801	1000	4,78	3,755	0,554	0,009	1,032	0,290	0,535	0,062	4,93	1,385	535	62
21	R187-R188	183,1	182,2	36	0,025	35,81	2064	2,100	809	1000	4,71	3,696	0,568	0,010	1,039	0,291	0,544	0,062	4,89	1,371	544	62
21	R188-R189	182,2	181,4	33,8	0,024	36,2	2087	2,124	821	1000	4,58	3,596	0,591	0,010	1,050	0,294	0,556	0,063	4,81	1,345	556	63
21	R189-R190	181,4	180,7	35,03	0,020	36,62	2113	2,150	851	1000	4,21	3,305	0,651	0,011	1,074	0,300	0,589	0,066	4,52	1,263	589	66
21	R190-R191	180,7	179,9	30,02	0,027	37,07	2143	2,180	811	1000	4,86	3,816	0,571	0,010	1,041	0,291	0,545	0,062	5,06	1,416	545	62
21	R191-R192	179,9	179,4	19,7	0,025	37,5	2169	2,206	822	1000	4,74	3,724	0,592	0,010	1,051	0,294	0,557	0,063	4,99	1,393	557	63
21	R192-R193	179,4	178,9	22,05	0,023	37,82	2184	2,221	841	1000	4,48	3,520	0,631	0,011	1,068	0,298	0,578	0,065	4,79	1,336	578	65

Collecteur Principale CP3(suite)																						
NSB	Tron	Cr,am (m)	Cr,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qusé (l/s)	Qpl (l/s)	Qt (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps	Qps (m3/s)	Rq	Rqmin	Rv	Rvmin	Rh	Rhmin	V(m/s)	Vmin (m/s)	H (mm)	Hmin (mm)
21	R193-R194	178,9	178,1	32,1	0,025	38,2	2202	2,240	829	1000	4,70	3,690	0,607	0,010	1,058	0,296	0,565	0,064	4,97	1,389	565	64
21	R194-R195	178,1	177,4	28,9	0,024	38,6	2227	2,266	837	1000	4,63	3,638	0,623	0,011	1,065	0,297	0,574	0,065	4,93	1,376	574	65
21	R195-R196	177,4	176,8	22,03	0,027	38,99	2251	2,290	822	1000	4,91	3,858	0,593	0,010	1,052	0,294	0,558	0,063	5,17	1,444	558	63
21	R196-R197	176,8	176,2	29,3	0,020	39,34	2269	2,308	870	1000	4,26	3,345	0,690	0,012	1,085	0,304	0,609	0,068	4,62	1,296	609	68
21	R197-R198	176,2	175,5	31,8	0,022	39,69	2291	2,331	862	1000	4,42	3,468	0,672	0,011	1,081	0,302	0,600	0,067	4,77	1,335	600	67
21	R198-R199	175,5	174	11,6	0,129	40,04	2314	2,354	620	600	6,93	8,406	0,280	0,005	0,856	0,259	0,360	0,049	9,16	2,773	360	49

Collecteur Secondaire CS6																						
NS B	Tron	Cr,am (m)	Cr,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qusé (l/s)	Qpl (l/s)	Qt (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps	Qps (m3/s)	Rq	Rqmi n	Rv	Rvmi n	Rh	Rhmi n	V(m/ s)	Vmin (m/s)	H (mm)	Hmin (mm)
10	R124-R125	217,5	212,3	65,12	0,080	0,82	75,58	0,076	188	400	4,57	0,574	0,133	0,001	0,727	0,236	0,258	0,040	3,32	1,079	103	16
10	R125-R126	212,3	209,5	48,1	0,058	1,48	131,06	0,133	245	400	3,90	0,490	0,271	0,003	0,850	0,247	0,355	0,044	3,32	0,964	142	18
10	R126-R318	209,5	208,8	41,2	0,017	2,06	176,53	0,179	345	400	2,11	0,265	0,675	0,008	1,082	0,279	0,601	0,057	2,28	0,588	240	23
10	R127-R130	211,4	210	61,25	0,023	0,66	59,39	0,060	217	400	2,44	0,307	0,196	0,002	0,800	0,241	0,306	0,042	1,95	0,589	123	17
10	R130-R318	210	208,8	41,1	0,029	1,19	99,4	0,101	251	400	2,76	0,347	0,290	0,003	0,862	0,250	0,367	0,045	2,38	0,690	147	18
10	R318-R311	208,8	207,9	42,7	0,021	3,25	275,93	0,279	392	400	2,35	0,295	0,947	0,011	1,121	0,300	0,794	0,066	2,63	0,703	318	26
10	R311-R312	207,9	206	55,2	0,034	3,25	275,93	0,279	357	400	3,00	0,377	0,741	0,009	1,095	0,284	0,636	0,059	3,28	0,853	255	24
10	R312-R313	206	203,7	56,7	0,041	3,25	275,93	0,279	347	400	3,25	0,409	0,683	0,008	1,084	0,280	0,605	0,058	3,53	0,911	242	23
10	R313-R314	203,7	201,6	50,7	0,041	3,25	275,93	0,279	345	400	3,29	0,413	0,676	0,008	1,082	0,280	0,602	0,057	3,56	0,919	241	23
10	R314-R315	201,6	199,7	49,5	0,038	3,25	275,93	0,279	350	400	3,17	0,398	0,702	0,008	1,088	0,282	0,615	0,058	3,44	0,891	246	23
10	R315-R316	199,7	196,9	59,9	0,047	3,25	275,93	0,279	338	400	3,49	0,439	0,636	0,007	1,069	0,277	0,581	0,056	3,74	0,966	232	22
10	R316-R317	196,9	194,9	46,2	0,043	3,25	275,93	0,279	342	400	3,36	0,422	0,661	0,008	1,078	0,278	0,594	0,057	3,62	0,936	238	23
10	R314-R173	194,9	194	39,3	0,023	3,25	275,93	0,279	386	400	2,45	0,307	0,909	0,011	1,116	0,297	0,756	0,065	2,73	0,726	302	26

Collecteur Secondaire CS7																						
NSB	Tron	Cr,am (m)	Cr,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qusé (l/s)	Qpl (l/s)	Qt (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps	Qps (m3/s)	Rq	Rqmin	Rv	Rvmin	Rh	Rhmin	V(m/s)	Vmin (m/s)	H (mm)	Hmin (mm)
12	R204-R205	214,2	213,2	61,7	0,016	0,5	36	0,037	192	400	2,06	0,259	0,141	0,002	0,739	0,240	0,265	0,041	1,52	0,493	106	17
12	R205-R206	213,2	212,6	53,8	0,011	1	71,31	0,072	266	400	1,71	0,214	0,337	0,005	0,890	0,258	0,397	0,049	1,52	0,441	159	20
12	R206-R207	212,6	212,4	37,1	0,005	1,4	96,23	0,098	341	400	1,19	0,149	0,655	0,009	1,076	0,289	0,591	0,061	1,28	0,343	236	25
12	R207-R208	212,4	212,2	42,2	0,005	1,81	121,2	0,123	381	400	1,11	0,140	0,880	0,013	1,112	0,312	0,730	0,071	1,24	0,347	292	28
12	R208-R209	212,2	211,2	35,6	0,028	2,17	141,2	0,143	289	400	2,71	0,340	0,421	0,006	0,945	0,270	0,452	0,053	2,56	0,731	181	21
12	R209-R210	211,2	209,2	42,8	0,047	2,67	164,1	0,167	278	400	3,49	0,439	0,380	0,006	0,917	0,268	0,424	0,053	3,20	0,936	170	21
12	R210-R211	209,2	208	47,03	0,026	2,96	187,6	0,191	328	400	2,58	0,324	0,588	0,009	1,049	0,288	0,555	0,061	2,71	0,743	222	24
12	R211-R212	208	204,6	29,6	0,115	3,26	199,4	0,203	253	400	5,48	0,688	0,294	0,005	0,864	0,259	0,370	0,049	4,73	1,418	148	20
12	R212-R201	204,6	203,9	27,7	0,025	3,55	209,8	0,213	342	400	2,57	0,323	0,661	0,011	1,078	0,300	0,594	0,066	2,77	0,770	238	26
12	R200-R201	205,2	203,9	37,6	0,035	0,34	16,62	0,017	125	400	3,00	0,378	0,045	0,001	0,480	0,233	0,141	0,038	1,44	0,699	56	15
12	R201-R202	203,9	202	49,7	0,038	3,89	226,4	0,230	326	400	3,16	0,397	0,580	0,010	1,045	0,292	0,550	0,063	3,30	0,922	220	25
12	R202-R203	202	199,9	42,5	0,049	3,89	226,4	0,230	311	400	3,59	0,451	0,510	0,009	1,005	0,284	0,509	0,059	3,61	1,022	204	24
12	R203-R168	199,9	198,1	29	0,062	3,89	226,4	0,230	298	400	4,03	0,506	0,455	0,008	0,969	0,278	0,474	0,057	3,90	1,121	190	23

Collecteur Secondaire CS8																						
NSB	Tron	Cr,am (m)	Cr,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qusé (l/s)	Qpl (l/s)	Qt (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps	Qps (m3/s)	Rq	Rqmin	Rv	Rvmin	Rh	Rhmin	V(m/s)	Vmin (m/s)	H (mm)	Hmin (mm)
23	R252-R253	194,1	193,1	29,9	0,034	0,55	40,2	0,041	174	300	2,46	0,174	0,234	0,003	0,828	0,248	0,332	0,045	2,04	0,611	99	13
23	R253-R254	193,1	191,7	32,4	0,043	0,96	62,6	0,064	197	300	2,77	0,196	0,324	0,005	0,882	0,260	0,388	0,049	2,45	0,721	117	15
23	R254-R255	191,7	190,7	29,7	0,034	1,35	87,7	0,089	234	300	2,45	0,173	0,515	0,008	1,008	0,279	0,512	0,057	2,47	0,683	154	17
23	R255-R256	190,7	189,5	29,9	0,040	1,74	103,8	0,106	241	300	2,67	0,189	0,559	0,009	1,034	0,288	0,538	0,061	2,76	0,770	161	18
23	R256-R257	189,5	188,7	25,6	0,031	2,13	128,5	0,131	274	300	2,36	0,167	0,784	0,013	1,101	0,311	0,661	0,070	2,60	0,733	198	21
23	R257-R245	188,7	187,9	22,2	0,036	2,46	142,8	0,145	277	300	2,53	0,179	0,812	0,014	1,104	0,317	0,679	0,073	2,80	0,802	204	22
23	R243-R244	191,7	191,1	70,2	0,009	0,55	38,47	0,039	222	300	1,23	0,087	0,448	0,006	0,963	0,269	0,469	0,053	1,19	0,332	141	16
23	R244-R245	191,1	187,8	51,9	0,064	0,91	50,52	0,051	169	300	3,36	0,238	0,216	0,004	0,816	0,253	0,320	0,047	2,74	0,850	96	14
23	R245-R246	187,8	187,2	43	0,014	3,66	202,5	0,206	378	400	1,91	0,240	0,860	0,015	1,110	0,326	0,714	0,076	2,12	0,622	286	31
23	R246-R247	187,2	186,8	39,4	0,010	3,95	211,7	0,216	408	600	2,13	0,603	0,358	0,007	0,902	0,271	0,410	0,054	1,93	0,578	246	32
23	R247-R248	186,8	185,2	43,86	0,036	4,3	227,2	0,232	330	600	4,04	1,143	0,202	0,004	0,806	0,252	0,311	0,046	3,26	1,020	187	28
23	R248R249	185,2	184,8	27,45	0,015	4,63	241	0,246	400	600	2,56	0,723	0,340	0,006	0,891	0,270	0,398	0,054	2,28	0,690	239	32
23	R249-R250	184,8	184,7	32,1	0,003	4,97	254,8	0,260	546	600	1,18	0,334	0,777	0,015	1,100	0,324	0,657	0,075	1,30	0,382	394	45

Collecteur Secondaire CS8(suite)																						
NSB	Tron	Cr,am (m)	Cr,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qusé (l/s)	Qpl (l/s)	Qt (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps	Qps (m3/s)	Rq	Rqmin	Rv	Rvmin	Rh	Rhmin	V(m/s)	Vmin (m/s)	H (mm)	Hmin (mm)
23	R250-R251	184,7	184,6	43,3	0,002	5,27	265,2	0,270	586	600	1,02	0,288	0,940	0,018	1,120	0,344	0,787	0,084	1,14	0,350	472	50
23	R251-R185	184,6	184,5	8,8	0,011	5,27	265,2	0,270	435	600	2,26	0,638	0,424	0,008	0,947	0,282	0,453	0,058	2,14	0,637	272	35

Collecteur Principale CP4																						
NS B	Tron	Cr,am (m)	Cr,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qusé (l/s)	Qpl (l/s)	Qt (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps	Qps (m3/s)	Rq	Rqmi n	Rv	Rvmi n	Rh	Rhmi n	V(m/ s)	Vmin (m/s)	H (mm)	Hmin (mm)
16	R225-R226	244,8	241,8	42,08	0,071	0,5	61,09	0,062	177	300	3,56	0,252	0,245	0,002	0,835	0,240	0,338	0,041	2,97	0,855	102	12
16	R226-R227	241,8	239,2	49,3	0,053	0,83	101,8	0,103	227	300	3,06	0,217	0,474	0,004	0,981	0,253	0,486	0,047	3,01	0,774	146	14
16	R227-R228	239,2	236,4	41,9	0,067	1,14	136,8	0,138	242	300	3,45	0,244	0,566	0,005	1,038	0,258	0,542	0,049	3,58	0,891	163	15
16	R228-R229	236,4	234,3	40,7	0,052	1,42	170,2	0,172	276	300	3,03	0,214	0,801	0,007	1,103	0,271	0,672	0,054	3,34	0,822	202	16
16	R229-R230	234,4	232,6	33,92	0,053	1,61	193,9	0,195	288	300	3,07	0,217	0,900	0,007	1,115	0,277	0,748	0,056	3,43	0,850	224	17
16	R230-R231	232,6	228,6	46,02	0,087	1,87	224,8	0,227	278	300	3,93	0,278	0,815	0,007	1,105	0,272	0,682	0,054	4,34	1,070	204	16
16	R231-R232	228,6	225	38	0,095	2,19	249,2	0,251	284	300	4,11	0,290	0,866	0,008	1,111	0,277	0,719	0,057	4,56	1,139	216	17
16	R232-R233	225	221,3	40,96	0,090	2,55	272,9	0,275	297	300	4,01	0,283	0,972	0,009	1,122	0,287	0,821	0,060	4,50	1,150	246	18
16	R233-R234	221,3	219,1	32,39	0,068	2,81	290	0,293	320	400	4,21	0,529	0,553	0,005	1,031	0,263	0,535	0,051	4,34	1,106	214	20
16	R234-R235	219,1	215,3	41,6	0,091	3,03	316	0,319	313	400	4,88	0,614	0,520	0,005	1,011	0,260	0,515	0,050	4,94	1,271	206	20
16	R235-R236	215,3	211,6	41,59	0,089	3,14	342,9	0,346	324	400	4,82	0,606	0,571	0,005	1,041	0,262	0,545	0,050	5,02	1,262	218	20
16	R236-R237	211,6	209,5	16,67	0,126	3,32	352,7	0,356	307	400	5,74	0,721	0,494	0,005	0,995	0,258	0,499	0,049	5,70	1,480	200	19
16	R237-R238	209,5	206,3	17,8	0,180	3,4	360,8	0,364	290	400	6,85	0,861	0,423	0,004	0,946	0,254	0,453	0,047	6,48	1,737	181	19
16	R238-R239	206,3	204,4	18,02	0,105	3,47	368,2	0,372	323	400	5,25	0,659	0,564	0,005	1,037	0,262	0,541	0,050	5,44	1,377	216	20
16	R239-R240	204,4	200,6	37,47	0,101	3,56	377,9	0,381	328	400	5,15	0,647	0,590	0,006	1,050	0,264	0,556	0,051	5,40	1,358	222	20
16	R240-R241	200,6	197,3	28,06	0,118	3,63	384,5	0,388	321	400	5,54	0,696	0,557	0,005	1,034	0,262	0,537	0,050	5,73	1,452	215	20
16	R241-R224	197,3	194,5	28,8	0,097	3,67	387,7	0,391	334	400	5,04	0,633	0,618	0,006	1,063	0,266	0,571	0,052	5,35	1,340	229	21
16	R224-R242	194,5	191,6	53,7	0,054	3,45	427,83	0,431	387	400	3,75	0,472	0,914	0,007	1,117	0,276	0,761	0,056	4,19	1,036	304	22

Collecteur Secondaire CS9																						
NSB	Tron	Cr,am (m)	Cr,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qusé (l/s)	Qpl (l/s)	Qt (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps	Qps (m3/s)	Rq	Rqmin	Rv	Rvmin	Rh	Rhmin	V(m/s)	Vmin (m/s)	H (mm)	Hmin (mm)
15	R217-R218	200,9	200,8	64,75	0,002	0,6	48,92	0,050	334	400	0,64	0,080	0,621	0,008	1,064	0,277	0,573	0,057	0,68	0,176	229	23
15	R218-R219	200,8	199,8	62,4	0,016	1,34	114,5	0,116	297	400	2,05	0,257	0,451	0,005	0,965	0,262	0,471	0,050	1,97	0,536	188	20
15	R219-220	199,8	198,9	74,3	0,012	2,23	199,4	0,202	385	400	1,78	0,223	0,902	0,010	1,115	0,293	0,750	0,063	1,98	0,521	300	25
15	R220-R221	198,9	197,5	45,02	0,031	2,79	242,8	0,246	347	400	2,85	0,358	0,686	0,008	1,084	0,279	0,607	0,057	3,09	0,795	243	23
15	R222-R223	200,6	198	54,7	0,048	0,42	26,60	0,027	140	300	2,91	0,206	0,131	0,002	0,724	0,241	0,256	0,042	2,11	0,699	77	12
15	R223-R224	198	194,5	46,7	0,075	0,77	40,13	0,041	150	300	3,65	0,258	0,158	0,003	0,762	0,247	0,279	0,044	2,78	0,902	84	13

Collecteur Secondaire CS10																						
NSB	Tron	Cr,am (m)	Cr,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qusé (l/s)	Qpl (l/s)	Qt (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps	Qps (m3/s)	Rq	Rqmin	Rv	Rvmin	Rh	Rhmin	V(m/s)	Vmin (m/s)	H (mm)	Hmin (mm)
13	R1-R2	268,3	267,8	38,8	0,013	0,5	35,92	0,036	200	400	1,83	0,231	0,158	0,002	0,762	0,241	0,279	0,042	1,40	0,443	112	17
13	R2-R3	267,8	267,1	31,4	0,022	0,89	58,16	0,059	217	400	2,41	0,303	0,195	0,003	0,799	0,247	0,306	0,044	1,93	0,595	122	18
13	R3-R4	267,1	266,9	37,7	0,005	1,3	82,96	0,084	324	400	1,18	0,148	0,570	0,009	1,040	0,286	0,545	0,060	1,22	0,336	218	24
13	R4-R5	266,9	266,2	43,1	0,016	1,75	112,9	0,115	295	400	2,06	0,259	0,443	0,007	0,960	0,272	0,466	0,055	1,98	0,561	186	22
13	R5-R6	266,2	265,7	38,8	0,013	2,14	141,1	0,143	335	400	1,83	0,231	0,621	0,009	1,064	0,289	0,573	0,061	1,95	0,530	229	24
13	R6-R7	265,7	262,7	37,6	0,080	2,58	169,3	0,172	255	400	4,56	0,574	0,300	0,004	0,867	0,257	0,373	0,048	3,96	1,174	149	19
13	R7-R8	262,7	260,9	29,3	0,061	2,8	193,3	0,196	281	400	4,00	0,503	0,390	0,006	0,923	0,264	0,431	0,051	3,70	1,059	172	21
13	R8-R9	260,9	259	37	0,051	3,44	224,1	0,228	307	400	3,66	0,460	0,494	0,007	0,995	0,277	0,499	0,056	3,64	1,014	200	23
13	R9-R10	259	256,4	34,3	0,076	3,87	252,3	0,256	299	400	4,45	0,559	0,458	0,007	0,971	0,273	0,476	0,055	4,32	1,216	190	22
13	R10-R11	256,4	252,8	38,64	0,093	4,35	285,6	0,290	301	400	4,93	0,620	0,468	0,007	0,977	0,274	0,482	0,055	4,82	1,351	193	22
13	R11-R12	252,8	249,4	36,23	0,094	4,84	320,7	0,326	314	400	4,95	0,622	0,523	0,008	1,014	0,279	0,517	0,057	5,02	1,381	207	23
13	R12-R13	249,4	247,5	37,18	0,051	5,32	354,1	0,359	365	400	3,65	0,459	0,783	0,012	1,101	0,303	0,661	0,067	4,02	1,108	264	27
13	R13-R14	247,5	244,6	30,03	0,097	5,7	376,3	0,382	331	400	5,02	0,631	0,605	0,009	1,057	0,287	0,564	0,061	5,31	1,442	226	24
13	R14-R15	244,6	242,4	22,2	0,099	6,09	403,7	0,410	339	400	5,09	0,639	0,641	0,010	1,071	0,290	0,584	0,062	5,45	1,476	233	25
13	R15-R16	242,4	239,6	30,11	0,093	6,48	431,9	0,438	351	400	4,93	0,619	0,708	0,010	1,089	0,296	0,619	0,064	5,37	1,460	247	26
13	R16-R17	239,6	237,4	34,78	0,063	6,98	467	0,474	389	400	4,06	0,511	0,928	0,014	1,118	0,316	0,775	0,072	4,55	1,285	310	29
13	R17-R18	237,4	235,4	37,73	0,053	7,47	502,9	0,510	413	600	4,87	1,378	0,370	0,005	0,911	0,263	0,418	0,051	4,44	1,284	251	31

Collecteur Secondaire CS10(suite)

NSB	Tron	Cr,am (m)	Cr,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qusé (l/s)	Qpl (l/s)	Qt (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps	Qps (m3/s)	Rq	Rqmin	Rv	Rvmin	Rh	Rhmin	V(m/s)	Vmin (m/s)	H (mm)	Hmin (mm)
13	R18-R19	235,4	234,3	17,82	0,062	7,78	520,8	0,529	407	600	5,26	1,487	0,355	0,005	0,901	0,262	0,408	0,050	4,74	1,379	245	30
14	R19-R20	234,3	231,6	45,47	0,059	8,32	562,3	0,571	422	600	5,16	1,459	0,391	0,006	0,924	0,265	0,432	0,052	4,77	1,369	259	31
14	R20-R21	231,6	229,2	41,67	0,058	8,9	609,1	0,618	437	600	5,08	1,437	0,430	0,006	0,951	0,269	0,458	0,053	4,83	1,365	275	32
14	R21-R22	229,2	226,4	40,95	0,068	9,52	660,2	0,670	436	600	5,54	1,565	0,428	0,006	0,950	0,268	0,456	0,053	5,26	1,483	274	32
14	R22-R23	226,4	222,1	34,44	0,124	10,15	712,3	0,722	402	500	6,59	2,105	0,343	0,005	0,893	0,259	0,400	0,049	6,65	1,932	240	30
14	R23-R24	222,1	216,3	40,2	0,145	10,8	768,8	0,780	401	500	6,94	2,282	0,342	0,005	0,892	0,259	0,400	0,049	7,20	2,089	240	29
14	R24-R25	216,3	211,9	28,76	0,153	11,3	803,2	0,815	404	500	6,92	2,342	0,348	0,005	0,896	0,259	0,404	0,049	7,42	2,149	242	30
14	R25-R26	211,9	209,3	24,07	0,108	11,73	833,2	0,845	437	600	6,96	1,968	0,429	0,006	0,951	0,267	0,457	0,052	6,62	1,858	274	31
14	R26-R27	209,3	206	43,9	0,075	13,05	945,50	0,959	490	600	5,81	1,641	0,584	0,008	1,047	0,280	0,553	0,058	6,08	1,626	332	35
14	R27-R28	206	204	31,65	0,063	13,45	975,21	0,989	513	600	5,32	1,505	0,657	0,009	1,076	0,286	0,592	0,060	5,73	1,525	355	36
14	R28-R29	204	202,8	37,6	0,032	13,78	999,80	1,014	588	600	3,78	1,069	0,948	0,013	1,121	0,311	0,795	0,070	4,24	1,178	477	42
14	R29-R30	202,8	200,2	35,9	0,072	14,1	999,80	1,014	504	600	5,70	1,611	0,629	0,009	1,067	0,285	0,577	0,060	6,08	1,626	346	36
14	R30-R31	200,2	198,7	29,6	0,051	14,56	999,80	1,014	539	600	4,77	1,348	0,753	0,011	1,097	0,298	0,643	0,065	5,23	1,422	386	39

Collecteur Secondaire CS12

NSB	Tron	Cr,am (m)	Cr,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qusé (l/s)	Qpl (l/s)	Qt (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps	Qps (m3/s)	Rq	Rqmin	Rv	Rvmin	Rh	Rhmin	V(m/s)	Vmin (m/s)	H (mm)	Hmin (mm)
10	R124-R125	217,5	212,3	65,12	0,080	0,82	75,58	0,076	188	400	4,57	0,574	0,133	0,001	0,727	0,236	0,258	0,040	3,32	1,079	103	16
10	R125-R126	212,3	209,5	48,1	0,058	1,48	131,06	0,133	245	400	3,90	0,490	0,271	0,003	0,850	0,247	0,355	0,044	3,32	0,964	142	18
10	R126-R318	209,5	208,8	41,2	0,017	2,06	176,53	0,179	345	400	2,11	0,265	0,675	0,008	1,082	0,279	0,601	0,057	2,28	0,588	240	23
10	R127-R130	211,4	210	61,25	0,023	0,66	59,39	0,060	217	400	2,44	0,307	0,196	0,002	0,800	0,241	0,306	0,042	1,95	0,589	123	17
10	R130-R318	210	208,8	41,1	0,029	1,19	99,4	0,101	251	400	2,76	0,347	0,290	0,003	0,862	0,250	0,367	0,045	2,38	0,690	147	18
10	R318-R311	208,8	207,9	42,7	0,021	3,25	275,93	0,279	392	400	2,35	0,295	0,947	0,011	1,121	0,300	0,794	0,066	2,63	0,703	318	26
10	R311-R312	207,9	206	55,2	0,034	3,25	275,93	0,279	357	400	3,00	0,377	0,741	0,009	1,095	0,284	0,636	0,059	3,28	0,853	255	24
10	R312-R313	206	203,7	56,7	0,041	3,25	275,93	0,279	347	400	3,25	0,409	0,683	0,008	1,084	0,280	0,605	0,058	3,53	0,911	242	23
10	R313-R314	203,7	201,6	50,7	0,041	3,25	275,93	0,279	345	400	3,29	0,413	0,676	0,008	1,082	0,280	0,602	0,057	3,56	0,919	241	23
10	R314-R315	201,6	199,7	49,5	0,038	3,25	275,93	0,279	350	400	3,17	0,398	0,702	0,008	1,088	0,282	0,615	0,058	3,44	0,891	246	23
10	R315-R316	199,7	196,9	59,9	0,047	3,25	275,93	0,279	338	400	3,49	0,439	0,636	0,007	1,069	0,277	0,581	0,056	3,74	0,966	232	22
10	R316-R317	196,9	194,9	46,2	0,043	3,25	275,93	0,279	342	400	3,36	0,422	0,661	0,008	1,078	0,278	0,594	0,057	3,62	0,936	238	23
10	R314-R173	194,9	194	39,3	0,023	3,25	275,93	0,279	386	400	2,45	0,307	0,909	0,011	1,116	0,297	0,756	0,065	2,73	0,726	302	26

Collecteur Secondaire CS11																						
NSB	Tron	Cr,am (m)	Cr,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qusé (l/s)	Qpl (l/s)	Qt (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps	Qps (m3/s)	Rq	Rqmin	Rv	Rvmin	Rh	Rhmin	V(m/s)	Vmin (m/s)	H (mm)	Hmin (mm)
14	R213-R214	214	213,5	44,35	0,011	0,58	46,76	0,047	227	300	1,42	0,100	0,473	0,006	0,981	0,266	0,485	0,052	1,39	0,377	146	16
14	R214-R215	213,5	210,9	45,06	0,058	0,98	76,76	0,078	201	300	3,20	0,226	0,343	0,004	0,893	0,256	0,401	0,048	2,86	0,821	120	14
14	R215-R216	210,9	210,5	26,4	0,015	1,32	112,30	0,114	298	300	1,64	0,116	0,979	0,011	1,123	0,302	0,828	0,067	1,84	0,496	249	20
14	R216-R26	210,5	209,3	42,43	0,028	1,32	112,30	0,114	265	300	2,24	0,159	0,717	0,008	1,091	0,283	0,623	0,059	2,45	0,634	187	18

Annexe II :

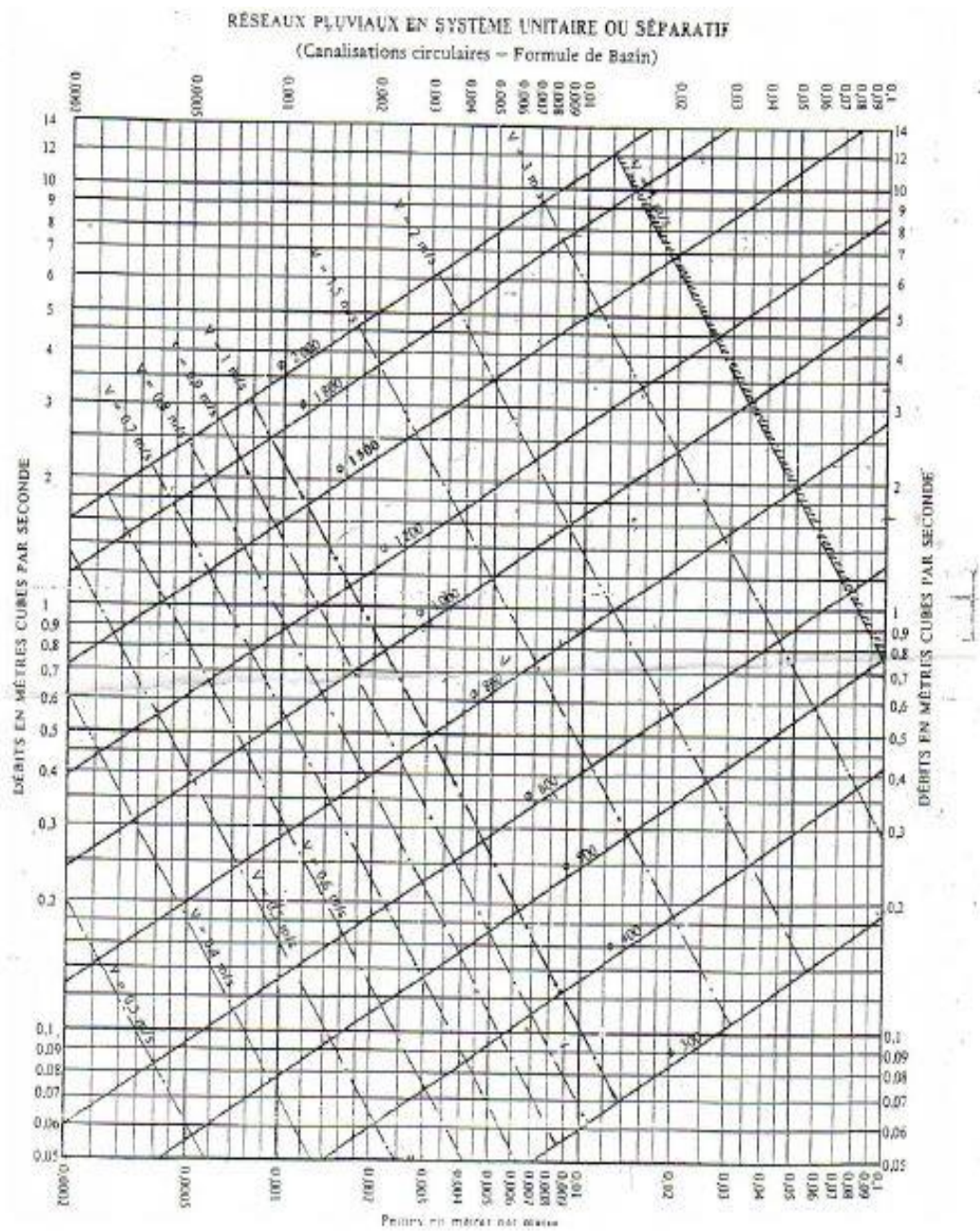
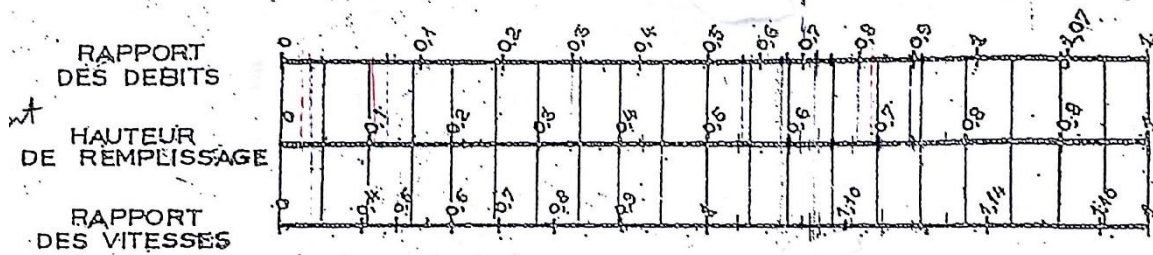


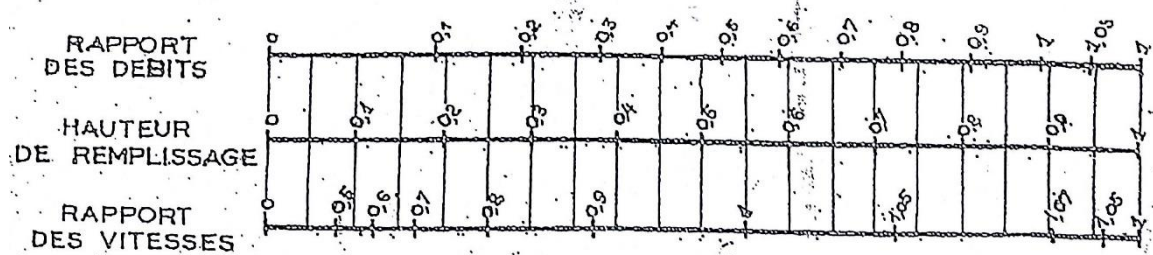
Figure 1: Abaque de variation des diamètres et des vitesses en fonction de débit et de la pente (D'après la formule de Bazin)

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

Figure 2 : Abaque de variation des débits et des vitesses en fonction de la hauteur de remplissage (D'après la formule de Bazin)