

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

**ECOLE NATIONALE SUPERIEURE DE L'HYDRAULIQUE
- ARBAOUI ABDELLAH -**

DEPARTEMENT D'HYDRAULIQUE URBAINE

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

Option : Assainissement

THEME :

**DIAGNOSTIC ET REHABILITATION DU RESEAU
D'ASSAINISSEMENT DE LA ZONE
D'URBANISATION D'IHEDDADEN- W.BEJAIA**

Présenté par :

M^{elle} AKROUM Asma

Devant le jury composé de :

Nom et prénom	Grade	Qualité
M ^r AMMARI Abdelhadi	MCB	Président
M ^{me} BELABES Salima	MAA	Membre
M ^r BOUFEKANE Abdemadjid	MAA	Membre
M ^{me} SAIDI Hayet	Doctorante	Membre
M ^r KAHLERRAS Djilali	MCB	Promoteur

Septembre 2016

مستخلص

يهدف العمل المقدم الى دراسة تشخيصية لنظام الصرف الصحي في المنطقة الحضرية إحدادن – ولاية بجاية.

هذه الدراسة تشمل ثلاث خطوات أساسية:

- تقديم الحالة الراهنة لنظام الصرف الصحي (تشخيص شبكة التطهير للمنطقة)
 - تقييم تدفق مياه الصرف الصحي
 - في النهاية، انشاء مخطط تنفيذي قابل للانجاز في الميدان
- الكلمات المفتاحية: تشخيص، شبكة ، الصرف الصحي ، المياه القذرة.

Résumé

Le travail présenté ici correspond à une étude de diagnostic du système d'assainissement de la zone d'urbanisation Iheddadden – wilaya de Béjaia.

Pour ce faire, notre étude comprendra essentiellement trois étapes :

- La première, consistera à présenter l'état actuel du système d'assainissement existant.
- Dans la seconde, nous présenterons une évaluation des débits d'eaux usées, en temps sec, et des débits d'eau pluviale, en temps de pluie.
- En fin, dans la troisième étape, la conception et le dimensionnement du réseau d'assainissement sera présentée.

Mots clés : Diagnostic, Réseau, Assainissement, Les eaux usées.

Abstract:

The aim of our study is to rehabilitate the sewage network of agglomeration Iheddadden - situated in Bejaia.

Our study include three steps:

- Diagnosis of the existing network
- Evaluation of wastewater flow
- Design and dimensioning of the sewerage system

Keywords: diagnosis, sewage network, sanitation, Wastewater.

Remerciements

Au terme de ce travail, je tiens à exprimer ma gratitude et mes remerciements pour toutes les personnes qui ont contribué à sa réalisation.

Je tiens tout d'abord à remercier Mr KAHLERRAS Djilali, mon encadreur à l'ENSH – Blida, pour son aide, ses conseils, son encouragement et sa disponibilité dans ce projet.

Je remercie également Mr LAHLAH Salah de l'ONA-Alger, Mr MOUSSAOUI Fayçal et Mr Rida de bureau d'étude SCE – Béjaia, pour leurs conseils intéressants, leur soutien moral, ainsi que le temps qu'ils m'ont réservé malgré leurs grandes occupations.

Je présente mes sincères remerciements à tous mes enseignants et professeurs du primaire au cycle universitaire.

Je tiens d'autre part à remercier les respectables membres du jury pour bien vouloir m'accorder de leurs temps précieux pour commenter, discuter et juger mon travail.

En fin, je ne peux achever ce mémoire sans exprimer ma gratitude à tous les professeurs de l'Ecole Nationale Supérieure de l'Hydraulique.

Dédicace

A ma mère,

Tu m'as donné la vie, la tendresse et le courage pour réussir. Tout ce que je peux t'offrir ne pourra exprimer l'amour et la reconnaissance que je te porte.

En témoignage, je t'offre ce modeste travail pour te remercier pour tes sacrifices et pour l'affection dont tu m'as toujours entourée.

A mon père,

L'épaule solide, l'œil attentif compréhensif et la personne la plus digne de mon estime et de mon respect.

Aucune dédicace ne saurait exprimer mes sentiments, que Dieu te préserve et te procure santé et longue vie

A mon frère Amine,

A mes sœurs Khadidja et Assia,

A ma tante Nadia,

A mon oncle Rachid,

A ma famille entière,

A mes amis, particulièrement Farah, Linda, Hadjer et Afaf.

Sommaire

Introduction générale.....	1
<u>Chapitre I :</u>	<u>Présentation de la zone d'étude</u>
I.1. Introduction	3
I.2. Présentation de l'aire d'étude	3
I.2.1. Situation géographique	3
I.2.2. Relief	4
I.2.3. Situation géologique	4
I.2.4. Situation hydrographique	4
I.2.5. Situation climatique	6
I.2.6. Situation démographique	8
I.2.7. Situation hydraulique	8
I.2.8. Les équipements dans la zone d'étude	8
I.3. Conclusion	9
<u>Chapitre II :</u>	<u>Etude hydrologique</u>
II.1. Introduction	11
II.2. Choix de la période de retour	11
II.3. Analyse des données statistiques	11
II.3.1. Calcul des caractéristiques de la série	12
II.4. Choix de la loi d'ajustement	12
II.4.1. Ajustement graphique	12
II.4.2. Ajustement analytique	14
II.5. Détermination de l'intensité moyenne des précipitations	15
II.6. Conclusion	15
<u>Chapitre III :</u>	<u>Diagnostic du réseau d'évacuation</u>
III.1. Introduction	17
III.2. Présentation du bassin de collecte	17
III.3. Description du réseau d'assainissement existant	19
III.3.2. Conduites	19
III.3.3. Les regards	20
III.3.4. Ouvrages spéciaux	20
III.4. Principaux dysfonctionnements et problématiques observés	21
III.4.1. Problèmes des conduites	21
III.4.2. Problèmes des regards	24
III.4.3. Etat des oueds	27
III.5. Recommandation et plan de réhabilitation du réseau d'assainissement	27
III.6. Conclusion	27

Chapitre IV : Calcul de base

IV.1. Introduction	29
IV.2. Estimation de la population	29
IV.3. Différents systèmes des réseaux d'assainissement	29
IV.3.1. Système unitaire	29
IV.3.2. Système séparatif	30
IV.3.3. Système pseudo séparatif	31
IV.4. Schéma d'évacuation	32
IV.4.1. Schéma perpendiculaire au cours d'eau	32
IV.4.2. Schéma par déplacement latéral ou à collecteur latéral	33
IV.4.3. Schéma à collecteur transversal ou de collecte oblique	33
IV.4.4. Schéma par zone étagée ou par intercepteur	34
IV.4.5. Schéma à centre collecteur unique (schéma radial)	34
IV.5. Découpage de la zone d'étude en sous-bassins	35
IV.6. Evaluation du coefficient de ruissellement	36
IV.7. Calcul du nombre d'habitants pour chaque sous bassin	37
IV.8. Conclusion	38

Chapitre V : Evaluation des débits à évacuer

V.1. Introduction	40
V.2. Evaluation des débits des eaux usées	40
V.2.1. Les différentes provenances des eaux usées	40
V.2.2. Estimation des débits des eaux usées	41
V.3. Evaluation des débits d'eau pluviale	43
V.3.1. La méthode rationnelle	44
V.3.2. La méthode superficielle	44
V.3.3. Choix de la méthode de calcul	46
V.4. Conclusion	47

Chapitre VI : Calcul hydraulique

VI.1. Introduction	49
VI.2. Conditions d'écoulement et de dimensionnement	49
VI.3. Plan du calcul des paramètres hydrauliques et géométriques	49
VI. 3. 1. Diamètre calculé	50
VI. 3. 2. La pente	50
VI. 3. 3. Le débit en pleine section	51
VI. 3. 4. La vitesse en pleine section	51
VI. 3. 5. Rapport des débits	51
VI. 3. 6. Rapport des vitesses	51
VI. 3. 7. Rapport des hauteurs	51
VI.4. Dimensionnement du réseau d'assainissement	52
VI.5. Conclusion	52

Chapitre VII : Eléments constitutifs du réseau d'égout et ouvrages annexes

VII.1. Introduction	53
VII.2. Les différents ouvrages du système d'assainissement.....	53
VII.2.1. Les ouvrages principaux	53
VII.2.2. Ouvrages annexes	57
VII.3. Dimensionnement du déversoir d'orage	63
VII.4. Conclusion	65

Chapitre VIII : Pose de canalisation

VIII.1. Introduction	67
VIII.2. Emplacement des canalisations	67
VIII.3. Réalisation du réseau d'assainissement	67
VIII.4. Conclusion.....	70

Chapitre IX : Prévention et sécurité du travail

IX.1. Introduction	72
IX.2. Les principaux risques	72
IX.2.1. Risque infectieux	72
IX.2.2. Risque chimique	72
IX.2.3. Risque mécanique	72
IX.2.4. Risque électrique	73
IX.3. La prévention des risques	73
IX.3.1. Conception des lieux et des équipements de travail	73
IX.3.2. Equipements de protection individuelle	74
IX.3.3. Surveillance médicale et vaccinations	74
IX.3.4. Formation	74
IX.4. Conclusion	75

Conclusion générale	76
---------------------------	----

Références bibliographiques

Annexes

Liste des tableaux

Tableau	Page
Tableau I-1 : Températures moyenne maximales, minimales et moyennes mensuelles (station météorologique de Bejaia, 2010)	6
Tableau I-2 : Précipitations moyennes mensuelles	7
Tableau I-3 : Moyennes mensuelles de l'humidité (2005-2009) (Station météorologique Bejaia, 2010)	8
Tableau I-4 : Les équipements existants dans le secteur d'étude	8
Tableau II-1 : Série des pluies journalières maximales	11
Tableau II-2 : Ajustement à la loi de Gumbel	13
Tableau II-3 : Résultat de l'ajustement à la loi de Galton	14
Tableau III-1 : Inventaire des diamètres des conduites circulaires	19
Tableau III-2 : Situation de l'état des regards inspectés - Iheddaden	25
Tableau IV-1 : Estimation de la population	29
Tableau IV-2 : avantages et inconvénients des systèmes d'assainissement	31
Tableau IV-3 : Surface des sous bassins de la zone d'étude	35
Tableau IV-4 : Estimation du coefficient de ruissellement suivant la densité de population	36
Tableau IV-5 : Estimation du coefficient de ruissellement suivant la nature des surfaces	36
Tableau IV-6 : Coefficient de rejet et de restitution par sous bassin	37
Tableau IV-7 : Tableau récapitulatif	38
Tableau V-1 : Évaluation des débits d'eaux usées domestiques	42
Tableau V-2 : Évaluation des débits des équipements	42
Tableau V-3 : tableau récapitulatif	43
Tableau V-4 : Calcul des débits pluviaux pour chaque sous bassin par la méthode rationnelle	46
Tableau IV-5 : Calcul du débit total pour chaque sous bassin	47
Tableau VII-1 : Caractéristiques du déversoir d'orage	65

Liste des figures

Figure	Page
Figure I-1 : situation géographique d'Iheddaden – W. Béjaia	3
Figure I-2 : le réseau hydrographique de la zone d'étude	4
Figure I-3 : Oued N'savone (oued à l'état naturel)	5
Figure I-4 : Oued Serir (oued canalisé mais toujours à ciel ouvert)	5
Figure I-5 : Oued Laazib, canalisé en galerie fermée	5
Figure I-6 : Courbe de la variation des températures moyennes mensuelles (station météorologique de Bejaia, 2010)	6
Figure I-7 : Pluviométrie à l'aéroport de Béjaia	7
Figure II.1 : Ajustement a loi de Gumbel	13
Figure II.2 : Ajustement à la loi GALTON	14
Figure III-1 : Schéma synoptique du fonctionnement du système d'assainissement de la ville de Béjaia	18
Figure III-2 : trop-plein	20
Figure III-3 : Dépôt dans la conduite, stagnation des eaux et fissuration sur la génératrice supérieure	21
Figure III-4 : conduite encombrée par des déchets ménagers et des gravats	21
Figure III-5 : Débordement d'un regard (Sous dimensionnement)	22
Figure III-6 : Inondation de voirie (Problèmes d'avaloirs)	22
Figure III-7 : Effondrement de la conduite	23
Figure III-8 : Corrosion des parois en béton d'une conduite	24
Figure III-9 : Etat dégradé des tampons des regards	24
Figure III-10 : Attaque chimique	26
Figure III-11 : Regard dont les conduites amont et aval sont masquées par les déchets. (Absence d'échelle de descente)	26
Figure III-12 : État de l'Oued Serir	27
Figure IV-1 : système d'assainissement unitaire	30
Figure IV-2 : système d'assainissement séparatif	30
Figure IV-3 : système d'assainissement pseudo-séparatif	31
Figure IV-4 : Schéma perpendiculaire au cours d'eau	33
Figure IV-5 : Schéma par déplacement latéral	33
Figure IV-6 : Schéma à collecteur transversal	33
Figure IV-7 : Schéma par zone étagée	34
Figure IV-8 : Schéma radial	34
Figure VII-1 : Tuyau ovoïde préfabriqué	55
Figure VII-2 : Collecteur de type ovoïde à deux banquettes et une cunette	55
Figure VII-3 : Collecteur en brique sous forme ovoïdale	57
Figure VII-4 : Description schématique d'un branchement particulier	58
Figure VII-5 : Bouche d'égout à grille	59
Figure VII-6 : Bouche d'égout à avaloir	59
Figure VII-7 : Exemple de gargouille en pvc avec une grille incorporée	59
Figure VII-8 : Caniveau	60

Figure	Page
Figure VII-9 : regard de visite	61
Figure VII-10 : Déversoir d'orage à seuil latéral	62
Figure VII-11 : Déversoir d'orages à seuil frontal	62
Figure VII-12 : Déversoir d'orage à double seuil latéral	63
Figure VII-13 : Déversoir d'orage avec ouverture du radier	63
Figure VIII-1 : une niveleuse	67
Figure VIII-2 : Pelle sur pneus, avec godet en rétro	68
Figure VIII-3 : Pose de canalisation	69
Figure VIII-4 : Un chargeur	70
Figure IX-1 : Risques mécaniques	72
Figure IX-2 : consignes de sécurité	73
Figure IX-3 : Les équipements de protection individuelle	74

Liste des planches

Plan N°1 : Levé topographique de l'agglomération d'Iheddaden – W.Béjaia

Plan N°2 : Le réseau d'assainissement existant dans l'agglomération d'Iheddaden – W.Béjaia

Plan N°3 : plan d'urbanisation montrant le schéma du tracé du système adopté avec découpage des sous bassins

Plan N°4 : Profil en long du collecteur principal

Plan N°5 : Ensemble des ouvrages annexes

Introduction générale

Les systèmes d'assainissement de la plupart des villes en Algérie, présentent d'importants problèmes dont les conséquences sur la santé de la population et sur l'environnement peuvent être sérieuses (maladies hydriques transmissibles, inondation, dégradation des oueds naturels, fermeture des plages à la baignade autour des grandes villes). Et malgré les investissements consentis ces dernières années par les autorités publiques pour la mise à niveau de l'assainissement en termes de construction de réseaux et de stations d'épuration, peu de moyens ont été mis à la disposition des opérateurs pour l'exploitation de ces systèmes, et particulièrement leur maintenance.

Le travail présenté ici correspond tout d'abord à la présentation des premiers résultats de l'étude de diagnostic du système d'assainissement de la zone d'étude.

Pour ce faire, notre étude comprendra essentiellement trois étapes :

La première, consistera à présenter l'état actuel du système d'assainissement existant en analysant les rapports élaborés par le bureau d'étude SCE. La participation aux différentes activités de l'équipe notamment les sorties et visites sur site, nous ont permis de mieux comprendre la situation et l'état global du réseau d'assainissement de l'agglomération d'Iheddaden.

Dans la seconde, nous présenterons une évaluation des débits d'eaux usées, en temps sec, et des débits d'eau pluviale, en temps de pluie.

En fin, dans la troisième étape, le dimensionnement du réseau sera présenté.

CHAPITRE I

Présentation

de la zone

d'étude

I.1. Introduction

Avant d'entamer n'importe quel projet d'assainissement, l'étude du site est nécessaire pour connaître les caractéristiques physiques, environnementales et socioéconomiques des lieux, et les facteurs mis en jeu dans la conception et le dimensionnement des différents éléments techniques du projet.

I.2. Présentation de l'aire d'étude

I.2.1. Situation géographique

La zone d'urbanisation Iheddaden se situe dans la première extension de la ville de Béjaia par rapport à l'ancienne limite du périmètre urbain qui est la zone industrielle.

Elle est d'environ 13621 habitants ; dont près de 11000 habitants résident dans le logement collectif et 2000 habitants dans l'individuel ; et d'une superficie de 96,046 Ha.

Iheddaden est bordée, comme le montre la carte ci-après :

- Au nord et à l'est par oued Serir et la zone industrielle
- Au sud par la route Aures et son prolongement vers le quartier Tizi
- A l'ouest par l'habitat individuel des quartiers de Takleat et Dar Djebel au piémont de Sidi Boudraham
-

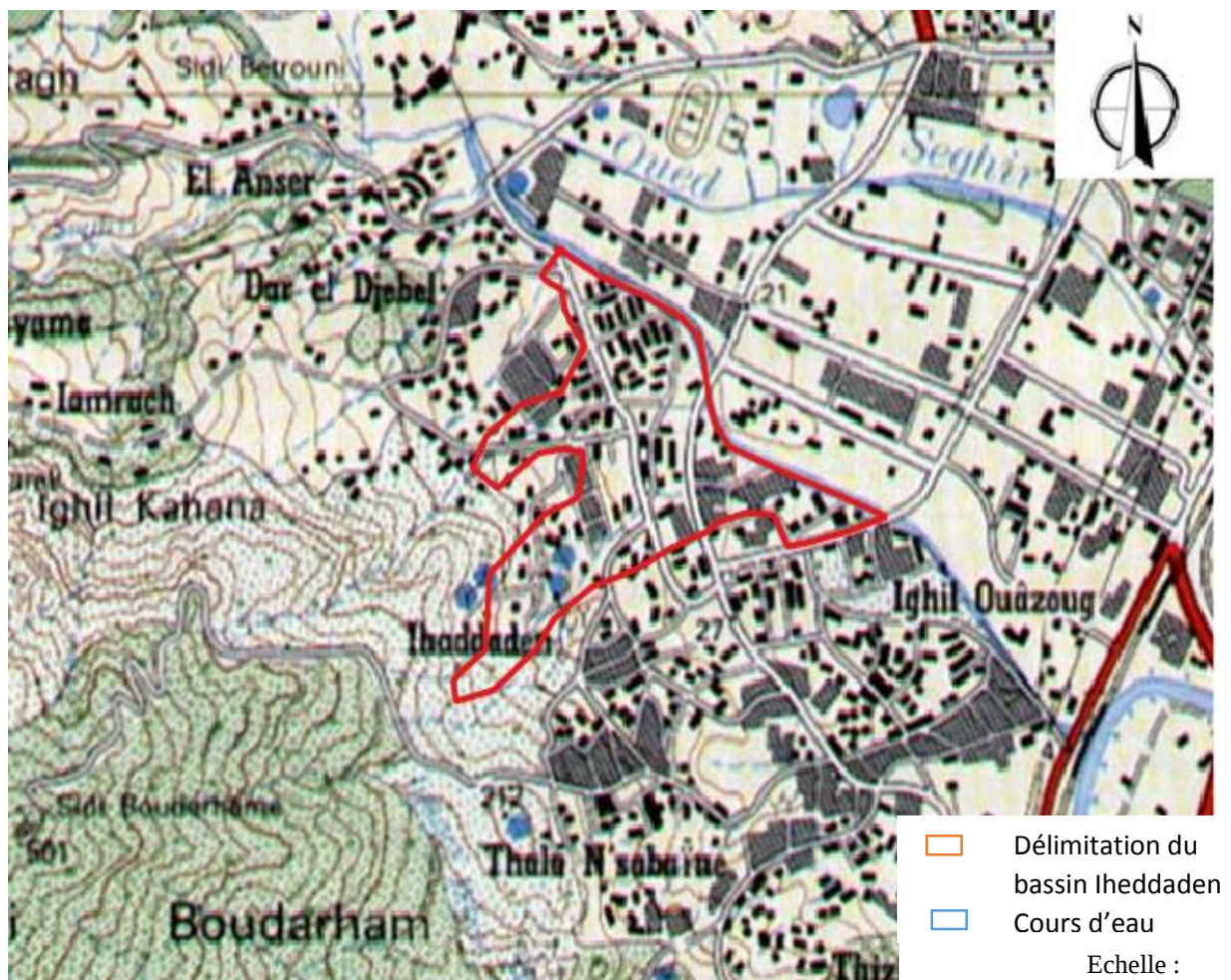


Figure I-1 : situation géographique d'Iheddaden – W. Béjaia

I.2.2. Relief

La zone s'étale sur un site d'une faible pente, qui était un ancien terrain d'exploitation agricole, séparée de la ville par la zone industrielle qui longe l'oued Serir.

I.2.3. Situation géologique

Iheddaden est dominée par des formations des Crétacés marins sur une base dure de calcaire dure, ce qui induit une roche perméable avec de nombreuses possibilités de résurgence et d'affleurement de source permanente ou temporaire.

I.2.4. Situation hydrographique

Les Oueds qui parcourent la zone d'étude sont les suivants :

- Oued Serir : qui est un des deux principaux oueds urbains de Béjaia. Il passe au nord d'Iheddaden pour rejoindre la Soummam.
- Oued Laazib
- Oued N'savone

La carte suivante représente le réseau hydrographique existant dans l'aire d'étude :

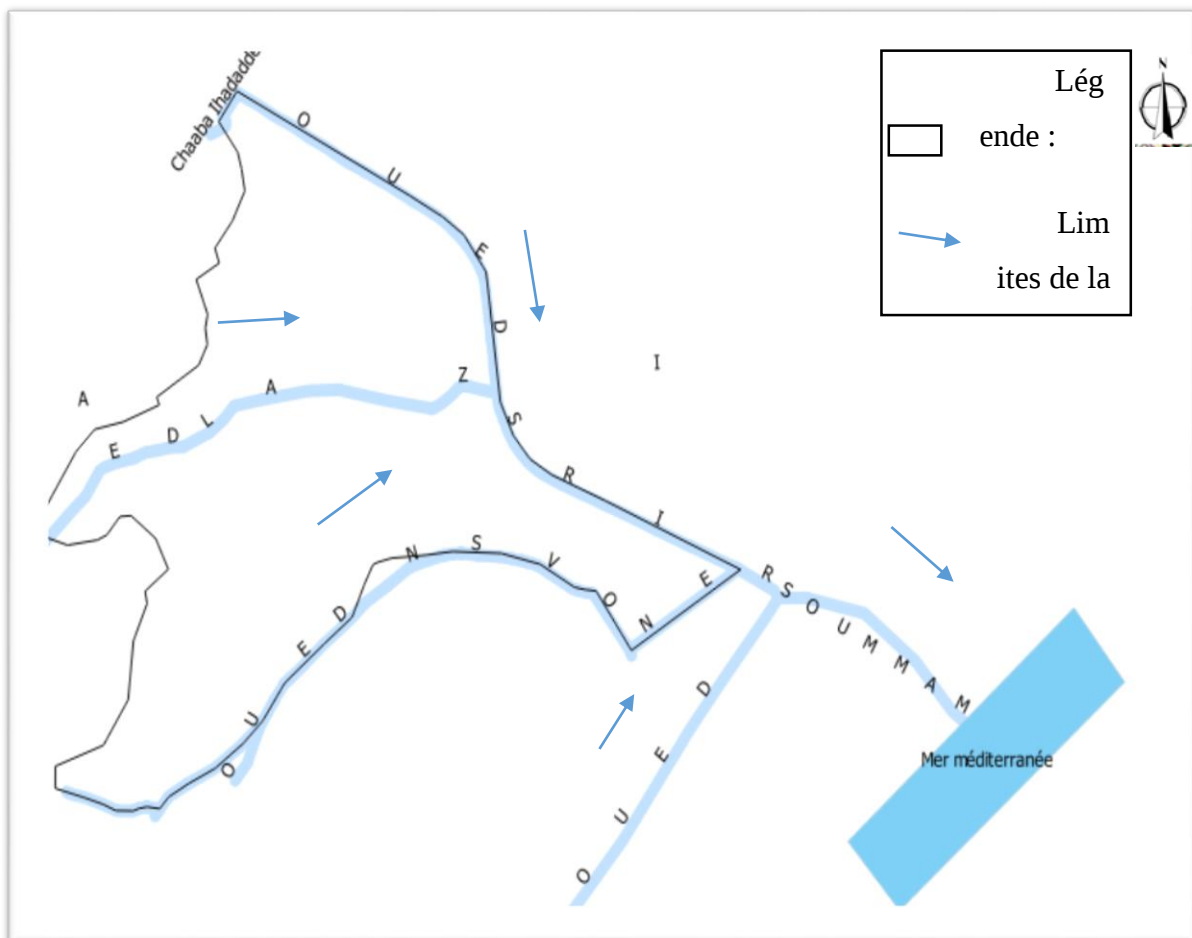


Figure I-2 : le réseau hydrographique de la zone d'étude (Source : BET-SCE)

La figure ci-dessous présente un Oued naturel.



Figure I-3 : Oued N'savone (oued à l'état naturel). 12-04-2016.

L'oued Serir canalisé et à ciel ouvert est présenté ci-dessous :



FigureI-4 : Oued Serir (oued canalisé mais toujours à ciel ouvert). 12-04-2016.

La figure ci-dessous présente deux photos d'un oued canalisé en galerie fermée.



Figure I-5 : Oued Laazib, canalisé en galerie fermée. 12-06-2016.

I.2.5. Situation climatique

Les données climatiques sont issues des observations réalisées à la station climatologique de l'aéroport de Bejaia fournies par l'Office National de la Météorologie. Dont ses coordonnées géographiques sont les suivantes :

- Altitude : 2 m
- Latitude : 36° 43' N
- Longitude : 05° 04' E

La série de données exploitées couvre une période allant de 1993 à 2006.

I.2.5.1. Climat

Iheddaden bénéficie d'un climat tempéré de type méditerranéen avec un hiver pluvieux et doux et un été chaud et sec.

I.2.5.2. Température

Les températures moyennes mensuelles varient de 11° C en janvier à 26° C en août, les températures minimales moyennes mensuelles descendent à 7° C et les températures maximales moyennes mensuelles sont de l'ordre de 31° C.

Le tableau suivant résume la variation des températures de la zone d'étude et la figure qui suit montre la représentation graphique des températures moyennes mensuelles.

Tableau I-1 : Températures moyenne maximales, minimales et moyennes mensuelles (station météorologique de Bejaia, 2010).

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	juin	juil	Aou
T _{max} (°C)	27,9	25,5	21,6	17,7	16,8	17,6	18,7	21,1	24	26,9	30,2	30,5
T _{min} (°C)	19,3	16,2	11,9	8,7	7,2	8,2	8,8	11,7	15,2	18,3	21,8	21,7
T _{moy} (°C)	23,6	21,3	17,2	13,2	12	12,9	13,75,	16,4	19,6	22,6	25,6	26,1

Source : ONM

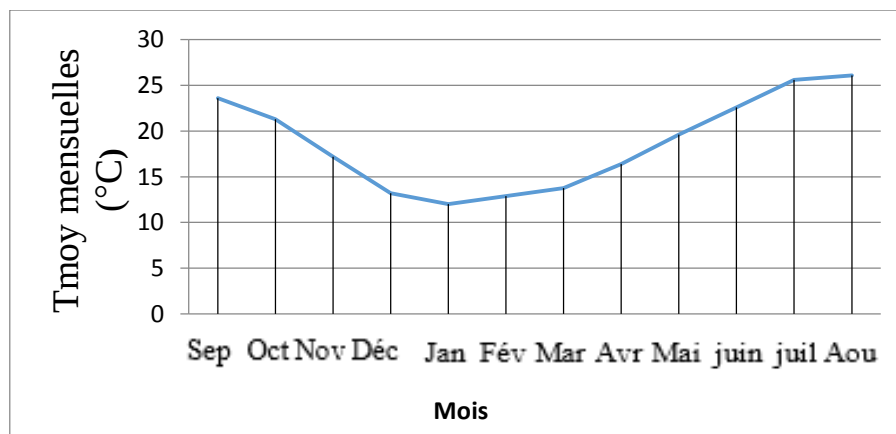


Figure I-6 : Courbe de la variation des températures moyennes (station météorologique de Bejaia, 2010).

I.2.5.3. Précipitations

La ville de Béjaia est caractérisée par des averses importantes. Elle est considérée par l'Office National de Météorologie (ONM) comme l'une des villes les plus pluvieuses du pays.

La hauteur moyenne des précipitations annuelles relevées entre 1993 et 2006 est de 762 mm.

Le tableau et la figure ci-après présentent les précipitations moyennes mensuelles interannuelles.

Tableau I-2 : Précipitations moyennes mensuelles

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	juin	Juil	Aou
Précipitation moyennes mensuelles (mm)	55.1	56.4	92.4	134.6	126.4	92.8	45.3	69.6	39.8	132.2	26.2	10.2

Source : ONM

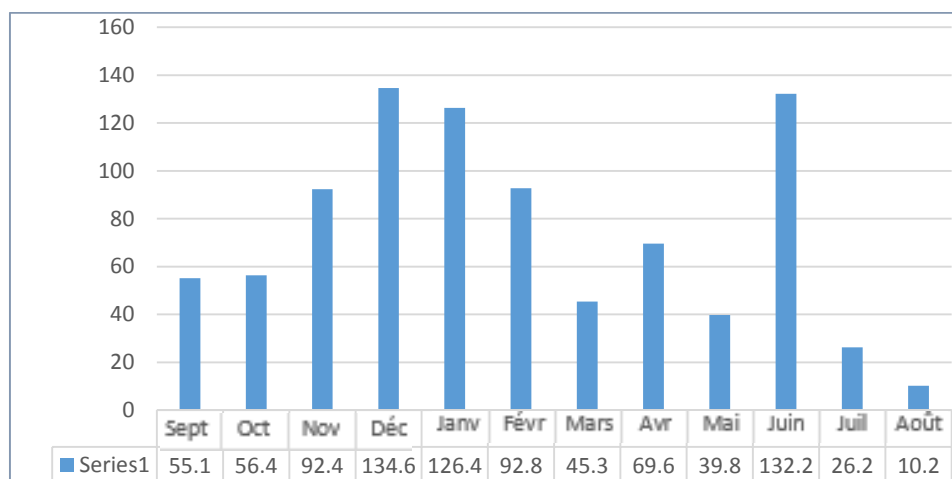


Figure I-7 : Pluviométrie à l'aéroport de Béjaia.

Une saison sèche apparaît nettement de juin à août inclus. En effet la pluviométrie de ces trois mois ne représente que 6,5 % de la pluviométrie annuelle. A l'inverse, la période allant de novembre à février inclus correspond à une saison très humide, elle représente plus de 58% de la pluviométrie annuelle.

Avec une pluviométrie de 134,6 mm, le mois de décembre est le mois le plus pluvieux. Le mois le plus sec est le mois d'août avec une pluviométrie moyenne de 10,2 mm.

I.2.5.4. L'humidité

Les valeurs moyennes mensuelles de l'humidité relative de la région, pour une période de 5 ans (2005-2009) sont consignées dans le tableau suivant :

Tableau I-3 : Moyennes mensuelles de l'humidité (2005-2009) (Station météorologique Bejaia, 2010)

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	juin	juil	Aou
Humidité (%)	76,2	77,4	74,8	78,2	78	76,6	77,8	77,6	77,8	76	4,6	75

Source : ONM

Les valeurs moyennes de l'humidité fluctuent autour de 77 % attestent l'influence du milieu marin.

I.2.5.5. Le vent

Selon les données de la station météorologique de l'aéroport, la région de Béjaia reçoit dans la majorité du temps des vents modérés, représentés par 23 %, des vents calmes (< 1 m/s), avec la dominance des vents soufflants d'Ouest à Sud-Ouest (44%) et dont les vents d'Est ne représentent que (13%)

I.2.6. Situation démographique

La population s'est établie à 13621 habitants pour l'aire d'étude depuis le dernier recensement 2008.

La densité de la population est de l'ordre de 61,8 habitant/ha en 2008.

Les tendances sont à une faible croissance de population (environ 1 % / an).

I.2.7. Situation hydraulique

Le quartier Iheddaden est alimenté à partir de deux réservoirs de capacité 2000 m³, situés dans la zone, en discontinue 10 heures par jour. Ces deux réservoirs sont alimentés à leurs tours par trois champs de captage (Oued Agrioune (5 forages), oued Zitouna (4 forages) et oued Djemaa (3 forages et 3 puits)), permettant l'extraction des eaux souterraines présentent dans les alluvions ainsi que des eaux superficielles des Oueds situés à l'Est de Béjaia, d'une part, et du renforcement récent du barrage de Tichy Haf d'autre part.

I.2.8. Les équipements dans la zone d'étude

Les équipements existants dans la zone d'étude sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau I-4 : Les équipements existants dans le secteur d'étude

Sous bassin	équipements	Nombre par unité
SB 1	-	-
SB 2	Un CEM APC Champ de jeux	200 élèves 20 employés 755 m ²
SB 3	Un primaire Champs de jeux	200 élèves 992 m ²
SB 4	Un CEM	250 élèves

Sous bassin	équipements	Nombre par unité
SB 5	2 entreprises	150 employés
SB 6	-	-
SB 7	-	-
SB 8	Une mosquée Une polyclinique Un marché couvert Un commissariat de police Champ de jeux	1000 fidèles 60 malades 15 vendeurs 20 fonctionnaires 1158 m ²
SB 9	Une crèche	80 enfants
SB 10	Un lycée Une entreprise	400 élèves 13 employés
SB 11	Un primaire	200èves

Source BET-SCE

I.3. Conclusion

Dans cette première partie, nous avons donné une présentation générale du site de notre étude : Iheddaden. Les données de notre agglomération ont été résumées du point de vue géologique, Hydrographique, climatologique et démographique :

- Iheddaden est dominé par des formations des Crétacés marins sur une base dure de calcaire dure.
- Plusieurs oueds traversant la ville : Naturels, canalisés, à ciel ouvert et fermés.

Le climat est chaud et sec en été et pluvieux et doux

CHAPITRE II

Etude hydrologique

II.1. Introduction

L'hydrologie est la science ayant pour objet l'étude des propriétés physiques, chimiques et biologiques des eaux situées à la surface de la terre et au-dessous de cette surface, en particulier du point de vue de leur formation, de leur déplacement, de leur répartition dans le temps et l'espace et de leur interaction avec l'environnement inerte et vivant. [1]

L'étude des averses revêt une importance capitale en hydrologie dans le dimensionnement des ouvrages en assainissement urbain et rural.

II.2. Choix de la période de retour

La période de retour est le temps que met une averse d'une intensité donnée pour se manifester. Elle représente le résultat d'un compromis entre le coût de construction du réseau et celui de son entretien. Elle est généralement prise égale à 10 ans.

II.3. Analyse des données statistiques

Une analyse des pluies extrêmes a été réalisée grâce aux enregistrements des pluies journalières maximales à la station pluviométrique caractérisée par :

- Un code : 150104
- Nom station : DOMAINE DEHAS
- X : 712.8 km
- Y : 381.2 km
- Z : 7 m

La série de données exploitées couvre une période allant de 1978 à 2011, Elle est indiquée dans le tableau suivant :

Tableau II-1 : Série des pluies journalières maximales

Année	P _{max,j} (mm)	Année	P _{max,j} (mm)
1978	35,3	1995	125
1979	43,9	1996	33
1980	80	1997	81,1
1981	61,5	1998	90,1
1982	74,5	1999	46,1
1983	68	2000	40,1
1984	60,4	2001	114,5
1985	55	2002	72
1986	36	2003	64,5
1987	90	2004	38
1988	47	2005	50,5
1989	35,6	2006	42
1990	57	2007	54
1991	54,5	2008	93
1992	38,5	2009	103
1993	45,2	2010	64
1994	72	2011	50

Source : ANRH - Alger

II.3.1. Calcul des caractéristiques de la série

- La moyenne arithmétique :

$$\bar{X} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{N=34} X_i = 62,2 \text{ mm}$$

- L'écart type :

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^{N=34} (X_i - \bar{X})^2} = 23,7$$

- Le coefficient de variation :

$$C_v = \frac{\sigma}{\bar{X}} = 0,381$$

- Le coefficient d'asymétrie :

$$C_s = \frac{\sum_{i=1}^{N=34} (X_i - \bar{X})^3}{(N-1)\sigma^3} = 0,957$$

II.4. Choix de la loi d'ajustement

Les critères de choix d'une loi sont liés à un ajustement graphique d'abord et ensuite à un test de dispersion. L'allure des points sur du papier à probabilité permet à prime abord d'accepter ou de rejeter la loi.

Puisque les régimes pluviométriques sont très variables, la série pluviométrique obéit à une loi dissymétrique, les deux lois généralement utilisées sont :

- Loi de Gumbel
- Loi de Galton (Log normale)

II.4.1. Ajustement graphique :

➤ Ajustement de la série pluviométrique à la loi de Gumbel

La fonction de répartition de la loi de Gumbel est :

$$F(x) = e^{-e^{-y}} \quad (\text{I-1})$$

Avec : $F(x)$: est la fréquence au dépassement de la valeur de x (la précipitation maximale journalière (mm))

y : est la variable réduite de Gumbel

$$y = \frac{\alpha}{x-x_0} \quad (\text{I-2})$$

x_0 , α : Les paramètres d'ajustement par la loi de Gumbel

De (I-2), on tire l'équation de la droite de Gumbel sur papier à probabilité de gumbel :

$$x = P_{j,max,P\%} = \frac{1}{\alpha} y + x_0 \quad (I-3)$$

La droite de Gumbel est donnée par la figure II.1 .Les résultats de calcul des fréquences expérimentales et des valeurs théoriques sont présentées dans le tableau suivant:

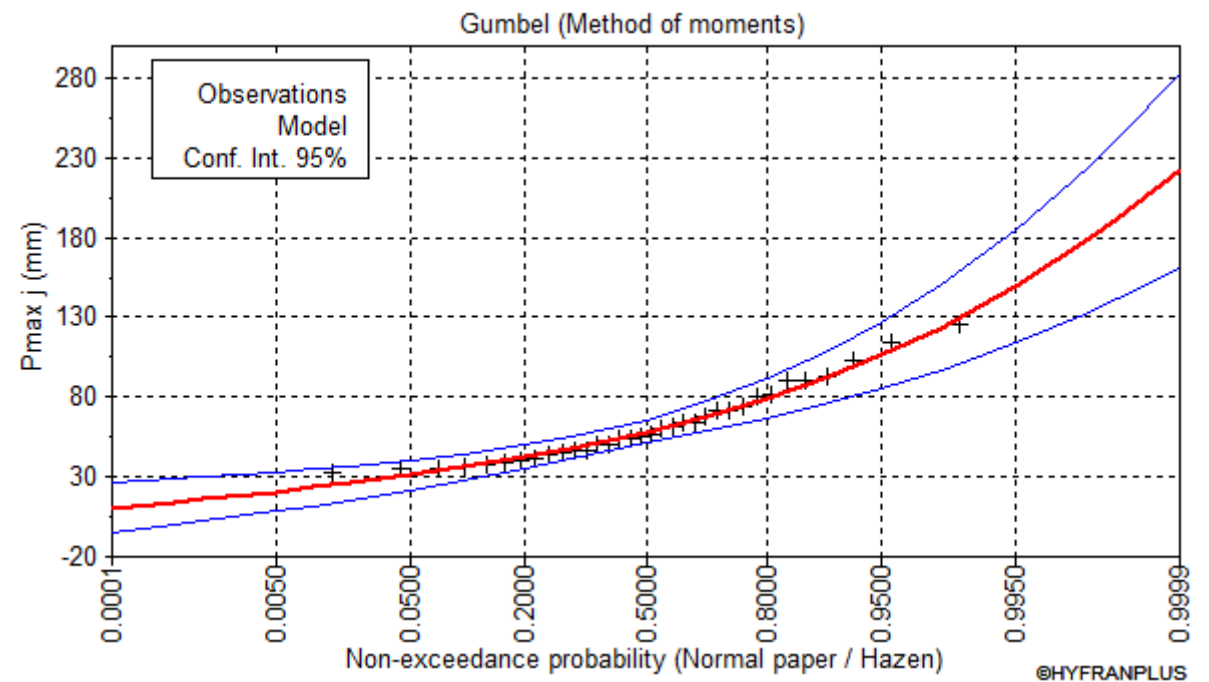


Figure II.1 : Ajustement à loi de Gumbel

Tableau II-2 : Ajustement à la loi de Gumbel.

Période de retour (années)	Probabilité (q)	P _{max j} (mm)	écart type	Intervalle de confiance
10.0	0.9000	93,1	8,48	76,5-110

➤ Ajustement de la série pluviométrique à la loi Log normale

La fonction de répartition de la loi Log normale est :

$$F(u) = \frac{1}{\sqrt{2\Pi}} \int_u^{+\infty} e^{-\frac{1}{2}u^2} du \quad (I-4)$$

$$\text{Ou : } u = \frac{X_i - \bar{X}}{\sigma_x} \quad (\text{variable réduite de GAUSS}) \quad (I-5)$$

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

$$\text{Log } x_{p\%} = \overline{\text{Log } x} + 6 \cdot \text{Log } u_{p\%} \quad (\text{I-6})$$

$$\overline{\text{Log } X} = \frac{\sum_{i=1}^{38} \text{Log } X_i}{N} \quad (\text{I-7})$$

Les résultats de l'ajustement par la loi de Galton sont résumés dans le tableau suivant :

Tableau II-3: Résultat de l'ajustement à la loi de Galton.

Période de retour (années)	Probabilité (q)	P _{max j} (mm)	écart type	Intervalle de confiance 95%
10.0	0.9000	92,7	7,82	77,4-108

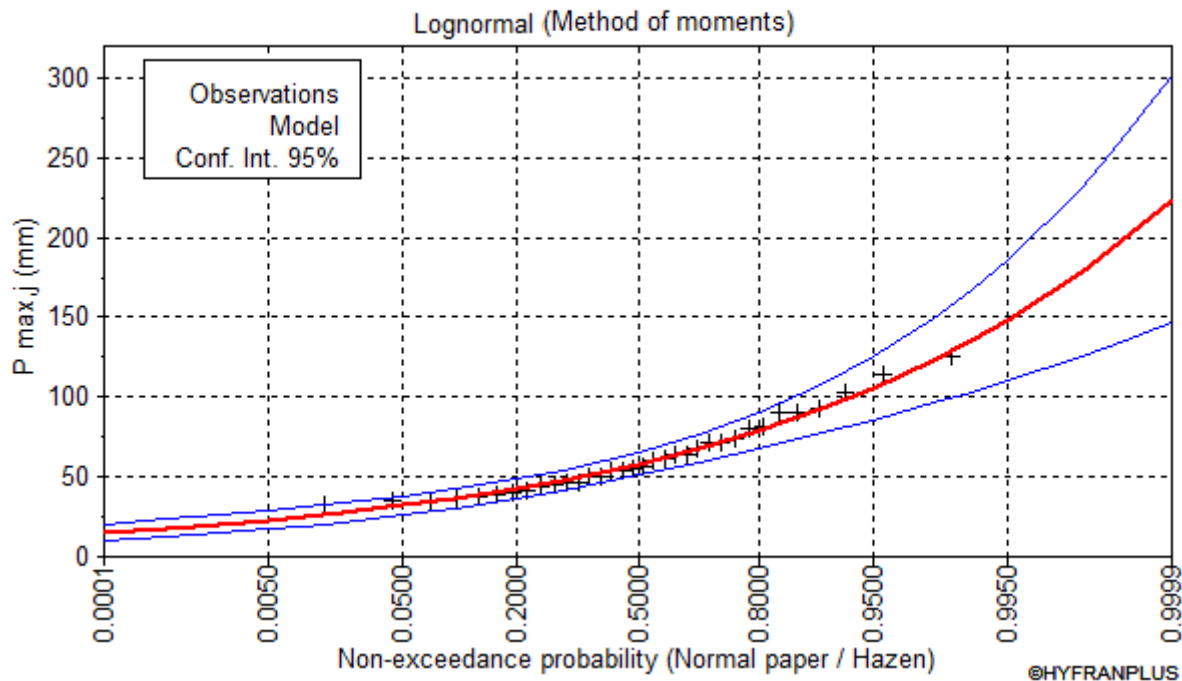


Figure II.2: Ajustement à la loi GALTON

On remarque que les résultats obtenus par les deux lois d'ajustement (loi de Gumbel et loi de Galton) graphiquement sont très rapprochés.

II.4.2. Ajustement analytique (test de dispersion) :

Comme l'examen graphique ne peut suffire, il faut pouvoir tester par le calcul la qualité de l'ajustement réalisé. L'un des tests les plus utilisés pour vérifier l'adéquation d'une loi à un échantillon donné est le test χ^2 .

Les résultats du test déduit à partir du logiciel HYFRAN sont :

- Loi de Gumbel : $\chi^2_{\text{calculé}} = 2,24$
 - Loi de Galton : $\chi^2_{\text{calculé}} = 1,76$
- $\chi^2_{\text{calculé}} < \chi^2_{\text{théorique}}$ donc l'ajustement des lois est bon pour une probabilité $1-\alpha$ soit 95 %.

Remarque

Comme la variable de Khi-2 trouvée par la loi d'ajustement de Log normale (Galton) est inférieure par rapport à celle de la loi d'ajustement de Gumbel, alors cela veut dire que les écarts entre l'échantillon mesuré et les valeurs données par la loi log normale sont plus petits, donc cette dernière sera choisie pour faire les prévisions relatives à notre étude.

II.5. Détermination de l'intensité moyenne des précipitations

Lors de l'étude d'une averse, il convient de déterminer l'intensité moyenne maximale tel que :

$$I_{t,P\%} = \frac{P_{24,P\%}}{24} \left(\frac{t}{24} \right)^{b-1} \quad (\text{I-8})$$

P% : la fréquence de l'averse

t : durée de l'averse pour une période de retour de 10 ans ; t = 15 min = 0.25h

b : exposant climatique de la région ; b = 0.37

Pour une durée de 15 min l'intensité moyenne de précipitation est :

$$I_{15 \text{ min}, 10\%} = \frac{92,7}{24} \left(\frac{0,25}{24} \right)^{0,37-1}$$

$$I_{15 \text{ min}, 10\%} = 68,5 \text{ mm/h}$$

II.6. Conclusion

La série pluviométrique de la région s'ajuste bien avec la loi de Galton, d'où l'intensité moyenne de précipitation est de 68,5 mm/h et l'intensité pluviale qui est le débit spécifique est :

$$q = I_{15 \text{ min}, 10\%} \times \frac{10000}{3600} = 190,28 \text{ l/s/ha}$$

CHAPITRE III

Diagnostic du réseau d'évacuation

III.1. Introduction

Le diagnostic est une étape préalable obligatoire à réaliser pour les travaux de réhabilitation. Elle est pour but de dresser un bilan actuel de fonctionnement des systèmes d'assainissement collectif, d'éliminer le maximum d'eaux parasites, de mettre en place les améliorations nécessaires au bon fonctionnement des systèmes d'assainissement et d'établir un programme des travaux à mettre en place.

Cette partie traite une synthèse des résultats de l'enquête effectuée dans la zone d'urbanisation d'Iheddaden

III.2. Présentation du bassin de collecte

Ce bassin représente de grand secteur géographique. Ils délimitent une unité géographique cohérente en fonction de la topographie et de l'hydrographie de la ville ou encore de l'histoire de son urbanisation. Il possède trois exutoires d'eaux usées ou d'eaux pluviales.

Le système d'assainissement de la zone d'étude s'étend sur une superficie de 96,046 Ha.

Une partie des eaux usées du bassin Iheddaden se rejette directement en mer via des rejets dans l'Oued Serir. L'autre partie se raccorde à l'ancienne station d'épuration dite du Centre-Ville

A noter que l'exutoire d'oued Serir et de la step du centre-ville est la mer Méditerranée au niveau du golfe de Béjaia.

La carte ci-après représente les différents bassins de collecte de la ville de Béjaia et leur fonctionnement.

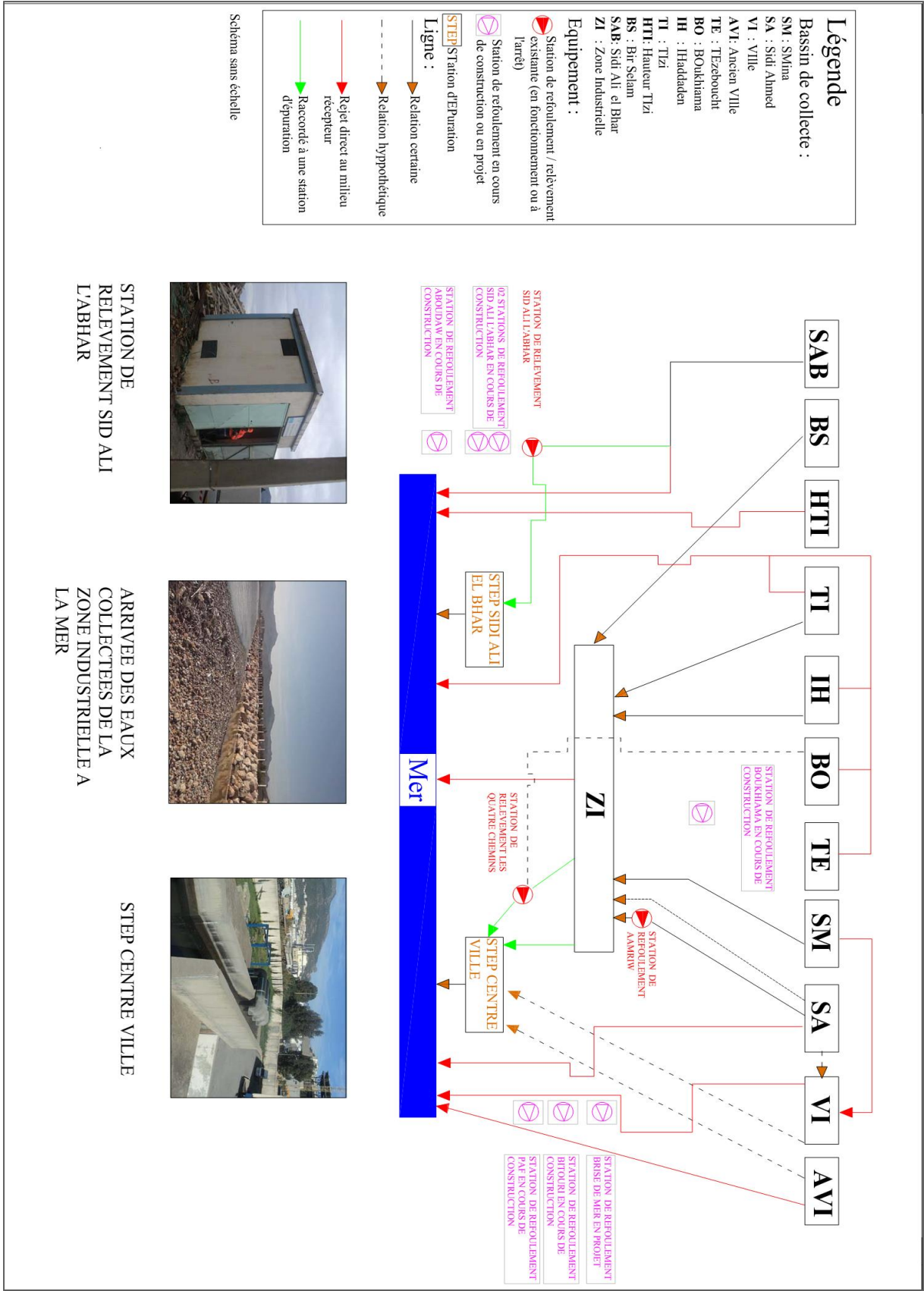


Figure III-1 : Schéma synoptique du fonctionnement du système d'assainissement de la ville de Béjaia (Source BET-SCE)

III.3. Description du réseau d'assainissement existant

Le linéaire total du réseau d'assainissement du quartier Iheddaden recensé lors des inspections est de l'ordre de 13,123 km. Il est essentiellement de nature unitaire.

III.3.1. Conduites

III.3.1.1. Géométrie des conduites

Le réseau d'assainissement de la zone d'étude est composé de conduites de diamètres variant de 100 à 800 mm et de galeries de différentes dimensions. Toutes les conduites inspectées sont de forme circulaire.

Le tableau ci-dessous précise la répartition des conduites circulaires par diamètre

Tableau III-1 : Inventaire des diamètres des conduites circulaires.

Diamètre (mm)	Nombre	Pourcentage (%)
100	1	0,24%
120	1	0,24%
150	7	1,69%
200	35	8,45%
250	78	18,84%
300	140	33,82%
315	13	3,14%
400	76	18,36%
500	24	5,80%
600	15	3,62%
700	7	1,69%
800	17	4,11%
Total	414	100,0%

Source : BET-SCE.

Remarques

- 92,03% des conduites circulaires gravitaires ont un diamètre compris entre 200 et 600 mm.
- 5,8% des conduites gravitaires sont de grande taille (supérieures à 700). Il s'agit de conduites d'eaux pluviales ou unitaires.
- 2,17 % de ces conduites sont de très faibles dimensions (inférieures à 200 mm). Ces réseaux construits par les privés sont repris par le gestionnaire public avec leur mauvais dimensionnement et les contraintes de gestions et les dysfonctionnements observés.

III.3.1.2. Matériau des conduites

Sans surprise le matériau dominant est le béton. C'est généralement le cas en Algérie. Les conduites plastiques étant souvent des conduites importées, les entreprises réalisatrices privilégient les conduites fabriquées in-situ pour des raisons économiques.

Le système d'assainissement présente un niveau de risque élevé pour l'état physique des conduites vis-à-vis de ce paramètre. Ces risques sont dans le contexte local encore plus élevé en raison de :

- Matériau dominant : le béton ; fragile mécaniquement, rugosité forte et sensibilité aux attaques chimiques.
- Une qualité de pose non maîtrisée.
- Des charges de voirie augmentées par la circulation dense y compris des poids lourds et moyens et par le nombre important de voirie non goudronnée dans les zones urbaines en développement.

III.3.2. Les regards

210 regards ont été recensés sur la zone d'étude, ceci correspond à un regard tous les 62 m en moyenne.

Concernant les matériaux de fermeture des regards, on constate :

- 72,41% en matériau fonte ou alliage.
- 21,22% en matériau béton.
- 06,37% non identifiés sur ce paramètre (non accessible ou non visualisé mais existant)

III.3.3. Ouvrages spéciaux

Les réseaux d'assainissement comportent différents ouvrages spéciaux nécessaires à la maîtrise de l'acheminement des flux drainés vers un exutoire précis. Ces ouvrages spéciaux, constituent des éléments majeurs du système d'assainissement et leur bon dimensionnement et état de fonctionnement sont primordiaux pour assurer une protection efficace du milieu récepteur et des biens et personnes.

Un trop-plein a été installé sur le système d'assainissement de la zone d'étude.

La figure ci-après présente le trop-plein :



Figure III-2 : trop-plein. 19-07-2016.

III.4. Principaux dysfonctionnements et problématiques observés

Le système d'assainissement de la ville de Béjaia présente d'importants problèmes :

III.4.1. Problèmes des conduites

10% des conduites à partir des regards inspectés sont dans une situation d'obstruction complète. Et 23% des conduites sont dans une situation d'encombrement excessif. Ces dysfonctionnements majeurs contribuent à d'autres dysfonctionnements comme les mises en charge et les débordements par temps de pluie mais favorisent également les déversements d'eaux brutes par temps sec.



Figure III-3 : Dépôt dans la conduite, stagnation des eaux et fissuration sur la génératrice supérieure



Figure III-4 : conduite encombrée par des déchets ménagers et des gravats

III.4.1.1. Problèmes d'inondations

Le terme inondation reprend trois phénomènes distincts, explicités ci-dessous :

- Inondation de crue : il s'agit d'un débordement d'un cours d'eau de son lit mineur ou majeur, soit remontée de la nappe d'eau au niveau du terrain naturel.
- Débordement du réseau d'assainissement : comme l'expression l'indique, il s'agit du débordement du réseau d'assainissement par temps de pluie.
- Défauts de captation des eaux pluviales : il s'agit de tous défauts de cohérence entre les voiries et les réseaux d'assainissement comme l'absence de point d'engouffrement au point bas ou des avaloirs obstrués.

Pour le cas d'Iheddaden, l'évacuation des eaux de pluie est mal maîtrisée, du fait soit :

- Du sous-dimensionnement des réseaux et ouvrages d'assainissement.
- Défauts de captation des eaux pluviales du fait de l'obstruction des avaloirs, par des ordures, du bitume ou des gravats dans les zones de travaux.

On trouve également des avaloirs obturés avec des planches ou des plaques de carton pour éviter des remontées d'odeurs nauséabondes.

Le cumul de ces différents obstacles à l'évacuation des eaux pluviales participe entre autres aux inondations récurrentes observées sur la ville. Les figures ci-dessous montrent des exemples de cet état de fait :



Figure III-5 : Débordement d'un regard (Sous dimensionnement).15-02-2016.



Figure III-6 : Inondation de voirie (Problèmes d'avaloirs).20-01-2016.

III.4.1.2. Présence de H₂S

Le H₂S est un gaz présent dans les réseaux d'assainissement, lorsque la septicité des effluents est trop élevée. Cela peut s'expliquer par un temps de séjour trop important (défauts de conception, ou d'entretien : absence de curage).

Sa présence peut provoquer :

- Processus coûteux :

Le H₂S corrode les ouvrages d'assainissement. En effet, le H₂S au contact des parois des collecteurs, se transforme en acide sulfurique qui attaque le béton (et les métaux). L'attaque biochimique des matériaux entraîne progressivement la dégradation de la canalisation jusqu'à l'effondrement.

- Processus malodorant :

Le H₂S est senti à de faibles concentrations (0,002 à 0,2 ppm) dans un large périmètre autour des réseaux, des postes de refoulement et des stations d'épuration. Son odeur caractéristique d'œuf pourri, particulièrement désagréable, génère des nuisances pour les riverains. Ceci engendre une publicité négative vis-à-vis des ouvrages en cause et de leurs exploitants.

- Processus perturbateur :

La présence de sulfures dissous peut favoriser dans certaines conditions le développement de bactéries filamenteuses responsables d'une diminution des rendements d'épuration.

Dans certaines zones, des concentrations en sulfure d'hydrogène (H₂S) supérieures au seuil de sécurité (10 ppm) ont été détectées. Ces niveaux élevés se maintiennent parfois même après ventilation (par l'ouverture des regards amont et aval) et attente, retardant ainsi les inspections.



Figure III-7 : Effondrement de la conduite



Figure III-8 : Corrosion des parois en béton d'une conduite.

III.4.2. Problèmes des regards

III.4.2.1. Etat des tampons

Dans la périphérie de la zone d'étude il est constaté souvent l'absence de tampons sur les regards du fait de vol de ce type d'équipement, et certains tampons sont cassés, ceci est lié probablement à la qualité des tampons qui est insuffisante au trafic routier. Ainsi :

17 fermetures de regards inspectés se sont révélées cassées.

8 fermetures de regards inspectés se sont révélées manquantes.

Cette situation participe souvent à l'obstruction des regards soit par des ordures ménagères, soit par des gravats dans les zones de travaux, ce qui réduit fortement les capacités hydrauliques des collecteurs. Ces déchets participent à l'encombrement voire le comblement des réseaux.



Figure III-9 : Etat dégradé des tampons des regards.27-05-2016.

III.4.2.2. Etat des regards

Une grille d'évaluation de l'état des regards a été adoptée par les services de l'ONA. L'objectif essentiel de cette grille est la classification de la gravité de l'état physique général des regards sur une échelle, allant de 1 à 6, des niveaux d'appréciation du risque.

Le tableau ci-dessous indique la situation des regards inspectés en appliquant cette grille d'évaluation.

Tableau III-2 : Situation de l'état des regards inspectés - Iheddaden.

Gravité	État physique général	Attaque Chimique	Débordement	Infiltration	État hydraulique	Bouchage
1	0	0	12	0	1	10
2	0	0	15	0	3	28
3	2	3	18	2	15	31
4	25	10	20	8	42	70
5	230	15	80	13	71	62
6	120	349	232	354	245	176
Dégradé (1 à 5)	68,17%	7,43%	38,46%	6,10%	35,01%	53,32%
Risque induisant une intervention à court ou moyen terme (1 à 4)	7,16%	3,45%	17,24%	2,65%	16,18%	36,87%

Source : BET-SCE

Remarque

- Environ 6% des regards inspectés sont concernés par des problèmes d'intrusion d'eaux claires parasites (infiltration).
- Environ un tiers des regards inspectés sont concernés par des défauts hydrauliques, ces défauts peuvent également renforcer les défauts d'origine chimique et favoriser la mise en dépôt des effluents solides.
- 37% des regards inspectés ont un niveau d'obstruction (bouchage) important et par conséquent des conduites.



Figure III-10 : Attaque chimique.27-08-2015.



Figure III-11 : Regard dont les conduites amont et aval sont masquées par les déchets.
(Absence d'échelle de descente) 27-07-2016.

L'état du réseau d'assainissement d'Iheddaden est présenté en annexe 01.

III.4.3. Etat des oueds

Les oueds, de la zone d'étude, sont contaminés par des déchets ménagers ainsi que par les eaux usées non acheminées aux stations d'épuration. Ils présentent un fort taux d'encombrement. Plusieurs de ces cours d'eau sont canalisés et fermés. Il en résulte que ces cours d'eau ne remplissent plus leurs fonctions primaires. De plus, leur contamination et leur encombrement induisent des problématiques sanitaires et de protection des biens et des personnes (inondations).

La figure suivante illustre un exemple des oueds encombrés par des déchets :



Figure III-12 : État de l'Oued Serir. 30-04-2015.

III.5. Recommandation et plan de réhabilitation du réseau d'assainissement

Suite à l'analyse effectuée dans la phase état des lieux, nous allons proposer des solutions techniques afin de remédier à l'ensemble des dysfonctionnements.

Pour cela, il est nécessaire :

- De récolter toutes les eaux usées et pluviales dans un seul rejet vers oued Soummam.
- De mettre en place d'un ouvrage de régulation de type : déversoir d'orage.
- De projeter des nouveaux collecteurs et regards dans les localités qui n'étaient pas connectées au réseau public.
- De supprimer le trop-plein existant dans le réseau.

III.6. Conclusion

A travers cette synthèse de l'état du réseau d'assainissement de la zone Iheddaden-ville de Béjaia, il ressort clairement, que le réseau d'assainissement est sous-dimensionné dans quelques endroits, surtout en période d'averse où le débordement des regards et le colmatage des tronçons risquerait, exige un redimensionnement en projetant des nouveaux collecteurs au niveau des localités non connectées au réseau public.

CHAPITRE IV

Calcul de base

IV.1. Introduction

Le but de ce chapitre est d'estimer le nombre d'habitants dans la zone d'étude pour un horizon de calcul donné, préciser le système et le schéma d'évacuation adoptés ainsi que les coefficients de ruissellement associés aux sous-bassins. Et ce afin de bien estimer les débits d'eaux usées et pluviales de cette zone.

IV.2. Estimation de la population

La population s'établit à 13 621 habitants pour l'aire d'étude depuis le dernier recensement 2008.

La densité de la population est de l'ordre de 61,8 habitant/ha en 2008

Les tendances sont à une faible croissance de population (environ 1 % / an) – Source BET-SCE.

L'évolution démographique suit la loi des accroissements géométriques donnée par la :

$$P_N = P_0(1 + \tau)^N \quad (\text{IV-1})$$

Avec : P_N est le nombre d'habitants à l'horizon futur (2045).

P_0 est le nombre d'habitants pris comme référence, $P_0 = 13\,621$ habitants.

τ : Le taux d'accroissement, $\tau = 1\%$.

N : L'écart d'années entre les deux horizons.

Tableau IV-1 : Estimation de la population

Horizon	2008	2015	2045
Population (hab)	13 621	14604	19684

IV.3. Différents systèmes des réseaux d'assainissement

Un réseau d'assainissement est un ensemble d'ouvrages hydrauliques dont le seul et unique objectif est d'évacuer les eaux usées et les eaux pluviales. Qui peuvent être souterraines ou de surface. [7]

On trouve plusieurs systèmes d'évacuation des eaux résiduaires et des eaux de pluie :

- Système unitaire
- Système séparatif
- Système pseudo séparatif

IV.3.1. Système unitaire

L'évacuation de l'ensemble des eaux usées et pluviales est assurée par un unique réseau, généralement pourvu de déversoirs permettant en cas d'orage le rejet direct, par surverse, d'une partie des eaux dans le milieu naturel.

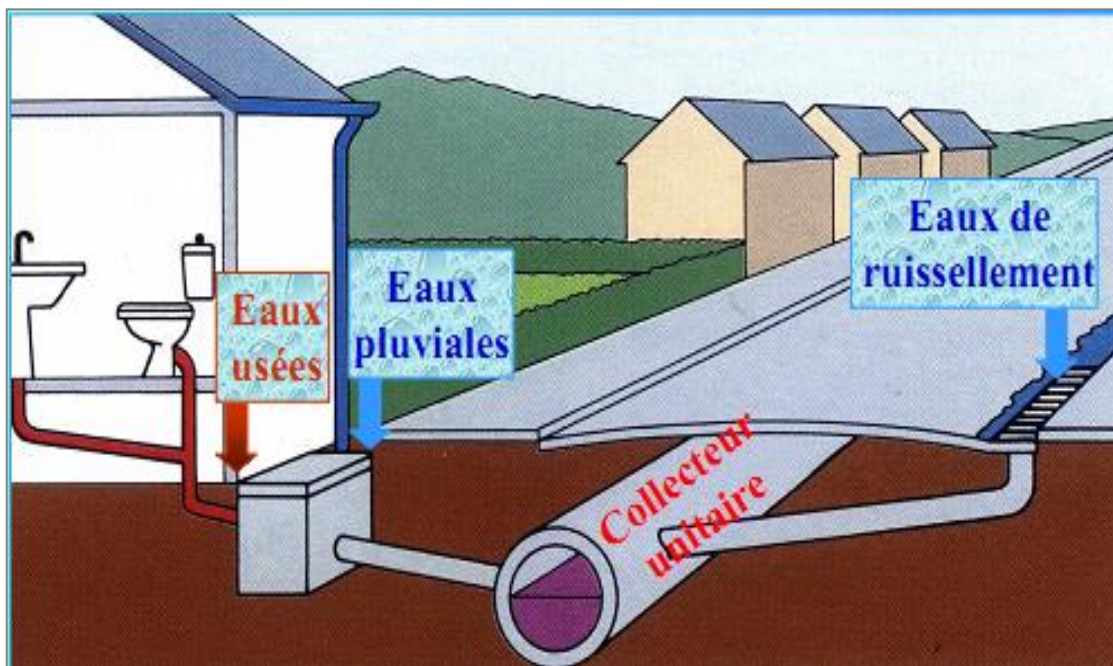


Figure IV-1 : système d'assainissement unitaire.(Image Google)

IV.3.2. Système séparatif

L'évacuation de l'ensemble des eaux usées et pluviales est assurée par deux canalisations dont l'une est légèrement plus grande destinée à recevoir les eaux pluviales, et la seconde plus petite pour collecter les eaux usées.

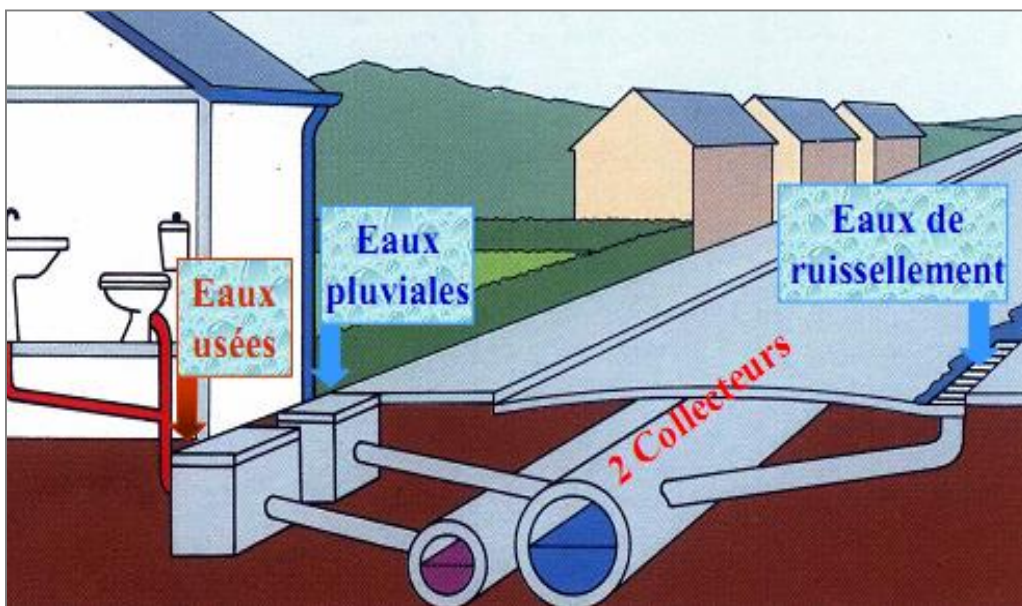


Figure IV-2 : système d'assainissement séparatif. (Image Google)

IV.3.3. Système pseudo séparatif

C'est un système dans lequel on divise les apports d'eaux pluviales en deux parties comme le montre la figure ci-après :

- les apports d'eaux pluviales provenant des toitures et cours intérieures qui sont raccordées au réseau d'assainissement, à l'aide des mêmes branchements que ceux des eaux usées domestiques.
- les apports d'eaux pluviales provenant des surfaces de voirie, qui s'écoulent par des ouvrages particuliers (caniveaux, aqueducs, fossés avec évacuations directes dans la nature,...).

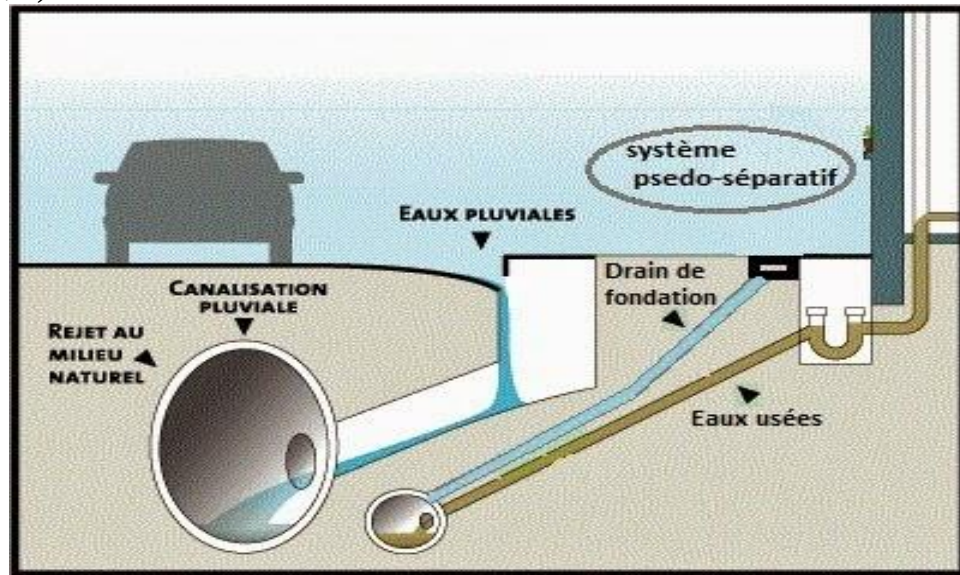


Figure IV-3 : système d'assainissement pseudo-séparatif. (Image Google)

Tableau IV-2 : avantages et inconvénients des systèmes d'assainissement

Système d'assainissement	Avantages	Inconvénients
Unitaire	– conception simple : un seul collecteur. – Encombrement réduit du sous-sol. – A priori économique (dimensionnement moyen imposé par les seules eaux pluviales). – Pas de risque d'erreurs de branchements.	– Débit à la station d'épuration très variable. – Lors d'un orage, les eaux usées sont diluées par les eaux pluviales. – Apport de sable important à la station d'épuration. – Acheminement d'un flot de pollution assez important lors des premières pluies après une période sèche. – Rejet direct vers le milieu récepteur du mélange " eaux usées - eaux pluviales " au droit des déversoirs d'orage.

Système d'assainissement	Avantages	Inconvénients
Séparatif	– Diminution du diamètre moyen du réseau de collecte des eaux usées. – Exploitation plus facile de la station d'épuration. – Meilleure préservation de l'environnement des flux polluants domestiques. – Certains coûts d'exploitation sont limités (relevage des effluents notamment)	– Encombrement important du sous-sol. – Coût d'investissement élevé. – Risque important d'erreur de branchement.
Pseudo-séparatif	– Eaux usées et eaux de ruissellement des habitations combinées – Pas de risques d'erreurs de branchement.	– Investissement important pour mise en place de deux réseaux.

Source : Office International de l'Eau

Remarque

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

- L'aspect économique : une étude comparative de plusieurs variantes est nécessaire.
- Il faut tenir compte les conditions de rejet.
- S'il s'agit d'une extension du réseau, il faut tenir compte du système existant.
- La topographie du terrain naturel. [3]

Pour notre agglomération, on a déjà un système unitaire et on constate d'après le plan topographique que l'écoulement se fait gravitairement, de plus l'exutoire est éloigné des points de collecte. De ce fait, on optera à un système unitaire.

IV.4. Schéma d'évacuation

Bien que les réseaux d'assainissement (d'évacuation) revêtent des dispositions très diverses selon le système choisi et les contraintes. Leur schéma se rapproche le plus souvent de l'un des cinq types suivants [7] :

IV.4.1. Schéma perpendiculaire au cours d'eau

Avec ses multiples débouchés, transversalement à la rivière et l'orientation de ses artères dans le sens des pentes, il représente le prototype des réseaux pluviaux en système séparatif. C'est aussi trop souvent celui des villes et des communes rurales qui ne se préoccupent que de l'évacuation par les voies les plus économiques et les plus rapides, sans avoir le souci d'un assainissement efficace des eaux rejetées.

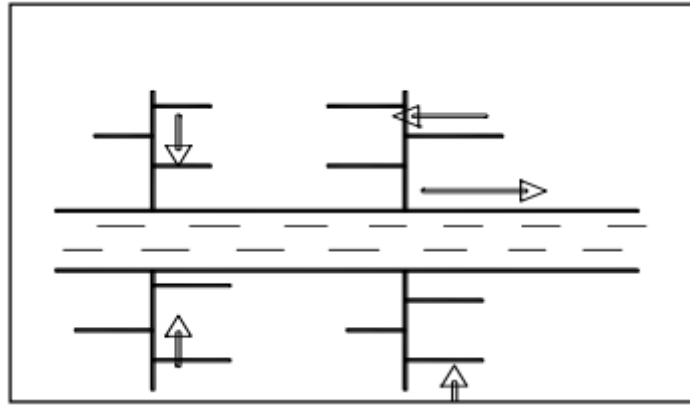


Figure IV-4 : Schéma perpendiculaire au cours d'eau

IV.4.2. Schéma par déplacement latéral ou à collecteur latéral

Il est plus simple par rapport aux systèmes qui reportent le déversement de l'effluent à l'aval de l'agglomération. Dans ce sens, il reprend l'ensemble des eaux débouchant par les artères perpendiculaires, au moyen d'un collecteur de berge or avec ce dispositif, on se trouve souvent gêné si l'on a recours à l'écoulement gravitaire, par le défaut de pente.

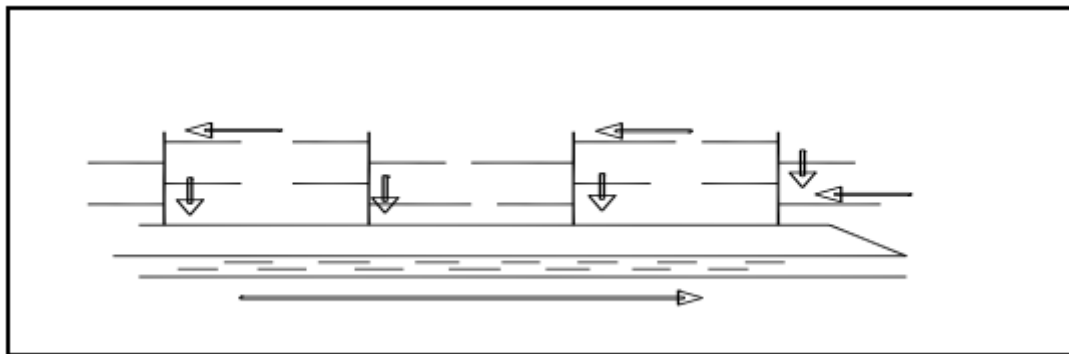


Figure IV-5 : Schéma par déplacement latéral

IV.4.3. Schéma à collecteur transversal ou de collecte oblique

Il comporte des réseaux secondaires ramifiés sur le ou les collecteurs principaux; Ceux-ci disposent ainsi d'une pente plus forte et permettent de reporter facilement, par simple gravité, l'ensemble des effluents plus loin à l'aval que dans le dispositif précédent.

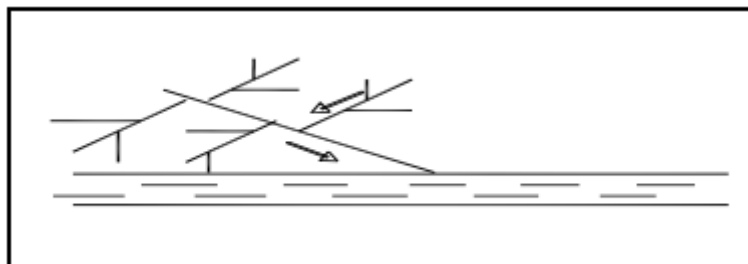


Figure IV-6 : Schéma à collecteur transversal

IV.4.4. Schéma par zone étagée ou par intercepteur

Il s'apparente au schéma par déplacement latéral avec des multiplicités des collecteurs longitudinaux ou obliques dans la rivière. Chacun des bassins de collecte l'agglomération dispose ainsi d'un collecteur bas qui est généralement à faible pente et dont l'effluent doit souvent faire l'objet de relèvement se trouvant alors soulagés des apports des bassins en amont. Les collecteurs à mi-hauteur du versant pouvant être réalisés initialement ou à posteriori, dans ce cadre d'une restructuration, que l'on appelle intercepteurs, sont au contraire plus faciles à projeter par ce que la pente du terrain est plus forte.

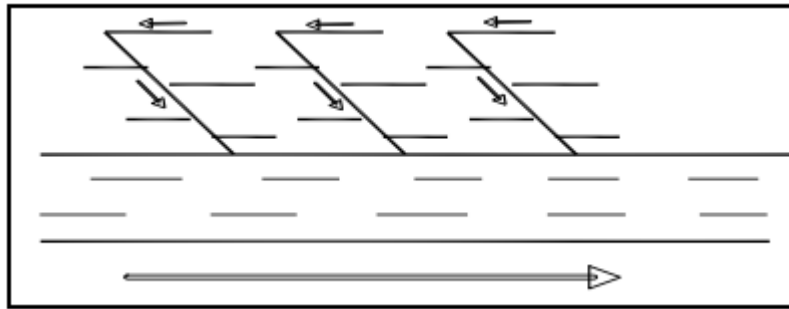


Figure IV-7 : Schéma par zone étagée

IV.4.5. Schéma à centre collecteur unique (schéma radial)

Selon que le réseau converge sur un ou plusieurs points de l'agglomération où l'on peut reprendre l'effluent pour le relever ou le refouler dans des émissaires importants, de transport à distance, ce schéma s'applique aux zones uniformément plates.

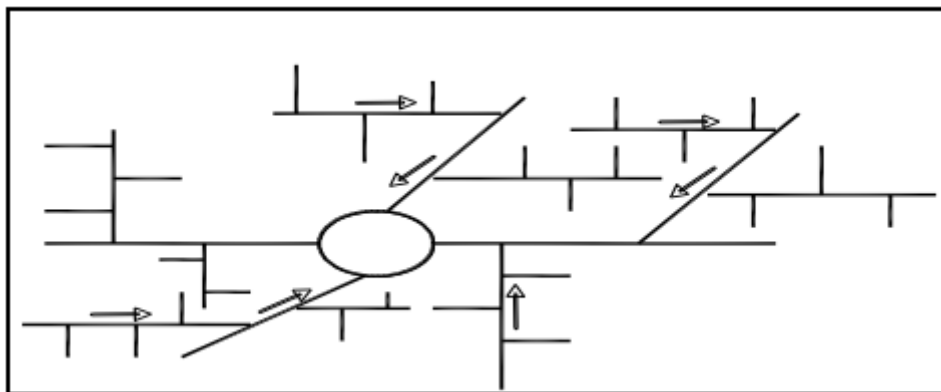


Figure IV-8 : Schéma radial

Remarque

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

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

Pour notre agglomération, on adoptera le réseau d'eau usée avec schéma à collecteur transversal, pour les raisons suivantes :

- La position de l'exutoire qui se trouve à l'aval de l'agglomération considérée.
- Les conditions topographiques.

IV.5. Découpage de la zone d'étude en sous-bassins

Un bassin versant est une portion de territoire dont l'ensemble des eaux convergent vers un même point de sortie appelé exutoire. Il est limité par des frontières naturelles : lignes de crêtes ou lignes de partage des eaux. [1]

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 les voiries existantes.
- Les pentes et les contre pentes.
- Les limites naturelles (oueds, talwegs.....).

Pour notre projet, le découpage de la zone d'étude se fait suivant la nature du sol et la densité des habitants, ainsi que les courbes de niveaux.

Tableau IV-3 : Surface des sous bassins de la zone d'étude

Sous bassin	La surface (ha)
SB 1	8,344
SB 2	6,180
SB 3	6,214
SB 4	8,022
SB 5	8,475
SB 6	9,705
SB 7	9,897
SB 8	9,932
SB 9	9,863
SB 10	9,679
SB 11	9,735
Somme	96,046

IV.6. Evaluation du coefficient de ruissellement

Le coefficient de ruissellement est défini comme étant le rapport entre le volume d'eau ruisselée et le volume d'eau tombée sur l'aire d'étude.

La valeur du coefficient de ruissellement dépend de l'inclinaison, du genre et de la densité de la surface à drainer (terre limoneuse, avec ou sans végétation, sable...), l'humidité de l'air, l'humidité de la surface et la durée de pluie.

Le coefficient de ruissellement est estimé suivant les facteurs suivants :

Tableau IV-4 : Estimation du coefficient de ruissellement suivant la densité de population

Densité de la population (hab / ha)	Cr
20	0.23
30 – 80	0.2 - 0.27
60 – 150	0.25 - 0.34
150 – 200	0.3 - 0.45
200 – 300	0.6 - 0.62
300 – 400	0.6 - 0.8
400 – 600	0.7 - 0.9

Source: Design and Construction of Sanitary and Storms Sewers, 1970

Tableau IV-5 : Estimation du coefficient de ruissellement suivant la nature des surfaces

Nature de la surface	Cr
Toits en métal, tuile, ardoise	0,9
Chaussée avec peu de joints	0,85 - 0,9
Paves en pierres naturelles, briques avec joint cimentés	0,75 - 0,85
Pavage en blocages	0,4 - 0,5
Surfaces goudronnées	0,25 - 0,6
Chemin en gravier	0,25 - 0,3
Gare, terrain de sport	0,1 - 0,3
Parcs, jardins, gazons	0,05 - 0,25
Forêts	0,01 - 0,2

Source: Design and Construction of Sanitary and Storms Sewers, 1970

Remarque :

Pour ce projet, le coefficient de ruissellement est estimé en fonction des surfaces drainées et de la densité des habitations.

Tableau IV-6 : Coefficient de rejet et de restitution par sous bassin

Sous bassin	Cr
SB 1	0,3
SB 2	0,33
SB 3	0,34
SB 4	0,32
SB 5	0,68
SB 6	0,61
SB 7	0,27
SB 8	0,62
SB 9	0,7
SB 10	0,29
SB 11	0,6

IV.7. Calcul du nombre d'habitants pour chaque sous bassin

- Calculons d'abord le coefficient de ruissellement pondéré total.

$$Cr_p = \frac{\sum Cr_i * A_i}{A} \quad (IV-2)$$

Tel que :

Cr_p : Coefficient de ruissellement pondéré total

Cr_i : Coefficient de ruissellement élémentaire

A_i : Surface élémentaire (par sous bassin) en ha

A : La surface totale (bassin de collecte Iheddaden)

Application numérique :

$$Cr_p = \frac{45,3}{96,046} = 0,47 \quad (IV-3)$$

- Calcul des densités partielles :

$$D_i = \frac{Cr_i * P_t}{Cr_p * A} \quad (IV-4)$$

Avec : D_i : densité partielle par sous bassin (hab/ha)

P_t : Le nombre d'habitant à l'horizon $P_{2045} = 19684 \text{ hab}$

- **Calcul du nombre d'habitants partiels :**

$$P_i = D_i * A_i \quad (\text{IV-5})$$

Tableau IV-7 : Tableau récapitulatif

Sous bassin	La surface (ha)	Cr	Densité	Nombre d'habitants
SB 1	8,344	0,3	131	1093
SB 2	6,180	0,33	144	890
SB 3	6,214	0,34	148	920
SB 4	8,022	0,32	146	1173
SB 5	8,475	0,68	297	2517
SB 6	9,705	0,61	266	2582
SB 7	9,897	0,27	118	1168
SB 8	9,932	0,62	270	2682
SB 9	9,863	0,7	315	3108
SB 10	9,679	0,29	103	1060
SB 11	9,735	0,6	262	2551
Somme	96,046		Somme	19684

IV.8. Conclusion

Pour notre agglomération on a fixé les choix suivants :

- Le système d'assainissement adopté est le système unitaire.
- Le schéma d'évacuation adopté est le schéma à collecteur transversal.
- Le découpage de la zone à étudier se fait suivant le type d'occupation du sol, la topographie et la densité des habitants.
- On fixe l'horizon de calcul à 2045, soit une population future de 19684 habitants.

CHAPITRE V

Evaluation des débits à évacuer

V.1. Introduction

L'assainissement a pour objet l'évacuation des eaux usées et des eaux pluviales par des dispositifs compatibles avec des exigences de la sante publique et de l'environnement.

Le but de ce chapitre est d'estimer les débits d'eaux usées et pluviales de la zone afin d'estimer la qualité des rejets.

V.2. Evaluation des débits des eaux usées**V.2.1. Les différentes provenances des eaux usées****V.2.1.1. Les eaux usées domestiques**

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

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

- Type d'habitat et leur degré de confort.
- Dotation en eaux potable.

V.2.1.2. Les eaux usées industrielles

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

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

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

Mis à part la quantité à évacuer, il y a toujours certains paramètres à prendre en considération à savoir :

- Les eaux chaudes doivent avoir une température inférieure à 35°C
- Elles ne doivent pas contenir de matières corrosives, solides ou toxiques. Si non elles doivent subir un prétraitement à l'intérieur de l'unité industrielle.

V.2.1.3. Eaux usées d'équipements

Les eaux provenant de différents services publics : éducatifs, sanitaires, touristiques, administratifs et différents autres services d'utilité publique.

V.2.2. Estimation des débits des eaux usées

L'évaluation de la quantité des eaux usées à évacuer quotidiennement s'effectuera à partir de la consommation d'eau par habitant. [3]

L'évacuation quantitative des rejets est fonction du type de l'agglomération ainsi que le mode d'occupation du sol. Plus l'agglomération est urbanisée, plus la proportion d'eau rejetée est élevée.

V.2.2.1. Estimation des débits domestiques

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

Toute l'eau utilisée par le consommateur n'est pas rejetée en totalité dans le réseau. Il est admis que l'eau évacuée n'est pas que les 70% à 80% de l'eau consommée. [5]

Pour notre projet, nous considérons que les 80% de l'eau consommée sont rejetée comme eaux usées dans le réseau d'évacuation.

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

$$Q_{moy,usée} = \frac{P.D.C_{rej}}{24.3600} \quad (V-1)$$

$Q_{moy,usée}$: Débit moyen rejeté quotidiennement en (l /s).

C_{rej} : Coefficient de rejet pris égal à 80% de la quantité d'eau potable consommée.

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

N : nombre d'habitants à l'horizon étudié (hab).

- **Le débit de pointe est donné par la formule :**

$$Q_{pte} = K_p \cdot Q_{moy,usée} \quad (V-2)$$

K_p est le coefficient de pointe, tel que :

Si $Q_{moy,usée} < 2,8 \text{ l/s}$: $K_p = 3$

Si $Q_{moy,usée} > 2,8 \text{ l/s}$: $K_p = 1,5 + \frac{2,5}{\sqrt{Q_{moy,usée}}}$

Les résultats sont représentés dans le tableau qui suit.

Tableau V-1 : Évaluation des débits d'eaux usées domestiques

Sous bassin	Nombre d'habitants	Dotation (l/j/hab)	$Q_{moy,usée}$ (l/s)	K_p	Q_{pte} (l/s)
SB 1	1093	150	1,5181	3	4,5542
SB 2	890	150	1,2361	3	3,7083
SB 3	920	150	1,2778	3	3,8333
SB 4	1173	150	1,6292	3	4,8875
SB 5	2517	150	3,4958	2,8371	9,9180
SB 6	2582	150	3,5861	2,8202	10,1134
SB 7	1168	150	1,6222	3	4,8667
SB 8	2682	150	3,7250	2,7953	10,4126
SB 9	3108	150	4,3167	2,7033	11,6691
SB 10	1060	150	1,4722	3	4,4167
SB 11	2551	150	3,5431	2,8282	10,0203

V.2.2.2. Estimation des débits des équipements

L'estimation se fait à base du nombre de personnes qui fréquentent le lieu et sur la dotation requise pour chaque activité.

Tableau V-2 : Évaluation des débits des équipements

Sous bassin	équipements	Nombre par unité	Dotation (l/j/unité)	Q équipement, usée (l/s)
SB 1	-	-	-	-
SB 2	Un CEM	200 élèves	50	0,0926
	APC	20 employés	50	0,0093
	Champ de jeux	755 m ²	80	0,5593
SB 3	Un primaire	200 élèves	50	0,0926
	Champs de jeux	992 m ²	80	0,7348
SB 4	Un CEM	250 élèves	50	0,1157
SB 5	2 entreprises	150 employés	50	0,0694
SB 6	-	-	-	-
SB 7	-	-	-	-

Sous bassin	équipements	Nombre par unité	Dotation (l/j/unité)	Q équipement, usée (l/s)
SB 8	Une mosquée	1000 fidèles	50	0,4630
	Une polyclinique	60 malades	50	0,0278
	Un marché couvert	15 vendeurs	50	0,0069
	Un commissariat de police	20 fonctionnaires	20	0,0037
	Champ de jeux	1158 m ²	80	0,8578
SB 9	Une crèche	80 enfants	20	0,0148
SB 10	Un lycée	400 élèves	50	0,1852
	Une entreprise	13 employés	50	0,0060
SB 11	Un primaire	200 élèves	50	0,0926

Tableau V-3 : tableau récapitulatif

Sous bassin	Nombre d'habitants	Q_{pte} (l/s)	Q équipement, usée (l/s)	Q usée, total (l/s)
SB 1	1093	4,5542	0	4,5542
SB 2	890	3,7083	0,6611	4,3694
SB 3	920	3,8333	0,8274	4,6607
SB 4	1173	4,8875	0,1157	5,0032
SB 5	2517	9,9180	0,0694	9,9875
SB 6	2582	10,1134	0	10,1134
SB 7	1168	4,8667	0	4,8667
SB 8	2682	10,4126	1,3592	11,7717
SB 9	3108	11,6691	0,0148	11,6840
SB 10	1060	4,4167	0,1912	4,6079
SB 11	2551	10,0203	0,0926	10,1129

V.3. Evaluation des débits d'eau pluviale

Lors d'une chute de pluie, seule la fraction d'eau ruisselant intéresse le dimensionnement d'un ouvrage déterminé, appelé à évacuer dans des conditions suffisantes le débit d'eau de cette fraction du bassin considéré [2]. En fonction de l'étendue du bassin et de son urbanisation, on considère différentes méthodes pour l'évaluation du débit pluvial, dont on cite les plus utilisées :

V.3.1. La méthode rationnelle

Cette méthode est utilisée pour des surfaces limitées (généralement inférieures à 10 ha). Le débit déterminé par la formule qui suit est proportionnel à l'intensité moyenne des précipitations, au coefficient de ruissellement et à l'aire balayée :

$$Q_{pl} = Cr . A . \alpha . i \quad (V-3)$$

Avec : Q_{pl} : débit à évacuer (l/s)

A : surface d'apport en ha

Cr : coefficient de ruissellement

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

α : Coefficient correcteur de l'intensité tenant compte de la distribution de la pluie dans l'espace, dont sa détermination est en fonction de la forme du sous bassin. Pour une surface inférieure à 10 ha, $\alpha = 1$.

V.3.1.1. Hypothèses de la méthode rationnelle

Trois hypothèses fondent la méthode rationnelle :

- Le débit de pointe est observé à l'exutoire seulement si la durée de l'averse est supérieure au temps de concentration du bassin versant.
- Le débit de pointe est proportionnel à l'intensité moyenne maximale sur une durée égale au temps de concentration du bassin versant.
- l'intensité et le débit qui en résulte ont la même période de retour. Ceci suppose donc que le coefficient de ruissellement du BV soit constant.

V.3.1.2. Limites de la méthode rationnelle

- Elle ne tient pas compte du stockage de l'eau sur le bassin.
- L'estimation du temps de concentration est souvent laborieuse.
- Elle ne tient pas compte de la distribution spatiale des pluies.
- Elle sous-estime les débits de pointes observés, probablement parce qu'on sous-estime les coefficients de ruissellement.
- Elle est utilisée pour des surfaces limitées (< 10 ha)

V.3.2. La méthode superficielle

La formule de Caquot, qui tient compte de l'ensemble des paramètres qui influent sur le ruissellement, se traduit par l'équation suivante :

$$Q_{pl} = k^{\frac{1}{u}} C^{\frac{1}{u}} I^{\frac{v}{u}} A^{\frac{w}{u}} \quad (V-4)$$

Avec :

Q_{pl} : Débit pluvial (m^3/s)

K, u, v, w : Coefficients d'expression, tel que :

$$K = \frac{(0,5)^{b(f)} \cdot a(f)}{6.6} \quad (V-5)$$

$$u = 1 + 0,287b(f) \quad (V-6)$$

$$v = -0,41b(f) \quad (V-7)$$

$$w = 0,95 + 0,507b(f) \quad (V-8)$$

a (f) et b (f) sont des paramètres de la relation : $i(t, f) = a(f) \cdot t^{b(f)}$

(i (t, f) : Intensité de pluie de durée t = 15 min et de fréquence f = 90 %)

I : Pente moyenne du collecteur du sous bassin considéré, elle est donnée par la relation :

$$I = \frac{C_{tnam} - C_{tnav}}{L} \quad (V-9)$$

Cam : Cote amont du collecteur (m).

Cav : Cote aval du collecteur (m).

L : Longueur du collecteur (m).

Dans le cas où le tracé présente des pentes, on divise le parcours « L » du collecteur en tronçons et on détermine la longueur et la pente moyenne de chacun séparément, puis on détermine la pente équivalente pour des tronçons placés en série, en utilisant la formule suivante :

$$I_{eq} = \left[\frac{\sum_{i=1}^N L_i i}{\sum_{i=1}^N \left(\frac{L_i}{\sqrt{I_i}} \right)} \right]^2 \quad (V-10)$$

L_i : Distance partielle du tronçon i ;

I_i : Pente du tronçon i ;

N : Nombre des tronçons.

En outre, si les tronçons sont placés en parallèles, on utilise la formule suivante pour calculer la pente moyenne équivalente :

$$I_{eq} = \left[\frac{\sum_{i=1}^N I_i Q_i}{\sum_{i=1}^N Q_i} \right]^2 \quad (V-11)$$

I_i : Pente du tronçon i .

Q_i : Débit du tronçon i .

N : Nombre des tronçons.

C_r : Coefficient de ruissellement.

A : Surface du sous bassin considéré (ha).

V.3.2.1. Limites de la méthode superficielle

- Une superficie totale ≤ 200 ha
- La pente doit être comprise entre 0.2 % et 5 %
- Le coefficient de ruissellement : $0.2 \leq C_r \leq 1$
- Le coefficient d'allongement : $0.8 \leq M = \frac{L}{\sqrt{A}} \leq 2$

V.3.3. Choix de la méthode de calcul

En tenant compte des caractéristiques de notre agglomération c'est-à-dire : La bonne connaissance du terrain du point de vue homogénéité et de la bonne estimation du coefficient de ruissellement équivalent et la superficie du secteur d'étude, nous optons pour l'application de la méthode rationnelle.

L'estimation des débits pluviaux est résumée dans le tableau suivant :

Tableau V-4 : Calcul des débits pluviaux pour chaque sous bassin par la méthode rationnelle

Sous bassin	La surface (ha)	C_r	L'intensité (l/s/ha)	Q_{pl} (l/s)
SB 1	8,344	0,3	190,28	476,3089
SB 2	6,18	0,33	190,28	388,057
SB 3	6,214	0,34	190,28	402,016
SB 4	8,022	0,32	190,28	488,4564
SB 5	8,475	0,68	190,28	1096,584
SB 6	9,705	0,61	190,28	1126,467
SB 7	9,897	0,27	190,28	508,4643
SB 8	9,932	0,62	190,28	1171,714
SB 9	9,863	0,7	190,28	1313,712
SB 10	9,679	0,29	190,28	534,0988
SB 11	9,735	0,6	190,28	1111,425

Le tableau suivant récapitule le débit total de chaque sous bassin :

Tableau IV-5 : Calcul du débit total pour chaque sous bassin

Sous bassin	$Q_{usée}$ (l/s)	Q_{pl} (l/s)	Q_{total} (l/s)
SB 1	4,5542	476,3089	480,8631
SB 2	4,3694	388,0570	392,4265
SB 3	4,6607	402,0160	406,6767
SB 4	5,0032	488,4564	493,4596
SB 5	9,9875	1096,5836	1106,5711
SB 6	10,1134	1126,4671	1136,5805
SB 7	4,8667	508,4643	513,3310
SB 8	11,7717	1171,7138	1183,4855
SB 9	11,6840	1313,7121	1325,3961
SB 10	4,6079	534,0988	538,7067
SB 11	10,1129	1111,4255	1121,5384

V.4. Conclusion

De ce chapitre, on a pu quantifier les débits à évacuer pour les différents sous bassins (on constate que le débit de temps sec est négligeable par rapport au débit d'eau pluviale), et ce afin de pouvoir procéder au calcul hydraulique.

CHAPITRE VI

Calcul

hydraulique

VI.1. Introduction

Après avoir estimé la totalité des débits, on passe au dimensionnement des ouvrages principaux qui constituent le réseau d'assainissement (collecteurs et regards) tout en respectant certaines normes d'écoulement.

Dans ce chapitre nous allons présenter les paramètres hydrauliques de la réhabilitation du réseau d'assainissement de l'agglomération d'Iheddaden.

VI.2. Conditions d'écoulement et de dimensionnement

L'écoulement en assainissement doit être gravitaire dans la mesure du possible, avec une vitesse qui permet l'auto curage, et ne détériore pas les conduites.

La vitesse d'auto curage : comme les eaux usées sont des eaux chargées, qui contiennent du sable, facilement a décanté. Pour empêcher ce phénomène il faut avoir une vitesse d'écoulement qui satisfait les conditions suivantes :

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

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

A l'opposé des considérations relatives à l'auto curage, le souci de prévenir la dégradation des joints sur les canalisations circulaires et leur revêtement intérieur, nous conduisons à poser des limites supérieures aux pentes admissibles. Donc, il est déconseillé de dépasser des vitesses de l'ordre de (4 à 5 m / s).

VI.3. Plan du calcul des paramètres hydrauliques et géométriques

Avant de procéder au calcul hydraulique du réseau d'assainissement en gravitaire, 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.

Remarque

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.

VI.3.1. Diamètre calculé

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

$$Q = V S \quad (\text{VI-1})$$

Avec :

Q : Débit (m³/s).

S : Section mouillée (m²).

V : Vitesse d'écoulement (m/s), elle est déterminée par l'expression suivante (formule de Manning) :

$$V = K_s R^{2/3} \sqrt{I} \quad (\text{VI-2})$$

Où :

I (m/m) : Pente motrice nécessaire à l'écoulement d'un débit Q donné.

R (m) : Rayon hydraulique.

K_s : Coefficient de rugosité dépend de la nature des parois

Valeurs courantes de K_s utilisées pour les études [6]

- Ouvrages en fonte, béton, grès, PVC, PEHD, ... : K_s = 100 m^{1/3}/s.
- Ouvrages métalliques en tôle ondulée : K_s = 40 à 45 m^{1/3}/s.
- Fossés profonds engazonnés : K_s = 25 à 30 m^{1/3}/s.

Pour notre étude les parois des conduites sont en béton ou PVC, donc on prend K_s = 100 m^{1/3}/s.

A partir de l'équation (VI-1) et (VI-2), on tire le diamètre :

$$D_{\text{cal}} = \left[\frac{3,2 * Q_t}{K_s * \sqrt{I}} \right]^{3/8} \quad (\text{VI-3})$$

Où : Q_t = Q_{eu} + Q_{pl},

Avec : Q_{eu} (m³/s): Débit d'eau usée.

Q_{pl} (m³/s): Débit d'eau pluviale.

VI. 3. 2. La pente

La pente de chaque canalisation est déterminée à partir de la formule suivante :

$$I = \frac{\Delta H}{L} \quad (\text{VI-4})$$

$$CP_{\text{amont}} = CTN_{\text{amont}} - P_{\text{amont}}$$

$$CP_{\text{aval}} = CTN_{\text{aval}} - P_{\text{aval}}$$

$$\Delta H = CP_{\text{amont}} - CP_{\text{aval}}$$

Tel que :

CTN : côte terrain naturel

CP : côte projet

P: profondeur

ΔH : La différence entre deux côtes du projet du tronçon considéré (m)

L: La longueur du tronçon considéré (m)

VI. 3. 3. Le débit en pleine section

Il est donné donc par la relation :

$$Q_{ps} = V_{ps} * \frac{\pi * (D_{nor})^2}{4} \quad (VI-5)$$

D_{nor} (mm) : Diamètre normalisé de la conduite.

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

VI. 3. 4. La vitesse en pleine section

Elle est calculée à partir de la relation (V.2), avec le rayon hydraulique $R = \frac{D_{nor}}{4}$.

$$V_{PS} = K_s \cdot (D_{nor}/4)^{\frac{2}{3}} \cdot \sqrt{I_m} \quad (VI-6)$$

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

VI. 3. 5. Rapport des débits

$$R_Q = \frac{Q_t}{Q_{ps}} \quad (VI-7)$$

VI. 3. 6. Rapport des vitesses

$$R_v = \frac{v}{v_{ps}} \quad (VI-8)$$

VI. 3. 7. Rapport des hauteurs

$$R_h = \frac{H}{D} \quad (VI-9)$$

V. 3. 7. Les vitesses et les hauteurs

$$R_v = V / V_{ps} \quad \rightarrow \quad V = R_v \cdot V_{ps} \quad (\text{VI-10})$$

$$R_h = H / D_{nor} \quad \rightarrow \quad H = R_h \cdot D_{nor} \quad (\text{VI-11})$$

$$R_{v,min} = V_{min} / V_{ps} \quad \rightarrow \quad V_{min} = R_{v,min} \cdot V_{ps} \quad (\text{VI-12})$$

$$R_{h,min} = H_{min} / D_{nor} \quad \rightarrow \quad H_{min} = R_{h,min} \cdot D_{nor} \quad (\text{VI-13})$$

VI.4. Dimensionnement du réseau d'assainissement

Pour notre cas, l'auto-curage est vérifié si est seulement si :

Condition 1: La vitesse d'écoulement ($V < 5 \text{ m/s}$)

Condition 2: $V_{min} > 0.30 \text{ m/s}$ pour $(Q_{ps} / 100) \approx Q_{min}$

Les résultats du calcul sont présentés en annexe 02.

Remarques

- Les vitesses d'écoulement sont devenues inférieures à la vitesse admissible (5 m/s), après avoir projeté des regards de chute.
- La solution adoptée a pour objet d'évacuer la totalité du débit provenant de la partie amont de l'agglomération d'Iheddaden vers le déversoir d'orage situé au point 49'.
- Après que le diagnostic est fait, on maintient le schéma du tracé existant et projette des collecteurs dans les zones non connectées au réseau d'assainissement. Néanmoins, certains collecteurs qui se trouvent sous les habitations devront être abandonnés et remplacés par d'autres collecteurs de diamètre plus.

VI.5. Conclusion

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

- La condition d'auto curage est satisfaisante ($V > 0.3 \text{ m/s}$)
- Les vitesses sont acceptables dans l'ensemble des tronçons ($V < 5 \text{ m/s}$)

Donc on ne prévoit pas la mise en place des chasses automatiques, il suffit juste d'utiliser des engins de curage mobile périodiquement.

CHAPITRE VII

Éléments constitutifs du réseau d'égout et ouvrages annexes

VII.1. Introduction

Un réseau d'Assainissement a pour objet de collecter les eaux usées et pluviales, et pour objectif, la protection du milieu naturel. Il constitue un équipement public essentiel. Il doit être parfaitement étanche, même en cas de mouvement de terrain. Il assure l'écoulement rapide des eaux usées ou des eaux pluviales, et doit avoir un degré très élevé de durabilité.

VII.2. Les différents ouvrages du système d'assainissement

Les réseaux d'assainissement comprennent des ouvrages principaux et ouvrages annexes :

VII.2.1. Les ouvrages principaux

Les ouvrages principaux correspondent aux ouvrages d'évacuation des effluents vers le point de rejet ou vers la station d'épuration, ils sont identifiables en fonction de :

- leurs formes géométriques ;
- la nature des matériaux qui les constituent.

VII.2.1.1. Classification selon leurs formes géométriques

C'est ainsi que l'on peut avoir des tuyaux à sections circulaires, des tuyaux à sections ovoïdes et des ouvrages à profil particulier.

A. Conduites à section circulaire

La section circulaire est à priori la plus économique pour l'évacuation d'un volume d'effluent donné, on l'utilise dans le cas de faibles sections comme elles peuvent être utilisées pour les grandes sections avec certains inconvénients.

Elles se présentent par tançons, de diamètre croissant de l'amont vers l'aval ; suivant leurs grandeurs elles sont classées comme suit :

- Collecteur primaire, pour les grands diamètres supérieurs à 0,80 m.
- Collecteur secondaire, pour les diamètres moyens compris entre 0,30 et 0,80.
- Collecteur tertiaire, pour les diamètres inférieurs à 0,30 m.

B. Conduites ovoïdes préfabriqués :

Ce type de conduites est conçu pour remédier aux problèmes de largeur de la tranchée et surtout de la vitesse d'écoulement minimale. Il permet aussi un accès relativement facile au réseau. Leur longueur utile est d'au moins 1 m.

Cette forme a été mise au point pour avoir des vitesses d'écoulement aussi constantes que possible, quel que soit le débit. Ces conduites remplacent le profil circulaire de grand diamètre afin d'éviter les dépôts (Condition d'auto- curage).



Figure VII-1 : Tuyau ovoïde préfabriqué.

C. Cadres

Les collecteurs sous forme de cadre peuvent être sous d'une section carrée, rectangulaire ou trapézoïdal, sont de dimensions non normalisées, fabriqués en béton armé sur place et utilisés généralement dans les réseaux d'eaux pluvial ou pour canaliser un cours d'eau dans un milieu urbain.

D. Collecteurs visitables de sections particulières

Ces collecteurs sont réalisés dans les centres urbains où le système d'assainissement est de type urbain.

Ils peuvent se classer en deux catégories :

- Les ouvrages ordinaires à cunette
- Les collecteurs à banquettes

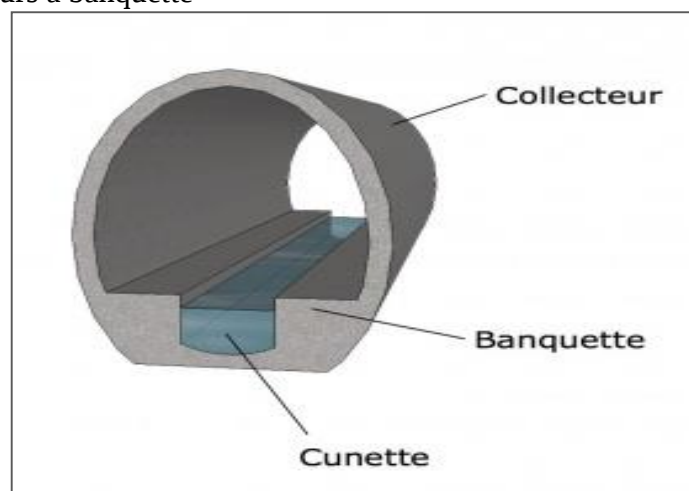


Figure VII-2 : Collecteur de type ovoïde à deux banquettes et une cunette.

VII.2.1.2. Classification selon la nature des matériaux qui les constituent

A. Conduites en béton non armé :

Les conduites en béton non armé sont fabriquées mécaniquement par un procédé assurant une compacité élevée du béton. La longueur utile ne doit pas dépasser 2,50m. Ces types de conduites ont une rupture brutale, mais à moins que la hauteur de recouvrement soit insuffisante.

B. Conduites en béton armé

Les conduites en béton armé sont fabriquées mécaniquement par un procédé assurant une compacité élevée du béton (centrifugation, compression radiale, vibration etc...), La longueur utile ne doit pas être supérieure à 2m.

C. Conduites en amiante-ciment

Les conduites et pièces de raccord en amiante ciment se composent d'un mélange de ciment Portland et d'amiante en fibre.

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

D. Conduites en fonte

Ce type de conduites a été imposé à titre de sécurité pour la traversée d'un bassin hydrominéral par un collecteur d'eau usée, elle offre une bonne résistance à l'écrasement.

Les raffineries de pétrole utilisent couramment ce type de matériel pour évacuer les eaux industrielles.

E. Conduites en matière plastique

La matière plastique usuelle pour les évacuations est le chlorure de polyvinyle (PVC) non plastifié. Les conduites sont opaques et de couleur normalisée (grise claire), elles ne doivent pas être employées lorsque la température de l'effluent est supérieure à 35°C.

Ce type de conduites offre une bonne résistance à l'agression d'ordre chimique. Et le PCB

F. Conduites en grès

Les conduites en grès Offrent une bonne résistance, surtout en série renforcée, le grès servant à la fabrication des tuyaux est obtenu à parties égales d'argile et de sable argileux cuits entre 1200° C à 1300° C. Le matériau obtenu est très imperméable. Il est inattaquable par les agents chimiques, à l'exception de l'acide fluorhydrique. L'utilisation de ce genre de conduites est recommandée dans les zones industrielles, ils sont livrés avec des longueurs minimales de 1 m.

G. Conduites en brique ou pierre

Les conduites en brique ou pierre ou un mélange des deux, ils sont en maçonnerie avec des formes ovoïdales ou carrées, on les retrouve dans les anciens réseaux d'assainissement sous forme de galerie.



Figure VII-3 : Collecteur en brique sous forme ovoïdale.

Choix du type de canalisation

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

- Des pentes du terrain ;
- Des diamètres utilisés ;
- De la nature du sous-sol traversé ;
- De la nature chimique des eaux usées ;
- Des efforts extérieurs dus au remblai.

VII.2.2. Ouvrages annexes

Les ouvrages annexes correspondent aux constructions et les installations ayant pour but de permettre l'exploitation rationnelle du réseau.

VII.2.2.1. Les ouvrages de branchement

Sont les ouvrages courants, indispensables en amont ou sur le cours des réseaux, ils assurent la fonction de recueil des effluents ou d'accès du réseau.

➤ Les branchements au réseau

Les branchements particuliers sous domaine public permettent l'acheminement des eaux usées domestiques, des eaux pluviales ou des eaux industrielles provenant d'une source privée vers un collecteur public.

Les branchements doivent assurer les meilleures conditions d'hygiène pour l'habitation tout en sauvegardant le bon fonctionnement du réseau de collecte en respectant les règles du règlement sanitaire départemental et du règlement du service de l'assainissement de la collectivité.

Un branchement particulier, comme l'illustre la figure suivante, comporte trois parties essentielles:

A. Regard de façade (boîte de branchement)

Est un ouvrage en béton armé qui doit être déposé en bordure de trottoir sur la façade de la propriété à raccorder pour permettre un accès facile aux personnels chargés de l'exploitation et du contrôle du bon fonctionnement.

B. Canalisation de branchement

Sont utilisées pour raccorder les regards de façade aux réseaux publics. Elles sont de préférence raccordées suivant une oblique inclinée à 45° ou 60° par rapport à l'axe général du réseau public.

C. Dispositifs de raccordement au réseau

Permettent le raccordement direct des branchements sur les conduites. Ils sont liés à la nature et aux dimensions du réseau public.

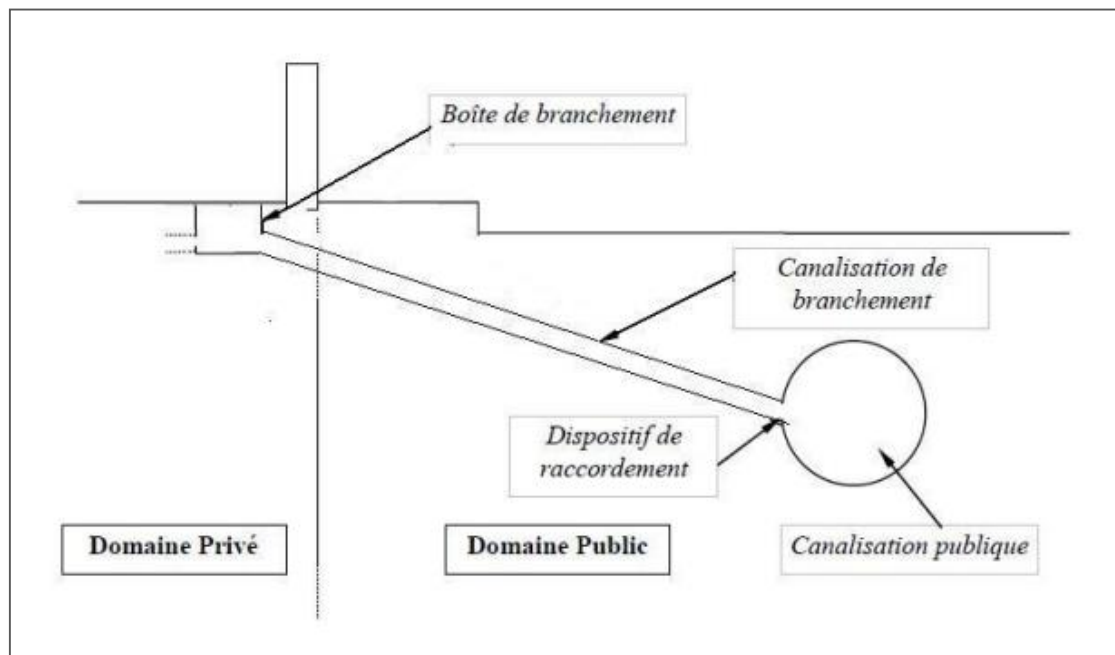


Figure VII-4 : Description schématique d'un branchement particulier.

➤ **Ouvrages de collecte en surface**

Sont destinés en général, aux eaux pluviales. On distingue deux catégories :

- **Ouvrages d'engouffrement en tête et sur le cours du réseau principal (bouches d'égout):**

Ce sont des ouvrages destinés exclusivement à collecter les eaux en surface. Ces ouvrages peuvent être classés selon deux critères principaux :

a. La façon dont on recueille les eaux :

- Bouches à accès latéral aménagées au bord des trottoirs;
- Bouches à accès par le dessus situées sous les promenades, parcs de stationnement ou sous caniveaux dans le cas de trottoirs étroits ou particulièrement encombrés de câbles et de canalisations diverses ou en bordure des voies à forte pente.

b. La façon dont les déchets sont retenus :

- Avec décantation.
- Sans décantation (dans ce cas les bouches doivent être sélectives, c'est-à-dire comporter un panier amovible permettant d'enlever les déchets).

Bouche d'égout à accès par le dessus (à grille)

Ce sont des ouvrages d'engouffrement des eaux pluviales, constitués d'une fosse de section carrée en béton. D'une grille concave à cadre carré en fonte ductile.

Bouche d'égout à accès latéral (à avaloir)

Ce sont des ouvrages d'engouffrement à avaloir, constitués d'une fosse de section carrée en béton. D'un tampon en fonte ductile et cadre carré avec trou de 12 mm et système de verrouillage.



Figure VII-5 : Bouche d'égout à grille.



Figure VII-6 : Bouche d'égout à avaloir.

➤ **Ouvrages de collecte et de transport**

A. Fossés

Ces ouvrages sont destinés, en général, à la collecte et le transport des eaux provenant des chaussées en milieu rural. Ils sont soumis à un entretien périodique.

B. Gargouille :

Ce sont des conduites à section carrée ou rectangulaire, encastrés dans le sol, destinés à conduire les eaux pluviales au caniveau lorsqu'il n'existe pas de réseau de collecte d'eaux pluviales à proximité immédiate.



Figure VII-7 : Exemple de gargouille en pvc avec une grille incorporée.

C. Caniveaux

Ce sont des accessoires de la voirie, destinés à la collecte d'eaux pluviales ruisselant sur le profil transversal de la chaussée et les trottoirs. Et au transport de ces eaux jusqu'aux bouches d'égouts.



Figure VII-8 : Caniveau

VII.2.2.2. Les ouvrages d'accès au réseau :

Ce sont en fait des Ouvertures par lesquelles le personnel d'entretien pénètre pour assurer l'entretien et la surveillance du réseau.

➤ Regards :

Les regards sont des ouvrages constitués par un puits vertical surmonté d'un couvercle mobile. Son rôle est de permettre l'accès aux canalisations pour le curage, de plus ils assurent la ventilation des égouts.

Ils sont installés à chaque:

- ✓ Jonction de canalisation ou jonction de réseau
- ✓ Changement de diamètre.
- ✓ Changement de direction.
- ✓ Changement de pente.
- ✓ Accès à des ouvrages spéciaux.
- ✓ 60 mètres pour les diamètres 500 et 600mm.
- ✓ 50 mètres pour les diamètres 800 et 1000mm.

Types de regards :

- ❖ **Regard en tête :** il est impératif que le réseau d'assainissement début par un regard qu'on appelle regard de tête, qui sert pour :
 - Un éventuel curage mécanique.
 - Un éventuel branchement.
- ❖ **Regard de jonction :** il est prévu dans le but de joindre plusieurs conduites réseaux quelques soient leurs diamètres.

- ❖ **Regard de visite** ; il convient de prévoir des regards de visite à des distances assez rapprochées pour pouvoir accéder à l'entretien régulier des canalisations et assurer une ventilation au réseau.

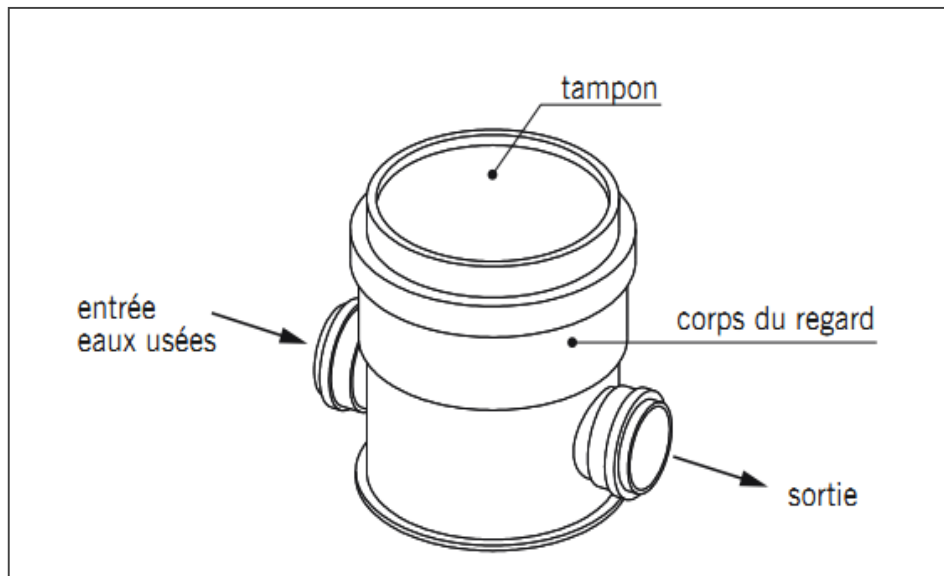


Figure VII-9 : regard de visite

VII.2.2.3. Les ouvrages spéciaux :

➤ Déversoir d'orage

Le déversoir d'orage est un ouvrage en béton constitué d'un bassin rectangulaire ou carré, muni de déversoir à seuil unique ou à seuil latéral ou frontal, d'une sortie de délestage des eaux pluviales, dont la fonction essentielle est d'évacuer les pointes exceptionnelles des débits d'orage vers le milieu récepteur et d'intercepter les débits des eaux usées diluées vers le réseau.

Ils sont placés :

- Avant la station d'épuration pour la régularisation du débit.
- sur le réseau pour réduire les diamètres des collecteurs en aval, ou déchargé un collecteur.

On distingue :

– Déversoir à seuil frontal

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.

– Déversoir à seuil latéral

Classique à seuil latéral biais ou unilatéral à seuil haut ou bas. Il peut être équipé de dispositifs de vannage.

La longueur de crête déversant d'un déversoir latéral est de 3 à 4 fois plus importante que celle d'un déversoir frontal.

– **Déversoir à double seuil latéral**

Pour éviter d'avoir des dimensions trop importantes ($b > 6\text{m}$) ; on opte pour un déversoir à double seuil déversant.

– **Déversoir avec ouverture de radier**

Ce type de déversoir est rencontré dans les terrains très accidentés et donc préconisé pour un écoulement torrentiel

Les figures suivantes illustrent quelques types des déversoirs d'orage :

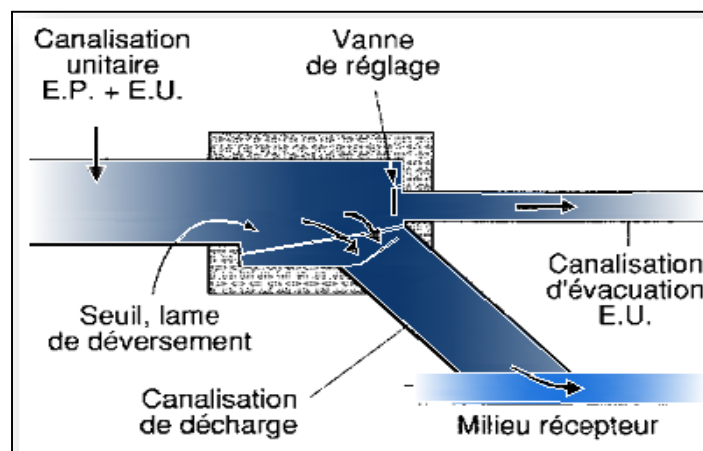


Figure VII-10 : Déversoir d'orage à seuil latéral.

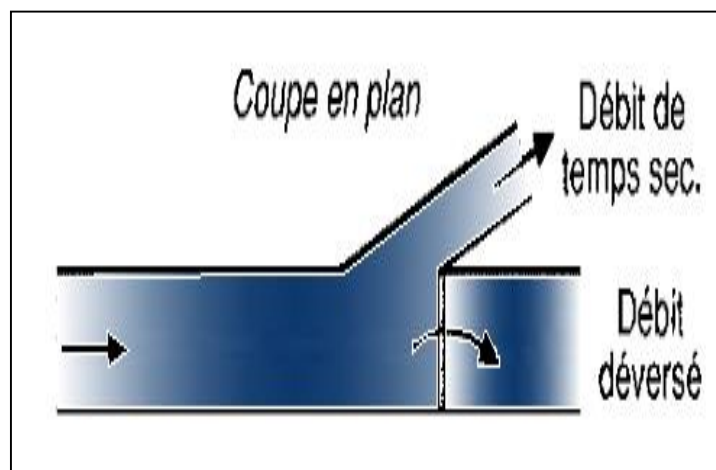


Figure VII-11 : Déversoir d'orages à seuil frontal.

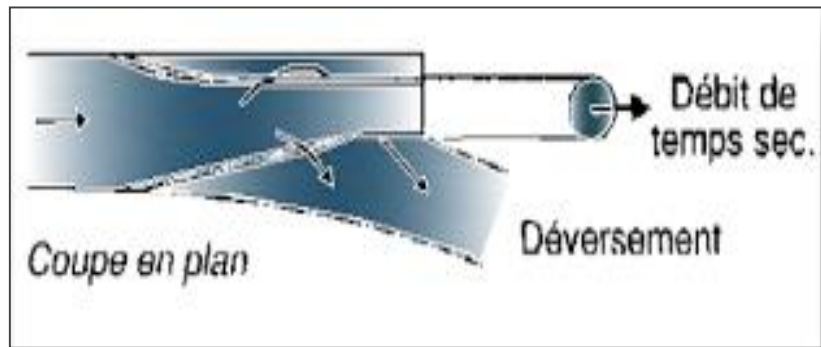


Figure VII-12 : Déversoir d'orage à double seuil latéral

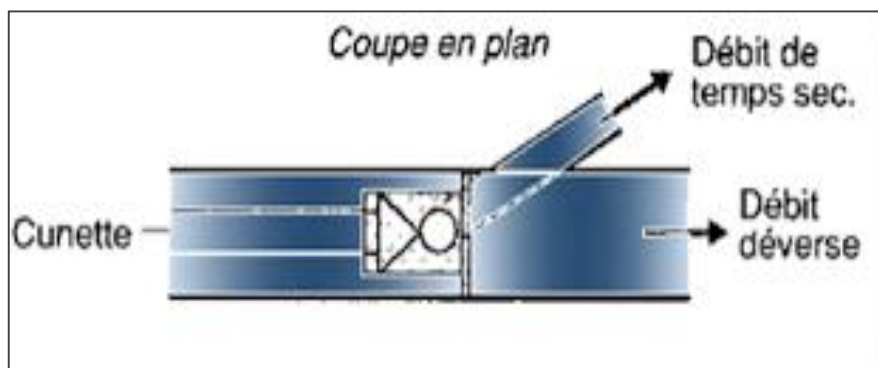


Figure VII-13 : Déversoir d'orage avec ouverture du radier

Remarque

On prévoit un déversoir d'orage de type frontal dans notre réseau. Il sera chargé de déverser les pointes de ruissellement vers Oued Serir et d'évacuer les eaux usées vers la STEP centre-ville avec une dilution de 3.

VII.3. Dimensionnement du déversoir d'orage

- Le débit à l'entrée

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

$$Q_{Tot} = Q_{Pl} + Q_{US} \quad (VII-1)$$

$$AN : Q_{tot} = 8,69 \text{ m}^3/\text{s}$$

- Le diamètre d'entrée

$$D_e = 2000 \text{ mm}$$

- **Le débit a pleine section**

$$Q_{ps} = 11,31 \text{ m}^3/\text{s}$$

- **Débit use en temps sec**

$$Q_{us} = 0,082 \text{ m}^3/\text{s}$$

- **Débit de pointe transité vers le collecteur de rejet qui transporte les eaux vers la STEP**

$$Q_{STEP} = d * Q_{us} = 0,246 \text{ m}^3/\text{s}$$

- **Débit rejeté vers l'Oued**

$$Q_R = Q_{tot} - Q_{STEP} = 8,444 \text{ m}^3/\text{s}$$

- **Hauteur d'eau à l'entrée**

$$H_e = 1303,57 \text{ mm}$$

- **Hauteur d'eau allant vers le regard existant**

$$R_Q = \frac{Q_{seuil}}{Q_{ps}} \quad (\text{VII-2})$$

$$R_Q = \frac{0,082}{11,31} = 0,007$$

$$R_H = 0,28$$

$$R_H = \frac{H_{seuil}}{D_e} \rightarrow H_{seuil} = R_H \cdot D_e = 0,055 * 1811,29 = 507,16 \text{ mm}$$

- **Hauteur de la lame déversant**

$$H_d = \frac{H_e - H_{seuil}}{1} \quad (\text{VII-3})$$

$$H_d = 796,41 \text{ mm}$$

- **Coefficient de retardement**

Ce coefficient permet de diminuer les débits pluviaux

$$Z = 1 - \frac{t_c}{100} \quad (\text{VII-4})$$

Avec : t_c est le temps de concentration ($t_c = 15 \text{ min}$)

$$Z = 0,85$$

- Débit pluvial corrigé

$$Q_{pl \text{ corr}} = Z \cdot Q_{pl} = 7,32 \text{ m}^3/\text{s}$$

- Le seuil déversant

D'après la formule de Bazin, dont l'expression est la suivante :

$$Q = \frac{2}{3} \mu L \sqrt{2g H_d^{3/2}} \quad (\text{VII-5})$$

Avec: Q : Débit déversé [m^3/s].

μ : Coefficient expérimental dont la valeur est fonction du type de seuil ; ($\mu = 0,45$).

L : Longueur de la lame déversée [m].

g: Accélération de la pesanteur 9.81 m/s^2 .

H_{dev} : hauteur de la lame déversée

On tire l'expression du seuil déversant :

$$L = \frac{3}{2} \frac{Q}{\mu \sqrt{2g H_d^{3/2}}} \quad (\text{VII-6})$$

$$\text{AN : } L = 6,53 \text{ m}$$

Tableau VII-1 : Caractéristiques du déversoir d'orage

D_e	Q_{tot}	Q_{ps}	Q_{STEP}	$Q_{pl \text{ corr}}$	He	H_{seuil}	H_d	L
2000 mm	8,69 m^3/s	11,31 m^3/s	0,246 m^3/s	7,32 m^3/s	1303,57 mm	507,16 mm	796,41 mm	6,6 m

VII.4. Conclusion

Pour une exploitation rationnelle de notre réseau d'assainissement, il est nécessaire de faire un bon choix des conduites qui le constituent.

D'autre part pour faciliter les opérations de curage et assurer une meilleure sécurité à notre réseau, on a procédé à l'implantation d'un déversoir d'orage de types frontal.

CHAPITRE

VIII

Pose de canalisation

VIII.1. Introduction

La réalisation d'un système d'assainissement est régie par les lois auxquelles est soumis tout chantier, en milieu urbain ou rural. Un des critères prépondérants lors de l'attribution d'un projet d'assainissement est la durée de réalisation du projet.

VIII.2. Emplacement des canalisations

- Dans les rues de moins de 15m de largeur, les conduites sont placées en général dans l'axe de la chaussée.
- Dans les rues plus larges, la pose d'un égout sous chaque trottoir s'impose.
- Dans le système séparatif, il n'est, cependant, posé en général, qu'une seule canalisation d'eaux pluviales en fouille commune avec une des canalisations d'eaux usées. [4]

VIII.3. Réalisation du réseau d'assainissement

La réalisation d'un réseau d'assainissement sur le terrain oblige le technicien à suivre les étapes suivantes :

- **Vérification, manutention des conduites et les regards**
- **Décapage de la couche de terre**

L'opération se fait par un doser sur une couche de 10 cm avec un bulldozer ou une niveleuse.



Figure VIII-1 : une niveleuse.

- **Emplacement des jalons des piquets**

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

- **Exécution des tranchées et des fouilles pour les regards**

La largeur de la tranchée dépend essentiellement des dimensions extérieures et du type d'emboîtement des tuyaux, de la fondation, de l'espace minimum nécessaire entre la canalisation et la paroi de la tranchée pour réaliser une pose correcte et un remblayage latéral de compacité adéquate, de la profondeur de pose de la place disponible pour l'exécution des fouilles, de la nature des terrains rencontrés, notamment si les terrassements ne sont pas réalisés à l'abri d'un blindage.

Economiquement, il n'est pas intéressant d'établir des tranchées trop larges, vu le coût des terrassements, on s'oriente donc vers l'exécution de fouilles de largeurs minimales.

L'exécution des fouilles pour les regards et les tranchées est réalisée par une pelle mécanique équipée en rétro de l'aval vers l'amont du réseau.



Figure VIII-2 : Pelle sur pneus, avec godet en rétro.

Les aptitudes de la pelle rétro sont :

- Creuser au-dessous de la surface d'appui.
- Creuser rapidement et précisément les tranchées à talus vertical.
- Creuser à une profondeur importante.
- Creuser dans la direction de la machine.

- Aménagement du lit de pose des conduites

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 à 0,1mm

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

- La mise en place des canalisations en tranchée [4]

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
- En sols mouvants, marécageux ou organique, de prévoir un appui en béton, éventuellement sur pieux, ou de procéder au remplacement du sol insuffisamment portant,

- En terrains ou l'eau peut ruisseler ou s'accumuler, de confectionner un appui en matériaux pulvérulents capable d'assurer un bon drainage,
- De réaliser, si possible dans tous les cas, un appui de manière à ce que le tuyau repose sur un arc au moins égal au quart de sa circonférence extérieure ; plus le diamètre est grand, plus la surface d'appui doit être soignée.



Figure VIII-3 : Pose de canalisation.

- **Assemblage des tuyaux**

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.

- **Construction 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

- Remblaiement 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.



Figure VIII-4 : Un chargeur

VIII.4. Conclusion

La réalisation des projets nécessite l'utilisation de nombreux engins mécaniques destinés à excaver, transporter, niveler et compacter les matériaux.

Il est nécessaire à un ingénieur de savoir calculer les différentes parties des ouvrages qu'il conçoit, il lui est indispensable de connaître les procédés, les moyens et l'organisation à mettre en œuvre pour leur réalisation.

CHAPITRE IX

Prévention et sécurité du travail

IX.1. Introduction

Les eaux usées, de nature domestiques ou industrielles, sont acheminées par des réseaux d'assainissement dans des stations d'épuration ou elles subissent un traitement pour les rendre conformes à la réglementation sur les rejets dans le milieu extérieur. Les agents chargés d'entretenir les canalisations d'assainissement et les ouvrages qui s'y rapportent sous la voirie (égouts) et dans les stations de relèvement et de pompage, ainsi que ceux assurant le bon déroulement des opérations et le bon fonctionnement des installations, sont soumis à des dangers et intoxications potentiels.

IX.2. Les principaux risques

IX.2.1. Risque infectieux

Le contact avec des eaux usées contenant des micro-organismes, lors des travaux d'exploitation ou d'entretien dans les égouts ou dans les stations d'épuration, expose les travailleurs à une grande variété de microbes avec possibilité de diarrhées, de nausées, de surinfection de plaies... ect

IX.2.2. Risque chimique

Les postes de relèvement sont des espaces clos qui accumulent les gaz de fermentation, tel que le méthane et le sulfure d'hydrogène qui est très toxique à faible dose et représente le risque majeur.

IX.2.3. Risque mécanique

- Coupures et contusions.
- Chutes de plain-pied sur sol glissant, humide, mal éclairé, chutes de hauteur.
- Projection de corps étrangers dans les yeux .
- Blessure par injection de fluide sous haute pression (nettoyage).
- Noyade.



Figure IX-1 : Risques mécaniques

IX.2.4. Risque électrique

Electrisation ou électrocution fatale.

IX.3. La prévention des risques

IX.3.1. Conception des lieux et des équipements de travail

La meilleure des préventions est la prise en compte des conditions de travail des agents dès la conception des installations et l'adoption, le plus en amont possible, d'une démarche générale de prévention des risques en matière d'hygiène, de sécurité et de conditions de travail. Parmi les recommandations de protection collective :

- Délimitation et signalisation de sécurité des zones à risques avec restriction d'accès.
- Mise en place de consignes de sécurité.
- Ventilation efficace et éclairage suffisant des locaux.
- Sol propre, antidérapant, non encombré, avec balisage des allées de circulation piétons/véhicules.
- Evacuation adaptée des gaz, fumés, vapeurs explosives.
- Réseau électrique aux normes, mise à la terre des appareils électriques, prises de courant protégées.
- Stockage des produits dangereux dans les locaux indépendants, aérés et bien ventilés, loin d'une source de chaleur.
- Aides techniques de manutention adaptées : ponts roulants, chariots automoteurs, supports de fûts à roulettes.
- Equipements de sécurité sur les matériels : protection des organes mobiles (carters, grilles), dispositifs d'arrêt d'urgence appropriés aux configurations de travail (câbles, boutons, etc.)



Figure IX-2 : consignes de sécurité

IX.3.2. Equipements de protection individuelle

Les équipements de protection individuelle doivent naturellement être adaptés à l'activité effectuée.

- Vêtements de travail.
- Chaussures de sécurité antidérapantes.
- Bouchons d'oreilles ou casque antibruit.
- Lunettes de protection enveloppantes.
- Masque à cartouche (contre les produits chimiques et infectieux présents, en cas d'émanation de gaz toxiques).
- Gants adaptés aux risques chimiques et biologiques ou mécaniques rencontrés.
- Crème protectrice pour les mains.
- Gilets de sauvetage dans les lieux à risques de noyade.
- Détecteur de gaz pour les opérations en milieu confiné.
- Moyens de communications pour le travailleur isolé.
- Lave œil et une douche de sécurité en cas de risques chimiques

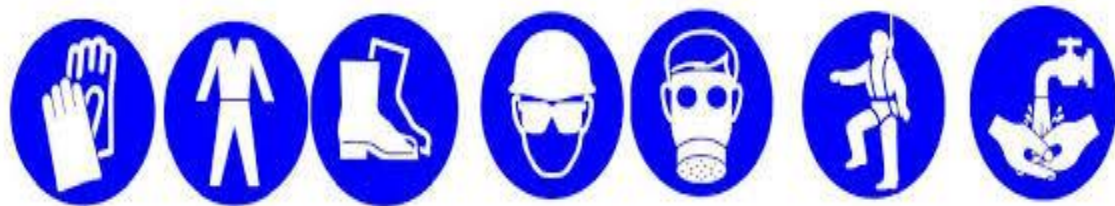


Figure IX-3 : Les équipements de protection individuelle

IX.3.3. Surveillance médicale et vaccinations

Les salariés exposés aux agents biologiques, aux agents chimiques dangereux, au bruit sont soumis à une surveillance médicale renforcée.

IX.3.4. Formation

- Formation à la signalisation de sécurité et sur les symboles de risque chimique.
- Formation à la conduite à tenir en cas de déversement accidentel.
- Formation aux bonnes pratiques d'hygiène.
- Formation à la mise en œuvre et à l'utilisation des équipements de protection individuelle

IX.4. Conclusion

L'activité Assainissement génère des risques spécifiques à travers les différentes infrastructures d'exploitation : laboratoires, réseaux d'assainissement, stations de relevage et stations d'épuration.

Les accidents du travail ont une grande incidence sur le plan financier et sur le plan humaine. C'est la raison pour laquelle un certain nombre de dispositions doivent être prises afin de permettre aux travailleurs d'exercer leur profession dans les bonnes conditions.

L'objectif de la sécurité d'un travail sera la diminution de la fréquence et la gravité des accidents dans les chantiers lors de la réalisation d'un projet.

Conclusion générale

Ce travail réalisé ; dans le cadre du mémoire de fin d'études ; a permis d'identifier les spécificités du système d'assainissement de la zone d'urbanisation Iheddaden. Il est ainsi possible de définir, dans ce contexte, les éléments marquants suivants:

Le système d'assainissement a été adapté à l'urbanisation avec une volonté de gérer au maximum en gravitaire et sans poste de refoulement.

Notre choix est penché sur un système unitaire et un schéma à collecteur transversal.

En matière d'ouvrages annexes, nous avons mis un déversoir d'orage de type frontal.

Pour les éléments du réseau d'égout, nous avons mis des regards de chute (utilisés dans quelques points de pente très importante).

Finalement, suivant les résultats de calcul obtenu, on conclue que les caractéristiques hydrauliques du réseau opté sont vérifiées, du point de vue (vitesse auto curage, vitesse d'écoulement, les pentes.....).

Références bibliographiques

- [1] B. TOUAIBIA, (2004), Manuel pratique d'hydrologie. Presse Madani Frères, Blida, Algérie.
- [2] B. SALAH, (1993), Assainissement des agglomérations, ENSH, Blida.
- [3] FRANÇOIS G, BRIERE, Distribution et collecte des eaux, Edition de l'école polytechnique de Montréal 1997.
- [4] Hydrauliqueformation.blogspot.com
- [5] K. Imheff, (1993), Manuel d'assainissement, Edition Dunod, Paris.
- [6] KERLOCH Bruno et MAELSTAF Damien ,(2000),Le dimensionnement des réseaux d'assainissement des agglomérations.
- [7] www.ingdz.net

ANNEXE

ANNEXE 1

tronçons	Etat physique	Etat hydraulique	recommandation
1--2	bon état	bon état	bon état
2--3	bon état	bon état	bon état
3--4	bon état	bon état	bon état
4--5	bon état	bon état	bon état
5--6	bon état	bon état	bon état
6--7	bon état	bon état	bon état
7--8	bon état	bon état	bon état
8--9	bon état	bon état	bon état
9--10	bon état	bon état	bon état
10--11	bon état	bon état	bon état
11--12	bon état	bon état	bon état
12--13	bon état	bon état	bon état
13-14	bon état	bon état	bon état
14-15	bon état	bon état	bon état
15-16	bon état	bon état	bon état
16-17	bon état	bon état	bon état
17-18	bon état	bon état	bon état
18-19	bon état	bon état	bon état
19-20	bon état	bon état	bon état
20-21	bon état	bon état	bon état
21-22	bon état	bon état	bon état
22-23	bon état	bon état	bon état
23-24	bon état	bon état	bon état
24-25	bon état	bon état	bon état
25-26	bon état	bon état	bon état
26-27	bon état	bon état	bon état
27-28	bon état	bon état	bon état
28-29	bon état	bon état	bon état
29-30	bon état	bon état	bon état
30-31	bon état	bon état	bon état
31-32	bon état	bon état	bon état
32-c	bon état	bon état	bon état
c-33	bon état	bon état	bon état
33-d	mauvais état	bon état	à maintenir
d-34	mauvais état	bon état	à maintenir
34-35	mauvais état	bon état	à maintenir
35-36	bon état	bon état	bon état
36-37	bon état	bon état	bon état
37-38	bon état	mauvais état	à rénover
38-39	bon état	mauvais état	à rénover

tronçons	Etat physique	Etat hydraulique	recommandation
39-40	bon état	bon état	bon état
40-162'	bon état	bon état	bon état
162'-41	bon état	bon état	bon état
41-e	bon état	bon état	bon état
e-41'	bon état	bon état	bon état
41'-42	bon état	bon état	bon état
42-43	bon état	bon état	bon état
43-44	bon état	bon état	bon état
44-45	bon état	bon état	bon état
45-46	bon état	mauvais état	à rénover
46-47	mauvais état	mauvais état	à rénover
47-48	mauvais état	mauvais état	à rénover
48-49	mauvais état	mauvais état	à rénover
49-49'	mauvais état	bon état	à maintenir
50-51	bon état	bon état	bon état
51-52	bon état	bon état	bon état
52-53	bon état	bon état	bon état
53-54	bon état	bon état	bon état
54-55	bon état	bon état	bon état
55-56	bon état	bon état	bon état
56-57	bon état	bon état	bon état
57-58	bon état	bon état	bon état
58-59	bon état	bon état	bon état
59-60	bon état	bon état	bon état
60-61	bon état	bon état	bon état
61-9	bon état	bon état	bon état
62-63	bon état	bon état	bon état
63-14	bon état	bon état	bon état
64-65	bon état	bon état	bon état
65-19	bon état	bon état	bon état
66-67	bon état	bon état	bon état
67-68	bon état	bon état	bon état
68-69	bon état	bon état	bon état
69-70	bon état	bon état	bon état
70-71	bon état	bon état	bon état
71-72	bon état	bon état	bon état
72-73	bon état	bon état	bon état
73-74	bon état	bon état	bon état
74-75	bon état	bon état	bon état
75-76	bon état	bon état	bon état

tronçons	Etat physique	Etat hydraulique	recommandation
76-77	bon état	bon état	bon état
77-78	bon état	bon état	bon état
78-79	bon état	bon état	bon état
79-80	bon état	bon état	bon état
80-81	bon état	bon état	bon état
81-82	bon état	bon état	bon état
82-83	bon état	bon état	bon état
83-84	bon état	bon état	bon état
84-85	bon état	bon état	bon état
85-86	bon état	bon état	bon état
86-87	bon état	bon état	bon état
87-88	bon état	bon état	bon état
88-89	bon état	bon état	bon état
89-90	bon état	bon état	bon état
90-91	bon état	bon état	bon état
91-92	bon état	bon état	bon état
92-93	bon état	bon état	bon état
93-94	mauvais état	mauvais état	à rénover
94-95	mauvais état	mauvais état	à rénover
95-96	bon état	mauvais état	à rénover
96-97	bon état	bon état	bon état
97-98	bon état	bon état	bon état
98-99	bon état	bon état	bon état
99-100	bon état	bon état	bon état
100-101	bon état	bon état	bon état
101-102	bon état	bon état	bon état
102-103	mauvais état	mauvais état	à rénover
103-104	mauvais état	mauvais état	à rénover
104-105	bon état	bon état	bon état
105-106	bon état	bon état	bon état
106-107	mauvais état	bon état	à maintenir
107-108	bon état	bon état	bon état
108-109	bon état	bon état	bon état
109-110	bon état	mauvais état	à rénover
110-111	bon état	mauvais état	à rénover
111-112	mauvais état	mauvais état	à rénover
112-113	mauvais état	mauvais état	à rénover

tronçons	Etat physique	Etat hydraulique	recommandation
113-98	mauvais état	mauvais état	à rénover
114'-114			à projeter
114-115			à projeter
115-116			à projeter
116-117			à projeter
118-119	bon état	bon état	bon état
119-120	bon état	bon état	bon état
120-121	mauvais état	bon état	à maintenir
121-122	bon état	bon état	bon état
122-123	bon état	bon état	bon état
123-124	mauvais état	bon état	à maintenir
124-125	mauvais état	mauvais état	à rénover
125-126	mauvais état	mauvais état	à rénover
126-126'	mauvais état	mauvais état	à rénover
vers 146			à projeter
127'-127			à projeter
127-128			à projeter
128-129			à projeter
129-122			à projeter
130'-130			à projeter
130-131			à projeter
131-126			à projeter
132'-132	bon état	bon état	bon état
132-133	bon état	bon état	bon état
133-g	bon état	bon état	bon état
g-134	bon état	bon état	bon état
134-135	bon état	bon état	bon état
135-136	bon état	bon état	bon état
136-137	bon état	bon état	bon état
137-137'	bon état	bon état	bon état
137'-138	bon état	bon état	bon état
138-139	bon état	bon état	bon état
139-139'	bon état	bon état	bon état
139'-139"	bon état	bon état	bon état
139"-140	bon état	bon état	bon état
140-141	bon état	bon état	bon état
140'-140	bon état	bon état	bon état
141-142	bon état	bon état	bon état
142-142'	bon état	bon état	bon état
142'-143	bon état	bon état	bon état

tronçons	Etat physique	Etat hydraulique	recommandation
143-144	bon état	bon état	bon état
143'-143	bon état	bon état	bon état
144-145	bon état	bon état	bon état
145-h	mauvais état	mauvais état	à rénover
h-146	mauvais état	mauvais état	à rénover
146-147	bon état	mauvais état	à rénover
147-148	bon état	mauvais état	à rénover
148-149	bon état	bon état	bon état
149-150	bon état	bon état	bon état
150-151	bon état	bon état	bon état
151-152	bon état	bon état	bon état
152-153	mauvais état	mauvais état	à rénover
153-154	bon état	bon état	bon état
154'-154	bon état	bon état	bon état
154-155	bon état	bon état	bon état
155-156	mauvais état	mauvais état	à rénover
156-i	bon état	bon état	bon état
i-41'	bon état	bon état	bon état
156-157	bon état	bon état	bon état
157-158	bon état	bon état	bon état
158-159	mauvais état	mauvais état	à rénover
159-160	mauvais état	mauvais état	à rénover
160-161	mauvais état	bon état	à maintenir
161-162	bon état	bon état	à rénover
162-162'	bon état	mauvais état	à rénover
162'-41	bon état	mauvais état	à rénover
163'-163			à projeter
163-164			à projeter
164-165			à projeter
165-162			à projeter
166-167	bon état	bon état	bon état
167-168	bon état	bon état	bon état
168-169	bon état	bon état	bon état
169-139'	bon état	mauvais état	à rénover
170-171	bon état	mauvais état	à rénover
171-172	bon état	bon état	bon état
172-173	bon état	mauvais état	à rénover
173-174	mauvais état	bon état	à maintenir
174-139"	mauvais état	bon état	à maintenir
175'-175	mauvais état	bon état	à maintenir

tronçons	Etat physique	Etat hydraulique	recommandation
175-176	bon état	mauvais état	à rénover
176-142'	bon état	mauvais état	à rénover
177-178	bon état	bon état	bon état
178-179	bon état	bon état	bon état
179-180	bon état	bon état	bon état
180-181	bon état	bon état	bon état
181-143	bon état	bon état	bon état
182-144	bon état	bon état	bon état
183-184	bon état	bon état	bon état
184-184'	bon état	bon état	bon état
184'-185	bon état	bon état	bon état
185-152	bon état	bon état	bon état
186'-186	bon état	bon état	bon état
186-187	bon état	bon état	bon état
187-188	bon état	bon état	bon état
188-189	bon état	bon état	bon état
189-190	bon état	bon état	bon état
190-191	mauvais état	bon état	à maintenir
191-192	bon état	bon état	à maintenir
192-193	bon état	mauvais état	à rénover
193-194	bon état	mauvais état	à rénover
194-195	bon état	mauvais état	à rénover
195-196	bon état	bon état	bon état
196-197	bon état	mauvais état	à rénover
197-198	bon état	mauvais état	à rénover
198-199	bon état	bon état	bon état
199-200	bon état	bon état	bon état
200-201	bon état	bon état	bon état
201-202	bon état	bon état	bon état
202-202'	bon état	bon état	bon état
202'-203	bon état	bon état	bon état
203-204	bon état	bon état	bon état
204-205	bon état	bon état	bon état
205-206	bon état	mauvais état	à rénover
206-207	bon état	mauvais état	à rénover
207-208	mauvais état	mauvais état	à rénover
208-209	mauvais état	bon état	à maintenir
209-210	mauvais état	mauvais état	à rénover
210-211	mauvais état	mauvais état	à rénover
211-212	bon état	bon état	bon état

tronçons	Etat physique	Etat hydraulique	recommandation
212-213	bon état	bon état	bon état
213-152	mauvais état	bon état	à maintenir
214-215	mauvais état	bon état	à maintenir
215-192	bon état	bon état	bon état
216-217	bon état	bon état	bon état
217-193	bon état	bon état	bon état
218-219	bon état	bon état	bon état
219-220	bon état	bon état	bon état
220-221	bon état	bon état	bon état
221-197	bon état	bon état	bon état
222'-222			à projeter
222-223			à projeter
223-224			à projeter
224-199			à projeter
225'-225			à projeter
225-226			à projeter
226-200			à projeter
227'-227			à projeter
227-228			à projeter
228-229			à projeter
229-201			à projeter
230'-230			à projeter
230-231			à projeter
231-232			à projeter
232-233			à projeter
233-202			à projeter
234-235			à projeter
235-236			à projeter
236-237			à projeter
237-238			à projeter
238-239			à projeter
239-240			à projeter
240-190			à projeter
241-242	bon état	bon état	bon état
242-243	bon état	bon état	bon état
243-244	bon état	bon état	bon état
244-245	bon état	bon état	bon état
245-246	bon état	bon état	bon état
246-154	bon état	bon état	bon état
247-248			à projeter

tronçons	Etat physique	Etat hydraulique	recommandation
248-249			à projeter
249-44			à projeter
254'-254	bon état	bon état	bon état
254-255	bon état	bon état	bon état
255-36	bon état	bon état	bon état
256-23	bon état	bon état	bon état

ANNEXE 2

Tronçon	L(m)	Cote TN AM	Cote TN AV	prof _R AM	prof _R AV	pente	Q _{pl} (l/s)	Q _{us} (l/s)	Q _{tot} (m³/s)	D _{cal} (mm)	D _N mm	V _{ps}	Q _{ps}	R _Q	R _{Qmin}	R _V	R _{V min}	R _H	R _{H min}	V	H	H _{min}	Auto- curage
1--2	17,6	70,94	70,88	1,3	1,5	0,0148	7,615	0,073	0,008	97,782	300	1,621	0,115	0,067	0,001	0,567	0,231	0,179	0,038	0,919	53,571	11,31	vérifié
2--3	27,1	70,88	70,49	1,5	2,7	0,0587	19,341	0,185	0,02	107,091	300	3,231	0,228	0,086	0,001	0,624	0,232	0,205	0,038	2,016	61,491	11,457	vérifié
3--4	14,2	70,49	66,86	4	1,2	0,0585	25,485	0,244	0,026	118,847	300	3,225	0,228	0,113	0,001	0,69	0,234	0,237	0,039	2,225	71,249	11,676	vérifié
4--5	21	66,86	63,6	3,3	1,5	0,0695	34,571	0,331	0,035	128,98	300	3,517	0,248	0,14	0,001	0,738	0,236	0,264	0,04	2,596	79,247	11,896	vérifié
5--6	33,7	60,89	51,3	9,5	2	0,062	49,152	0,47	0,05	150,361	300	3,322	0,235	0,211	0,002	0,812	0,24	0,317	0,042	2,699	95,13	12,459	vérifié
6--7	22,4	51,3	50,72	2	1,5	0,0036	58,844	0,563	0,059	274,717	300	0,797	0,056	1,055	0,01	1,105	0,293	0,915	0,063	0,881	274,649	18,9	vérifié
7--8	19,7	50,72	51,22	1,5	2,6	0,0305	67,367	0,644	0,068	193,368	300	2,328	0,164	0,414	0,004	0,94	0,253	0,447	0,047	2,187	133,996	14,045	vérifié
8--9	26	51,22	51,3	2,6	3,1	0,0162	78,617	0,752	0,079	230,766	400	2,054	0,258	0,308	0,003	0,872	0,247	0,378	0,044	1,791	151,132	17,624	vérifié
9--10	18	51,3	52,34	3,1	4,2	0,0033	207,597	1,985	0,21	446,503	500	1,083	0,212	0,987	0,009	1,122	0,289	0,837	0,061	1,215	418,424	30,658	vérifié
10--11	21,6	52,34	52,35	4,2	4,3	0,0042	216,943	2,074	0,219	435,336	500	1,21	0,238	0,922	0,009	1,118	0,285	0,769	0,06	1,353	384,38	29,861	vérifié
11--12	11,3	52,35	52,51	4,3	4,5	0,0035	221,832	2,121	0,224	452,617	630	1,301	0,405	0,552	0,005	1,031	0,262	0,534	0,05	1,341	336,691	31,749	vérifié
12--13	13,5	52,51	50,53	4,5	2,6	0,0059	227,673	2,177	0,23	414,96	500	1,443	0,283	0,811	0,008	1,104	0,278	0,679	0,057	1,594	339,417	28,481	vérifié
13-14	24,9	50,53	49,15	2,6	2,1	0,0353	238,447	2,28	0,241	302,082	400	3,038	0,382	0,631	0,006	1,068	0,267	0,578	0,052	3,243	231,277	20,961	vérifié
14-15	11,3	49,15	48,77	2,1	1,8	0,0071	264,234	2,526	0,267	424,399	500	1,578	0,31	0,862	0,008	1,11	0,281	0,715	0,058	1,751	357,683	29,108	vérifié
15-16	20,3	48,77	48,08	1,8	1,4	0,0143	273,017	2,61	0,276	376,646	500	2,241	0,44	0,627	0,006	1,066	0,267	0,576	0,052	2,389	287,964	26,148	vérifié
16-17	17,5	48,08	47,82	1,4	1,9	0,0434	280,589	2,683	0,283	308,923	400	3,367	0,423	0,67	0,006	1,08	0,27	0,599	0,053	3,638	239,423	21,356	vérifié
17-18	11,8	47,82	47,77	1,9	2,4	0,0466	285,695	2,732	0,288	306,923	400	3,488	0,438	0,658	0,006	1,077	0,269	0,593	0,053	3,757	237,026	21,239	vérifié
18-19	13,2	47,77	49,55	2,4	4,3	0,0091	291,406	2,786	0,294	420,101	500	1,788	0,351	0,839	0,008	1,107	0,28	0,698	0,058	1,979	348,884	28,82	vérifié
19-20	16,4	49,55	50	1,6	2,4	0,0213	323,467	3,093	0,327	372,274	500	2,739	0,538	0,607	0,006	1,058	0,266	0,566	0,052	2,899	282,79	25,903	vérifié
20-21	21,1	50	51,08	2,4	4	0,0246	332,597	3,18	0,336	366,166	500	2,943	0,578	0,581	0,006	1,046	0,264	0,551	0,051	3,079	275,532	25,568	vérifié
21-22	18,5	51,08	48,53	4	2,6	0,0622	340,601	3,257	0,344	310,608	400	4,029	0,506	0,68	0,006	1,083	0,27	0,604	0,054	4,363	241,46	21,455	vérifié
22-23	11,6	48,53	46,05	2,6	0,9	0,0672	345,62	3,305	0,349	307,75	400	4,19	0,526	0,663	0,006	1,078	0,269	0,595	0,053	4,518	238,016	21,287	vérifié
23-24	53,1	46,05	48,02	0,9	3,1	0,0043	382,147	3,664	0,386	534,414	630	1,44	0,449	0,86	0,008	1,11	0,282	0,714	0,058	1,598	449,976	36,692	vérifié
24-25	21,7	48,02	49,3	3,1	4,45	0,0032	767,56	7,367	0,775	733,6	1000	1,69	1,327	0,584	0,006	1,047	0,264	0,553	0,051	1,77	552,575	51,26	vérifié
25-26	12,7	49,3	50,63	4,45	6	0,0173	772,484	7,424	0,78	536,576	630	2,879	0,897	0,869	0,008	1,111	0,282	0,722	0,059	3,198	454,689	36,869	vérifié
26-27	13,2	50,63	51	3,8	4,65	0,0364	777,602	7,483	0,785	468,085	630	4,171	1,3	0,604	0,006	1,057	0,266	0,564	0,052	4,408	355,153	32,645	vérifié
27-28	15,7	51	50,19	4,65	4,25	0,0261	783,689	7,554	0,791	499,524	630	3,535	1,101	0,718	0,007	1,091	0,273	0,624	0,055	3,858	393,178	34,503	vérifié
28-29	12	50,19	50,61	4,25	5	0,0275	788,341	7,607	0,796	495,808	630	3,627	1,13	0,704	0,007	1,089	0,272	0,617	0,054	3,949	388,446	34,289	vérifié
29-30	15,3	50,61	50,31	1,5	1,63	0,0281	794,273	7,676	0,802	495,183	630	3,667	1,142	0,702	0,007	1,088	0,272	0,615	0,054	3,99	387,662	34,268	vérifié
30-31	13,9	50,31	50,63	1,63	2	0,0036	799,662	7,739	0,807	729,916	1000	1,785	1,401	0,576	0,006	1,043	0,264	0,548	0,051	1,863	548,182	51,183	vérifié
31-32	10,5	50,63	51,23	2	3	0,0381	803,733	7,786	0,812	469,818	630	4,269	1,33	0,61	0,006	1,059	0,266	0,567	0,052	4,522	357,207	32,807	vérifié
32-c	19,7	51,23	50	3	2	0,0117	958,655	9,582	0,968	626,596	700	2,535	0,975	0,993	0,01	1,122	0,292	0,844	0,063	2,845	590,786	43,799	vérifié

Tronçon	L(m)	Cote TN AM	Cote TN AV	prof _R AM	prof _R AV	pente	Q _{pl} (l/s)	Q _{us} (l/s)	Q _{tot} (m³/s)	D _{cal} (mm)	D _N mm	V _{ps}	Q _{ps}	R _Q	R _{Qmin}	R _V	R _{V min}	R _H	R _{H min}	V	H	H _{min}	Auto-curage
c-33	21,5	50	41,5	8	1	0,0698	958,655	9,582	0,968	448,141	700	6,198	2,384	0	0	0,226	0,226	0,036	0,036	1,403	25,13	25,13	vérifié
33-d	13	41,5	38,7	4	1,8	0,0462	620,969	6,433	0,627	411,526	700	5,041	1,939	0,324	0,003	0,881	0,249	0,388	0,045	4,443	271,537	31,621	vérifié
d-34	12,4	38,7	34,12	5	1	0,0468	620,969	6,433	0,627	410,497	700	5,075	1,952	0	0	0,226	0,226	0,036	0,036	1,148	25,13	25,13	vérifié
34-35	28,2	34,12	31,25	3,2	1	0,0238	1306,516	13,917	1,32	616,109	700	3,617	1,391	0,949	0,01	1,121	0,293	0,796	0,063	4,054	557,241	44,123	vérifié
35-36	11,5	31,25	30,08	2,2	1,4	0,0322	1310,975	13,969	1,325	582,805	700	4,209	1,619	0,818	0,009	1,105	0,284	0,684	0,059	4,65	478,469	41,613	vérifié
36-37	21,8	30,08	31	1,8	3	0,0128	1540,032	16,423	1,556	735,404	1000	3,373	2,648	0,588	0,006	1,049	0,269	0,555	0,053	3,539	554,723	53,011	vérifié
37-38	171,9	31	30,2	3	2,8	0,0035	1624,223	17,321	1,642	957,826	1200	1,986	2,245	0,731	0,008	1,094	0,279	0,631	0,057	2,172	757,229	68,455	vérifié
38-39	69,1	30,2	29,8	2,8	3	0,0087	1662,767	17,716	1,68	814,503	1000	2,773	2,177	0,772	0,008	1,1	0,281	0,654	0,058	3,049	653,979	58,156	vérifié
39-40	231,5	29,8	28	3	2	0,0035	1787,032	18,948	1,806	994,582	1200	1,976	2,234	0,809	0,008	1,104	0,284	0,677	0,059	2,181	812,315	70,881	vérifié
40-162'	70,3	28	27,5	2	1,8	0,0043	1819,834	19,231	1,839	962,551	1200	2,196	2,482	0,741	0,008	1,095	0,279	0,636	0,057	2,405	763,588	68,556	vérifié
162'-41	45,9	27,5	26,7	1,8	1,8	0,0174	4006,445	39,652	4,046	993,7	1200	4,437	5,016	0,807	0,008	1,104	0,28	0,676	0,058	4,897	810,804	69,053	vérifié
41-e	53,2	26,7	26	1,8	1,5	0,0075	4049,092	40,02	4,089	1167,99	1500	3,382	5,973	0,685	0,007	1,084	0,272	0,606	0,054	3,667	909,389	81,515	vérifié
e-41'	38,2	26	25,5	1,5	1,2	0,0052	4049,092	40,02	4,089	1250,002	1000	2,154	1,691	0	0	0,226	0,226	0,036	0,036	0,487	35,9	35,9	vérifié
41'-42	21,3	25,5	26,3	1,2	2,2	0,0094	6169,531	59,783	6,229	1311,896	1800	4,268	10,854	0,574	0,006	1,042	0,264	0,547	0,051	4,448	984,394	92,057	vérifié
42-43	119,5	26,3	26	2,5	3,2	0,0084	6302,185	60,976	6,363	1351,263	1800	4,029	10,247	0,621	0,006	1,064	0,267	0,573	0,052	4,286	1031,156	94,205	vérifié
43-44	136	26	25,09	3,2	2,8	0,0038	6540,67	63,146	6,604	1592,753	1800	2,697	6,86	0,963	0,009	1,122	0,288	0,811	0,061	3,026	1458,946	109,72	vérifié
44-45	15,3	25,09	25,12	2,4	2,6	0,0111	6788,448	65,401	6,854	1317,504	1500	4,111	7,261	0,944	0,009	1,12	0,287	0,791	0,06	4,605	1185,94	90,658	vérifié
45-46	82,4	25,12	24,7	2,6	3	0,01	6932,942	66,716	7	1355,677	1800	4,394	11,174	0,626	0,006	1,066	0,267	0,576	0,052	4,683	1036,378	94,301	vérifié
46-47	62,72	24,7	25,3	2,5	3,3	0,0032	7042,925	67,716	7,111	1688,078	2000	2,668	8,378	0,849	0,008	1,108	0,281	0,705	0,058	2,957	1410,816	116,03	vérifié
47-48	75,48	25,3	26,5	2	3,6	0,0053	7175,284	68,921	7,244	1545,468	1800	3,206	8,155	0,888	0,008	1,113	0,283	0,738	0,059	3,57	1327,79	106,17	vérifié
48-49	31,4	26,5	24,8	3,6	2,7	0,0255	7230,346	69,422	7,3	1154,628	1200	5,365	6,064	1,204	0,011	0,722	0,302	0,89	0,067	3,874	1199,738	80,1	vérifié
49-49'	44,76	24,8	23	3,54	2	0,00581	8603,65	81,75	8,6854	1626,0606	2000	3,601	11,307	0,7681	0,007	1,099	0,2754	0,65	0,056	3,958	1303,57	111,51	vérifié
50-51	45,9	65,04	70,04	0,9	6,3	0,0087	19,86	0,19	0,02	154,65	300	1,245	0,088	0,228	0,002	0,824	0,241	0,328	0,042	1,026	98,326	12,589	vérifié
51-52	8,8	70,04	69,98	2,4	2,4	0,0068	23,667	0,226	0,024	172,941	300	1,101	0,078	0,307	0,003	0,872	0,246	0,377	0,044	0,96	113,229	13,213	vérifié
52-53	16,9	69,98	67,3	2,4	0,9	0,0698	30,979	0,296	0,031	123,683	300	3,525	0,249	0,126	0,001	0,714	0,235	0,25	0,039	2,517	75,119	11,777	vérifié
53-54	11,1	67,3	64,04	4	0,9	0,0144	35,782	0,342	0,036	175,492	300	1,601	0,113	0,319	0,003	0,879	0,247	0,385	0,044	1,407	115,556	13,309	vérifié
54-55	16,6	64,04	65,9	0,9	2,82	0,0036	42,965	0,411	0,043	243,607	300	0,802	0,057	0,766	0,007	1,099	0,276	0,65	0,056	0,881	195,09	16,743	vérifié
55-56	18,7	65,9	62,81	2,82	1	0,0679	51,056	0,488	0,052	149,944	300	3,476	0,246	0,21	0,002	0,811	0,24	0,316	0,041	2,82	94,822	12,447	vérifié
56-57	13,9	62,81	61,49	1,3	0,9	0,0662	57,07	0,546	0,058	157,095	300	3,432	0,242	0,238	0,002	0,83	0,242	0,334	0,042	2,85	100,181	12,666	vérifié
57-58	24,1	61,49	61,31	0,9	1,7	0,0407	67,497	0,645	0,068	183,3	300	2,69	0,19	0,359	0,003	0,903	0,25	0,411	0,045	2,429	123,156	13,617	vérifié
58-59	16,4	61,31	63	1,7	3,45	0,0037	74,593	0,713	0,075	298,915	400	0,977	0,123	0,613	0,006	1,061	0,266	0,569	0,052	1,037	227,529	20,783	vérifié
59-60	19,5	63	62,5	3,45	3,02	0,0036	83,03	0,794	0,084	312,281	400	0,968	0,122	0,689	0,007	1,085	0,271	0,609	0,054	1,051	243,504	21,555	vérifié

Tronçon	L(m)	Cote TN AM	Cote TN AV	prof _R AM	prof _R AV	pente	Q _{pl} (l/s)	Q _{us} (l/s)	Q _{tot} (m³/s)	D _{cal} (mm)	D _N mm	V _{ps}	Q _{ps}	R _Q	R _{Qmin}	R _v	R _{v min}	R _H	R _{H min}	V	H	H _{min}	Auto-curage
60-61	34,5	62,5	58,45	3,02	1,35	0,069	97,957	0,937	0,099	190,888	300	3,503	0,248	0,4	0,004	0,93	0,252	0,437	0,046	3,259	131,226	13,936	vérifié
61-9	53,7	58,45	51,3	4,8	1,4	0,0698	121,192	1,159	0,122	206,276	300	3,525	0,249	0,491	0,005	0,993	0,258	0,497	0,049	3,5	149,159	14,648	vérifié
62-63	19,9	52,81	51,42	1,4	1	0,0497	8,61	0,082	0,009	81,544	250	2,635	0,129	0,067	0,001	0,567	0,231	0,179	0,038	1,494	44,692	9,425	vérifié
63-14	28,4	51,42	49,15	3	1,87	0,0401	20,898	0,2	0,021	118,379	250	2,367	0,116	0,182	0,002	0,788	0,238	0,297	0,041	1,864	74,192	10,186	vérifié
64-65	14,4	52,03	53,04	1,87	2,95	0,0049	6,231	0,06	0,006	111,709	200	0,71	0,022	0,282	0,003	0,857	0,245	0,362	0,043	0,608	72,368	8,679	vérifié
65-19	43,3	53,04	49,55	2,95	1,9	0,0564	24,965	0,239	0,025	118,744	200	2,416	0,076	0,332	0,003	0,887	0,248	0,393	0,045	2,142	78,687	8,94	vérifié
66-67	10,2	54,06	54,89	1,9	2,77	0,0039	3,955	0,046	0,004	98,147	250	0,74	0,036	0,11	0,001	0,684	0,235	0,235	0,039	0,506	58,65	9,866	vérifié
67-68	11,5	54,89	55,08	2,77	3	0,0035	8,413	0,098	0,009	133,227	250	0,697	0,034	0,249	0,003	0,838	0,246	0,341	0,044	0,583	85,271	10,973	vérifié
68-69	15,1	55,08	55,63	3	3,6	0,0033	14,268	0,165	0,014	163,915	250	0,68	0,033	0,433	0,005	0,953	0,26	0,459	0,05	0,648	114,837	12,415	vérifié
69-70	52,5	55,63	57,03	3,6	5,22	0,0042	34,623	0,401	0,035	218,685	250	0,765	0,038	0,934	0,011	1,119	0,298	0,78	0,065	0,856	195,04	16,208	vérifié
70-71	19,2	57,03	58,02	1,3	2,36	0,0036	54,388	0,631	0,055	265,895	300	0,805	0,057	0,967	0,011	1,122	0,3	0,815	0,066	0,904	244,534	19,744	vérifié
71-72	17,8	58,02	60,02	2,36	4,44	0,0045	61,289	0,711	0,062	267,379	300	0,894	0,063	0,981	0,011	1,123	0,301	0,831	0,066	1,004	249,327	19,871	vérifié
72-73	12,6	60,02	60,03	4,44	4,5	0,004	66,175	0,767	0,067	281,679	315	0,868	0,068	0,99	0,011	1,122	0,302	0,841	0,066	0,974	264,884	20,945	vérifié
73-74	14,7	60,03	60,04	4,5	4,56	0,0034	71,874	0,833	0,073	299,063	400	0,942	0,118	0,614	0,007	1,061	0,274	0,569	0,055	1	227,705	22,1	vérifié
74-75	16,7	60,04	57,41	4,56	2,2	0,0162	78,349	0,908	0,079	230,608	300	1,696	0,12	0,661	0,008	1,078	0,278	0,594	0,057	1,828	178,266	17,006	vérifié
75-76	5,5	57,41	56,92	2,2	2	0,0527	115,181	1,335	0,117	213,486	300	3,063	0,216	0,538	0,006	1,023	0,268	0,526	0,053	3,132	157,866	15,878	vérifié
76-77	13,3	56,92	54,43	3	1,21	0,0526	120,338	1,395	0,122	217,095	300	3,06	0,216	0,563	0,006	1,037	0,27	0,541	0,054	3,172	162,206	16,105	vérifié
77-78	7,8	54,43	53,82	1,21	1,1	0,0641	123,362	1,43	0,125	211,172	300	3,377	0,239	0,523	0,006	1,013	0,267	0,517	0,052	3,422	155,072	15,736	vérifié
78-79	16,2	53,82	52,84	1,1	1	0,0543	129,643	1,503	0,131	221,926	300	3,109	0,22	0,597	0,007	1,054	0,273	0,56	0,055	3,275	167,968	16,418	vérifié
79-32	24	52,84	51,23	1	1	0,0671	138,948	1,611	0,141	218,934	300	3,455	0,244	0,576	0,007	1,043	0,271	0,548	0,054	3,604	164,405	16,223	vérifié
80-81	20,5	57,32	56,93	1	1,1	0,0239	7,948	0,092	0,008	90,86	250	1,826	0,09	0,09	0,001	0,636	0,234	0,21	0,039	1,161	52,608	9,701	vérifié
81-70	11,28	56,93	57,03	1,1	1,26	0,0053	12,321	0,143	0,012	141,95	250	0,861	0,042	0,295	0,003	0,865	0,25	0,37	0,045	0,745	92,441	11,336	vérifié
82-83	21,9	53,43	54,12	1,26	2,03	0,0037	8,491	0,098	0,009	132,463	200	0,615	0,019	0,445	0,005	0,961	0,261	0,467	0,05	0,591	93,42	10,006	vérifié
83-84	13,2	54,12	54,65	2,03	2,6	0,003	13,609	0,158	0,014	163,733	200	0,56	0,018	0,782	0,009	1,101	0,287	0,66	0,06	0,617	132,066	12,067	vérifié
84-75	54,4	54,65	57,41	2,6	5,6	0,0044	34,7	0,402	0,035	216,767	300	0,886	0,063	0,561	0,006	1,035	0,27	0,539	0,054	0,917	161,812	16,084	vérifié
85-86	10,4	47,05	45,93	5,6	4,53	0,0048	4,032	0,047	0,004	95,159	250	0,819	0,04	0,102	0,001	0,665	0,234	0,225	0,039	0,545	56,197	9,796	vérifié
86-87	22	45,93	43,52	4,53	2,23	0,005	12,562	0,146	0,013	144,651	300	0,943	0,067	0,191	0,002	0,796	0,242	0,303	0,042	0,751	90,934	12,612	vérifié
87-88	5,3	43,52	43,21	2,23	1,95	0,0057	14,617	0,169	0,015	149,587	300	1,004	0,071	0,209	0,002	0,81	0,243	0,315	0,043	0,813	94,558	12,783	vérifié
88-33	38,3	43,21	41,5	1,95	0,9	0,0172	29,466	0,342	0,03	157,912	300	1,751	0,124	0,241	0,003	0,833	0,245	0,336	0,044	1,458	100,807	13,091	vérifié
89-89'	66,7	65,91	62,4	2,15	2,2	0,0534	58,185	0,655	0,059	164,858	200	2,352	0,074	0,797	0,009	1,102	0,286	0,669	0,06	2,593	133,864	12,017	vérifié
89'-90	17,7	62,4	60,67	2,2	1,55	0,061	73,625	0,829	0,074	175,607	200	2,514	0,079	0,943	0,01	1,12	0,296	0,79	0,064	2,816	157,947	12,863	vérifié
90-91	43,3	60,67	58,13	1,55	1	0,046	111,397	1,254	0,113	216,303	400	3,464	0,435	0,259	0,003	0,844	0,246	0,347	0,044	2,922	138,91	17,589	vérifié

Tronçon	L(m)	Cote TN AM	Cote TN AV	prof _R AM	prof _R AV	pente	Q _{pl} (l/s)	Q _{us} (l/s)	Q _{tot} (m³/s)	D _{cal} (mm)	D _N mm	V _{ps}	Q _{ps}	R _Q	R _{Qmin}	R _v	R _{v min}	R _H	R _{H min}	V	H	H _{min}	Auto-curage
91-92	23,1	58,13	59,75	1	2,87	0,0108	131,548	1,481	0,133	301,925	400	1,681	0,211	0,63	0,007	1,067	0,274	0,578	0,055	1,794	231,092	22,074	vérifié
92-93	12,2	59,75	59,01	2,87	2,19	0,0049	142,19	1,601	0,144	360,408	400	1,133	0,142	1,01	0,011	1,121	0,301	0,864	0,066	1,27	345,63	26,497	vérifié
93-94	15,2	59,01	58,34	2,19	1,7	0,0118	155,45	1,75	0,157	316,052	400	1,758	0,221	0,712	0,008	1,09	0,28	0,621	0,058	1,917	248,218	23,039	vérifié
94-95	16,2	58,34	57,47	1,7	1,17	0,021	169,581	1,909	0,171	293,311	400	2,341	0,294	0,583	0,006	1,047	0,271	0,552	0,054	2,451	220,876	21,518	vérifié
95-96	44,6	57,47	56,38	1,17	0,93	0,0191	208,487	2,348	0,211	322,715	400	2,231	0,28	0,753	0,008	1,097	0,283	0,643	0,059	2,447	257,111	23,517	vérifié
96-97	23	56,38	55,42	0,93	1,3	0,0578	228,551	2,573	0,231	271,269	400	3,886	0,488	0,474	0,005	0,981	0,262	0,486	0,051	3,812	194,357	20,204	vérifié
97-98	26,2	55,42	56,52	1,3	2,5	0,0038	251,406	2,831	0,254	468,007	630	1,351	0,421	0,604	0,007	1,057	0,272	0,564	0,054	1,428	355,06	34,276	vérifié
98-99'	28,7	56,52	51,32	5	1,1	0,0453	396,061	4,451	0,401	349	400	3,439	0,432	0,927	0,01	1,118	0,295	0,774	0,064	3,846	309,53	25,526	vérifié
99'-99	17,9	51,32	52,63	1,1	2,8	0,0218	802,108	9,005	0,811	521,611	630	3,229	1,006	0,806	0,009	1,104	0,287	0,675	0,06	3,563	425,534	37,986	vérifié
99-100	26,5	52,63	50,74	2,8	2,4	0,0562	816,889	9,156	0,826	439,662	500	4,446	0,873	0,947	0,01	1,121	0,296	0,794	0,064	4,982	396,782	32,151	vérifié
100-101	31,8	50,74	47,05	2,9	0,9	0,0531	834,628	9,338	0,844	447,924	500	4,322	0,848	0,995	0,011	1,122	0,3	0,846	0,066	4,851	423,188	32,812	vérifié
101-102	14,4	47,05	44,78	2,63	1,15	0,0549	842,66	9,42	0,852	446,863	500	4,392	0,862	0,989	0,011	1,122	0,299	0,839	0,065	4,929	419,624	32,712	vérifié
102-117	23,36	44,78	45,05	1,15	1,5	0,0034	855,69	9,554	0,865	756,036	1000	1,742	1,367	0,633	0,007	1,068	0,274	0,579	0,055	1,861	579,176	55,11	vérifié
117-103	66,94	45,05	43,82	1,5	3,65	0,0505	605,026	6,592	0,612	400,802	630	4,915	1,531	0,399	0,004	0,93	0,256	0,437	0,048	4,571	275,506	30,163	vérifié
103-104	91,26	43,82	42,37	3,65	5,4	0,0351	649,722	7,069	0,657	440,786	500	3,511	0,689	0,953	0,01	1,121	0,295	0,8	0,064	3,936	400,177	31,847	vérifié
104-34	64,2	42,37	34,12	5,4	0,9	0,0584	674,613	7,357	0,682	406,256	500	4,532	0,889	0,767	0,008	1,099	0,282	0,651	0,059	4,98	325,511	29,257	vérifié
105-106	24,2	60,02	59,97	0,9	2,2	0,0558	21,11	0,238	0,021	111,788	315	3,255	0,254	0,084	0,001	0,62	0,233	0,203	0,039	2,019	64,008	12,143	vérifié
106-107	10,2	59,97	58,29	2,2	1	0,0471	30,008	0,338	0,03	131,681	200	2,208	0,069	0,438	0,005	0,956	0,26	0,463	0,049	2,112	92,508	9,885	vérifié
107-108	10,4	58,29	56,98	2,8	2,1	0,0587	39,08	0,44	0,04	139,511	200	2,465	0,077	0,511	0,006	1,005	0,265	0,509	0,052	2,479	101,846	10,324	vérifié
108-109	13,4	56,98	55,02	2,1	0,9	0,0567	50,77	0,572	0,051	154,868	200	2,424	0,076	0,674	0,008	1,082	0,277	0,601	0,056	2,622	120,202	11,3	vérifié
109-110	16,6	55,02	55,81	0,9	1,75	0,0036	65,25	0,735	0,066	285,112	400	0,971	0,122	0,541	0,006	1,024	0,267	0,528	0,053	0,995	211,046	21,011	vérifié
110-111	12	55,81	56,72	1,75	2,7	0,0033	75,718	0,853	0,077	306,084	400	0,933	0,117	0,653	0,007	1,075	0,276	0,59	0,056	1,003	236,025	22,351	vérifié
111-112	16,8	56,72	57,83	2,7	3,88	0,0042	90,374	1,018	0,091	313,679	400	1,043	0,131	0,698	0,008	1,087	0,279	0,613	0,057	1,134	245,232	22,872	vérifié
112-113	13,3	57,83	59,74	3,88	6	0,0158	101,976	1,148	0,103	255,665	300	1,676	0,118	0,871	0,01	1,111	0,291	0,723	0,062	1,862	216,86	18,671	vérifié
113-98	25,4	59,74	56,52	4	2,5	0,0677	124,133	1,398	0,126	209,475	300	3,471	0,245	0,512	0,006	1,006	0,265	0,51	0,052	3,493	153,02	15,498	vérifié
114'-114	31,3	53,87	53,81	1,1	1,2	0,0051	17,459	0,179	0,018	162,899	315	0,985	0,077	0,23	0,002	0,825	0,243	0,329	0,042	0,813	103,632	13,369	vérifié
114-115	28,91	53,81	52,62	1,2	0,9	0,0308	33,585	0,344	0,034	148,682	315	2,418	0,188	0,18	0,002	0,786	0,239	0,296	0,041	1,9	93,132	12,928	vérifié
115-116	44,31	52,62	51,12	0,9	1,3	0,0429	58,302	0,597	0,059	171,83	315	2,853	0,222	0,265	0,003	0,847	0,245	0,351	0,043	2,417	110,588	13,681	vérifié
116-117	51,49	51,12	45,05	3,42	0,9	0,0689	87,023	0,891	0,088	182,666	315	3,618	0,282	0,312	0,003	0,875	0,248	0,381	0,045	3,164	119,865	14,095	vérifié
118-119	43,1	77,89	72,15	3,8	1	0,0682	63,169	0,567	0,064	162,237	300	3,484	0,246	0,259	0,002	0,844	0,242	0,347	0,042	2,939	104,191	12,711	vérifié
119-120	59	72,15	70,12	1	0,9	0,0327	149,643	1,343	0,151	257,306	300	2,412	0,17	0,886	0,008	1,113	0,28	0,735	0,057	2,685	220,648	17,245	vérifié
120-121	32,9	70,12	71,91	0,9	4	0,0398	197,862	1,776	0,2	275,381	315	2,75	0,214	0,932	0,008	1,119	0,282	0,779	0,059	3,077	245,287	18,45	vérifié

Tronçon	L(m)	Cote TN AM	Cote TN AV	prof _R AM	prof _R AV	pente	Q _{pl} (l/s)	Q _{us} (l/s)	Q _{tot} (m³/s)	D _{cal} (mm)	D _N mm	V _{ps}	Q _{ps}	R _Q	R _{Qmin}	R _V	R _{V min}	R _H	R _{H min}	V	H	H _{min}	Auto- curage
121-122	71,72	71,91	70	4	4	0,0266	336,952	3,025	0,34	362,567	500	3,06	0,6	0,566	0,005	1,038	0,261	0,542	0,05	3,177	271,232	24,936	vérifié
122-123	23,18	70	69,7	1	1	0,0129	509,137	4,571	0,514	484,589	630	2,488	0,775	0,663	0,006	1,078	0,267	0,595	0,052	2,683	374,733	32,879	vérifié
123-124	95,4	69,7	68,5	1	1,3	0,0157	648,959	5,826	0,655	511,731	630	2,743	0,855	0,766	0,007	1,099	0,273	0,651	0,055	3,014	409,92	34,435	vérifié
124-125	60,7	68,5	68,1	1,3	1,5	0,0099	737,924	6,625	0,745	585,815	800	2,55	1,281	0,581	0,005	1,046	0,262	0,551	0,05	2,667	440,791	40,186	vérifié
125-126	101	68,1	67,13	1,5	2	0,0146	885,954	7,954	0,894	583,484	800	3,094	1,555	0,575	0,005	1,043	0,261	0,548	0,05	3,227	438,01	40,068	vérifié
126-126'	34	67,13	62,05	4,6	0,9	0,0406	1126,467	10,113	1,137	526,782	630	4,407	1,373	0,828	0,007	1,106	0,276	0,69	0,056	4,874	434,745	35,353	vérifié
126'-146	116	62,05	52,67	5,3	0,9	0,0429	1126,467	10,113	1,137	521,269	630	4,532	1,412	0,805	0,007	1,103	0,275	0,675	0,056	5	424,951	35,012	vérifié
127'-127	39,4	77,15	75,04	0,9	0,9	0,0536	57,746	0,518	0,058	164,148	315	3,189	0,248	0,235	0,002	0,828	0,241	0,332	0,042	2,642	104,579	13,157	vérifié
127-128	26,5	75,04	74,06	0,9	1,3	0,0521	96,586	0,867	0,097	200,118	315	3,144	0,245	0,398	0,004	0,929	0,251	0,436	0,046	2,921	137,44	14,423	vérifié
128-129	15	74,06	72,09	4,4	3,1	0,0447	118,571	1,065	0,12	222,424	315	2,912	0,227	0,527	0,005	1,016	0,259	0,52	0,049	2,959	163,663	15,415	vérifié
129-122	13,4	72,09	70	3,1	1,7	0,0515	138,211	1,241	0,139	229,384	315	3,127	0,244	0,573	0,005	1,042	0,261	0,546	0,05	3,257	172,032	15,758	vérifié
130'-130	41,9	69,15	69,26	3	4,95	0,0439	61,411	0,551	0,062	174,347	315	2,888	0,225	0,275	0,002	0,853	0,243	0,358	0,043	2,464	112,647	13,475	vérifié
130-131	60,6	69,26	69,02	4,95	5	0,0048	150,229	1,349	0,152	369,495	500	1,297	0,255	0,595	0,005	1,053	0,263	0,559	0,051	1,366	279,493	25,289	vérifié
131-126	27,6	69,02	67,13	5	4	0,0322	190,681	1,712	0,192	282,544	315	2,474	0,193	0,998	0,009	1,122	0,286	0,85	0,06	2,776	267,802	18,936	vérifié
132'-132	46,2	122	119,01	4	2,1	0,0236	43,293	0,414	0,044	171,858	400	2,482	0,312	0,14	0,001	0,738	0,236	0,264	0,04	1,831	105,574	15,86	vérifié
132-133	50,3	119,01	115,98	2,1	2,4	0,0662	90,429	0,866	0,091	186,685	400	4,158	0,522	0,175	0,002	0,781	0,238	0,292	0,041	3,246	116,706	16,227	vérifié
133-g	35,9	115,98	106	8,3	0,8	0,0691	175,61	1,681	0,177	237,539	300	3,506	0,248	0,716	0,007	1,091	0,272	0,623	0,055	3,825	186,803	16,372	vérifié
g-134	55	106	97,87	6	0,8	0,0533	175,61	1,681	0,177	249,399	300	3,079	0,218	0,815	0,008	1,105	0,279	0,681	0,057	3,4	204,392	17,123	vérifié
134-135	21,2	97,87	94,58	4	1,9	0,0561	195,477	1,871	0,197	257,093	300	3,16	0,223	0,884	0,008	1,113	0,283	0,734	0,059	3,516	220,143	17,639	vérifié
135-136	51,7	94,58	94,62	1,9	2,1	0,0031	243,924	2,335	0,246	480,989	630	1,217	0,379	0,65	0,006	1,074	0,268	0,588	0,053	1,307	370,439	33,323	vérifié
136-137	60,3	94,62	95,12	2,1	3,8	0,0199	300,431	2,876	0,303	366,881	500	2,645	0,519	0,584	0,006	1,047	0,264	0,553	0,051	2,771	276,384	25,615	vérifié
137-137'	190	95,12	95,5	2,95	4,93	0,0084	478,477	4,58	0,483	513,274	630	2,007	0,625	0,772	0,007	1,1	0,276	0,654	0,056	2,207	412,213	35,282	vérifié
137'-138	1,4	95,5	96	0,8	1,35	0,0357	479,789	4,592	0,484	391,871	500	3,543	0,695	0,697	0,007	1,087	0,271	0,613	0,054	3,852	306,259	27,043	vérifié
138-139	51	96	95,11	1,35	1,3	0,0165	529,319	5,057	0,534	470,073	630	2,807	0,875	0,611	0,006	1,06	0,266	0,567	0,052	2,975	357,509	32,685	vérifié
139-139'	1,7	95,11	95,01	1,3	1,23	0,0176	531,057	5,072	0,536	464,602	630	2,906	0,905	0,592	0,006	1,051	0,265	0,557	0,051	3,055	351,019	32,382	vérifié
139'-139"	48,9	95,01	93,87	1,23	1,25	0,0237	704,742	6,654	0,711	488,717	630	3,369	1,05	0,678	0,006	1,082	0,27	0,603	0,053	3,647	379,706	33,63	vérifié
139"-140	12,5	93,87	94,16	1,25	1,6	0,0048	915,435	8,573	0,924	727,364	1000	2,062	1,619	0,571	0,005	1,041	0,263	0,545	0,051	2,146	545,132	50,572	vérifié
140-141	12,7	94,16	95,1	1,6	3	0,0362	946,41	8,855	0,955	504,195	630	4,163	1,297	0,737	0,007	1,095	0,273	0,634	0,055	4,557	399,334	34,451	vérifié
140'-140	17,6	95	94,16	3	3	0,0477	17,992	0,164	0,018	108,323	300	2,914	0,206	0,088	0,001	0,631	0,232	0,208	0,038	1,84	62,532	11,445	vérifié
141-142	35	95,1	92,12	3	1,55	0,0437	982,19	9,181	0,991	493,546	630	4,573	1,425	0,696	0,006	1,087	0,27	0,612	0,054	4,97	385,623	33,805	vérifié
142-142'	14,4	92,12	91	1,55	0,9	0,0326	996,91	9,315	1,006	524,254	630	3,952	1,231	0,817	0,008	1,105	0,278	0,683	0,057	4,366	430,139	35,688	vérifié
142'-143	55,3	91	84,23	5,8	1,3	0,041	1163,44	10,832	1,174	532,14	630	4,432	1,381	0,85	0,008	1,109	0,279	0,707	0,057	4,913	445,214	36,153	vérifié

Tronçon	L(m)	Cote TN AM	Cote TN AV	prof _R AM	prof _R AV	pente	Q _{pl} (l/s)	Q _{us} (l/s)	Q _{tot} (m³/s)	D _{cal} (mm)	D _N mm	V _{ps}	Q _{ps}	R _Q	R _{Qmin}	R _v	R _{v min}	R _H	R _{H min}	V	H	H _{min}	Auto- curage
143-144	42,1	84,23	84,5	1,9	2,3	0,0031	1345,917	12,494	1,358	912,917	1200	1,868	2,111	0,643	0,006	1,072	0,267	0,585	0,052	2,002	701,736	62,698	vérifié
143'-143	13,8	85,5	84,23	2,3	1,5	0,0341	14,107	0,128	0,014	105,338	300	2,462	0,174	0,082	0,001	0,614	0,231	0,2	0,038	1,51	60,005	11,397	vérifié
144-145	35,5	80,72	75,93	5,2	1,9	0,042	1444,363	13,391	1,458	574,689	630	4,481	1,396	1,044	0,01	1,111	0,291	0,903	0,062	4,977	569,023	39,036	vérifié
145-h	112,7	75,93	60,67	11	0,8	0,0449	1626,288	15,218	1,642	593,337	630	4,634	1,444	1,137	0,011	0,989	0,297	0,992	0,064	4,581	625,265	40,585	vérifié
h-146	100,9	60,67	52,67	4,5	0,8	0,0426	1626,288	15,218	1,642	599,104	630	4,516	1,407	1,167	0,011	0,897	0,298	1,005	0,065	4,049	633,24	41,031	vérifié
146-147	77,56	52,67	46,37	5	0,8	0,0271	1727,916	16,239	1,744	667,331	800	4,221	2,12	0,823	0,008	1,105	0,278	0,686	0,057	4,665	549,113	45,514	vérifié
147-148	37,8	46,37	44,48	2	1	0,0235	1777,446	16,737	1,794	692,349	800	3,936	1,977	0,907	0,008	1,116	0,283	0,755	0,059	4,392	603,82	47,214	vérifié
148-149	4,65	44,48	44,73	1	1,38	0,028	1783,539	16,798	1,8	671,27	800	4,289	2,155	0,836	0,008	1,107	0,279	0,696	0,057	4,747	556,486	45,805	vérifié
149-150	20,3	44,73	45,21	0,8	1,5	0,0108	1810,139	17,065	1,827	806,265	1000	3,098	2,432	0,751	0,007	1,097	0,274	0,642	0,055	3,398	642,044	55,187	vérifié
150-151	27,9	45,21	48,15	1,5	5	0,0201	1846,697	17,433	1,864	723,686	1000	4,217	3,31	0,563	0,005	1,037	0,262	0,541	0,05	4,371	540,728	50,491	vérifié
151-152	32,2	48,15	49,5	1,6	3,5	0,0171	1888,889	17,857	1,907	752,265	1000	3,89	3,054	0,624	0,006	1,065	0,266	0,575	0,052	4,143	574,714	52,06	vérifié
152-153	30,2	49,5	50	1,5	2,5	0,0166	3806,493	35,723	3,842	984,054	1200	4,325	4,889	0,786	0,007	1,101	0,276	0,662	0,056	4,762	794,99	67,153	vérifié
153-154	74,8	50	48,54	2,5	2,5	0,0195	3866,638	36,297	3,903	959,773	1000	4,158	3,264	1,196	0,011	0,767	0,3	1,003	0,066	3,188	1003,401	65,91	vérifié
154'-154	12,7	48,75	48	2,5	2	0,0197	5,926	0,051	0,006	84,311	315	1,933	0,151	0,04	0	0,456	0,229	0,13	0,037	0,881	41,091	11,611	vérifié
154-155	34,51	48	44,06	4	0,9	0,0243	3984,366	37,313	4,022	931,261	1000	4,644	3,645	1,103	0,01	1,056	0,295	0,966	0,064	4,901	966,119	63,635	vérifié
155-156	32,55	44,06	42,01	2,25	1	0,0246	3999,553	37,444	4,037	930,898	1000	4,666	3,663	1,102	0,01	1,057	0,295	0,965	0,064	4,933	965,057	63,6	vérifié
156-i	91	42,01	38,5	3	1	0,0166	2110,5	19,677	2,13	788,45	1000	3,834	3,01	0,708	0,007	1,089	0,271	0,618	0,054	4,177	618,414	53,911	vérifié
i-41'	128,8	38,5	35,5	1	1,7	0,0287	2110,5	19,677	2,13	711,35	800	4,347	2,184	0,975	0,009	1,122	0,287	0,824	0,06	4,88	659,452	48,356	vérifié
156-157	17,5	42,01	39,95	3,8	2	0,0149	2018,487	18,883	2,037	791,625	1000	3,628	2,848	0,715	0,007	1,091	0,271	0,622	0,054	3,958	622,458	54,159	vérifié
157-158	40,1	39,95	33,74	8	3	0,0302	2029,499	18,978	2,048	694,561	800	4,456	2,238	0,915	0,008	1,117	0,284	0,762	0,059	4,976	609,648	47,243	vérifié
158-159	23,6	33,74	32,63	3	2,5	0,0258	2040,744	19,075	2,06	716,496	800	4,124	2,072	0,994	0,009	1,122	0,288	0,846	0,061	4,628	676,485	48,77	vérifié
159-160	24,1	32,63	30,89	3,1	2,04	0,0282	2052,735	19,179	2,072	706,364	800	4,309	2,165	0,957	0,009	1,121	0,286	0,805	0,06	4,832	643,673	48,044	vérifié
160-161	25,7	30,89	30,07	2,04	2	0,0304	2054,709	19,196	2,074	697,022	800	4,469	2,245	0,924	0,009	1,118	0,284	0,77	0,059	4,995	616,34	47,395	vérifié
161-162	4,23	30,07	29,93	2,5	2,45	0,0213	2056,683	19,213	2,076	745,292	1000	4,341	3,408	0,609	0,006	1,059	0,265	0,566	0,051	4,597	566,461	51,493	vérifié
162-162'	57,3	29,93	28	2,45	0,8	0,0049	2165,195	20,235	2,185	1001,139	1200	2,35	2,656	0,823	0,008	1,105	0,278	0,687	0,057	2,597	823,928	68,145	vérifié
162'-41	45	28	26,7	1,87	1,8	0,0273	2165,195	20,235	2,185	724,941	800	4,241	2,13	1,026	0,009	1,117	0,29	0,882	0,062	4,738	705,634	49,376	vérifié
163'-163	37,29	36,21	32,82	1,8	0,9	0,0668	20,801	0,213	0,021	107,443	315	3,561	0,277	0,076	0,001	0,595	0,232	0,191	0,038	2,119	60,316	11,993	vérifié
163-164	47,72	32,82	37,35	0,9	5,62	0,004	47,419	0,486	0,048	248,306	315	0,869	0,068	0,707	0,007	1,089	0,275	0,618	0,056	0,947	194,73	17,514	vérifié
164-165	36,04	37,35	35,02	5,62	5,1	0,0502	65,221	0,649	0,066	173,959	315	3,088	0,241	0,274	0,003	0,852	0,245	0,357	0,043	2,632	112,327	13,691	vérifié
165-162	35,48	35,02	29,93	5,1	2,42	0,0679	81,776	0,792	0,083	178,918	315	3,591	0,28	0,295	0,003	0,865	0,246	0,37	0,044	3,105	116,529	13,806	vérifié
166-167	65,7	90,81	94,93	1	5,32	0,003	67,164	0,612	0,068	297,412	400	0,892	0,112	0,605	0,005	1,057	0,264	0,564	0,051	0,943	225,75	20,409	vérifié
167-168	16,8	94,93	95,22	5,32	5,7	0,0054	84,338	0,768	0,085	291,351	400	1,183	0,149	0,573	0,005	1,042	0,262	0,546	0,05	1,232	218,538	20,093	vérifié

Tronçon	L(m)	Cote TN AM	Cote TN AV	prof _R AM	prof _R AV	pente	Q _{pl} (l/s)	Q _{us} (l/s)	Q _{tot} (m³/s)	D _{cal} (mm)	D _N mm	V _{ps}	Q _{ps}	R _Q	R _{Qmin}	R _V	R _{V min}	R _H	R _{H min}	V	H	H _{min}	Auto- curage
168-169	27,8	95,22	95,11	5,7	5,7	0,004	112,758	1,027	0,114	343,862	400	1,016	0,128	0,891	0,008	1,114	0,281	0,74	0,058	1,132	296,094	23,165	vérifié
169-139'	10,7	95,11	95,01	1,25	1,23	0,0075	123,696	1,127	0,125	315,97	400	1,397	0,175	0,711	0,006	1,09	0,27	0,62	0,054	1,523	248,114	21,438	vérifié
170-171	45,5	83,64	87,64	1,23	5,5	0,0059	46,514	0,424	0,047	228,651	315	1,061	0,083	0,568	0,005	1,039	0,261	0,543	0,05	1,103	171,155	15,783	vérifié
171-172	24,6	87,64	88,02	5,5	6	0,0049	71,662	0,653	0,072	278,946	315	0,962	0,075	0,965	0,009	1,122	0,285	0,813	0,06	1,08	255,988	18,791	vérifié
172-173	43,9	88,02	87,76	0,9	3	0,0538	116,54	1,061	0,118	213,453	315	3,195	0,249	0,473	0,004	0,98	0,256	0,485	0,048	3,132	152,851	15,048	vérifié
173-174	68,6	87,76	92,5	0,9	6	0,0052	186,669	1,7	0,188	393,993	500	1,358	0,267	0,707	0,006	1,089	0,27	0,618	0,053	1,479	308,914	26,741	vérifié
174-139"	11	92,5	93,87	0,9	2,5	0,0209	197,914	1,803	0,2	310,777	400	2,336	0,293	0,681	0,006	1,083	0,268	0,604	0,053	2,531	241,666	21,141	vérifié
175'-175	21,1	88	87,62	2	1,8	0,0085	21,57	0,196	0,022	160,128	250	1,091	0,054	0,407	0,004	0,935	0,252	0,442	0,046	1,02	110,527	11,536	vérifié
175-176	70,9	87,62	92,52	1,8	7	0,0042	94,05	0,857	0,095	317,233	400	1,051	0,132	0,719	0,006	1,092	0,271	0,624	0,054	1,147	249,733	21,512	vérifié
176-142'	15,6	92,52	91	2,15	0,9	0,0173	109,998	1,002	0,111	258,334	315	1,813	0,141	0,786	0,007	1,101	0,275	0,663	0,055	1,996	208,716	17,45	vérifié
177-178	23,7	85,02	84,97	0,9	1	0,0063	24,228	0,221	0,024	176,889	300	1,061	0,075	0,326	0,003	0,883	0,247	0,39	0,044	0,937	116,863	13,242	vérifié
178-179	15,3	84,97	84,83	1	1,3	0,0288	39,869	0,363	0,04	160,529	300	2,262	0,16	0,252	0,002	0,839	0,242	0,343	0,042	1,898	102,839	12,684	vérifié
179-180	11,7	84,83	84,21	1,3	1,4	0,0615	51,83	0,472	0,052	153,58	300	3,309	0,234	0,224	0,002	0,821	0,24	0,325	0,042	2,717	97,523	12,473	vérifié
180-181	62,5	84,21	84,45	1,4	2,7	0,017	115,722	1,054	0,117	264,3	300	1,737	0,123	0,952	0,009	1,121	0,284	0,799	0,059	1,947	239,582	17,803	vérifié
181-143	9,4	84,45	84,23	2,7	2,75	0,0287	125,332	1,142	0,126	246,71	300	2,261	0,16	0,792	0,007	1,102	0,275	0,666	0,056	2,491	199,857	16,661	vérifié
182-144	60,8	83,84	84,5	2,75	4	0,0097	62,155	0,566	0,063	232,452	300	1,314	0,093	0,676	0,006	1,082	0,268	0,602	0,053	1,422	180,484	15,82	vérifié
183-184	88,6	52,23	52,8	1	1,9	0,0037	116,094	1,166	0,117	351,731	400	0,986	0,124	0,947	0,009	1,121	0,29	0,794	0,062	1,105	317,43	24,604	vérifié
184-184'	4,6	52,8	52,7	1,9	1,9	0,0217	122,122	1,227	0,123	257,513	800	3,782	1,9	0,065	0,001	0,559	0,231	0,175	0,038	2,114	140,101	30,181	vérifié
184'-185	47,9	52,7	51,89	1,9	1,4	0,0065	184,886	1,857	0,187	377,577	800	2,063	1,037	0,18	0,002	0,786	0,239	0,296	0,041	1,622	236,506	32,754	vérifié
185-152	68,8	51,89	49,5	1,4	3	0,058	275,036	2,763	0,278	290,483	800	6,177	3,103	0,09	0,001	0,635	0,233	0,21	0,038	3,922	168,118	30,733	vérifié
186'-186	14,2	90,02	87,23	3	1,1	0,0627	14,475	0,129	0,015	94,858	200	2,548	0,08	0,183	0,002	0,788	0,238	0,297	0,04	2,009	59,467	8,086	vérifié
186-187	16,5	87,23	82,24	4,8	0,95	0,0691	31,295	0,278	0,032	124,368	300	3,506	0,248	0,127	0,001	0,717	0,234	0,252	0,039	2,515	75,659	11,722	vérifié
187-188	9,1	82,24	77,86	5	0,9	0,0308	40,571	0,361	0,041	159,536	300	2,34	0,165	0,248	0,002	0,837	0,242	0,34	0,042	1,958	102,063	12,61	vérifié
188-189	11,5	77,86	72,55	5,76	1,2	0,0652	52,294	0,465	0,053	152,414	300	3,406	0,241	0,219	0,002	0,818	0,24	0,322	0,041	2,787	96,653	12,401	vérifié
189-190	36	72,55	69,45	5,5	3	0,0167	88,992	0,791	0,09	240,275	300	1,722	0,122	0,738	0,007	1,095	0,271	0,635	0,054	1,885	190,404	16,147	vérifié
190-191	16,6	69,45	68,76	0,85	1,25	0,0657	105,913	0,942	0,107	198,339	300	3,418	0,241	0,443	0,004	0,96	0,253	0,466	0,047	3,28	139,714	14,032	vérifié
191-192	34,7	68,76	68,23	1,25	2,5	0,0513	141,286	1,257	0,143	231,443	300	3,021	0,213	0,668	0,006	1,08	0,267	0,598	0,052	3,262	179,267	15,65	vérifié
192-193	26,9	68,23	71,66	0,8	4,4	0,0063	212,439	1,889	0,214	399,374	500	1,491	0,293	0,733	0,006	1,094	0,27	0,632	0,054	1,631	315,885	26,85	vérifié
193-194	31,4	71,66	71,53	4,4	4,9	0,0201	278,902	2,481	0,281	356,156	400	2,289	0,287	0,979	0,009	1,123	0,284	0,828	0,059	2,569	331,292	23,78	vérifié
194-195	30,6	71,53	72,12	1	1,75	0,0052	310,095	2,758	0,313	476,88	630	1,582	0,493	0,635	0,006	1,069	0,265	0,58	0,051	1,691	365,565	32,371	vérifié
195-196	26,9	72,12	77,57	1,75	7,3	0,0037	337,516	3,002	0,341	524,792	630	1,334	0,416	0,82	0,007	1,105	0,275	0,684	0,056	1,474	431,103	35,116	vérifié
196-197	23,7	77,57	73,46	5	1,2	0,0131	361,676	3,217	0,365	425,405	500	2,144	0,421	0,867	0,008	1,111	0,278	0,72	0,057	2,382	359,872	28,426	vérifié

Tronçon	L(m)	Cote TN AM	Cote TN AV	prof _R AM	prof _R AV	pente	Q _{pl} (l/s)	Q _{us} (l/s)	Q _{tot} (m³/s)	D _{cal} (mm)	D _N mm	V _{ps}	Q _{ps}	R _Q	R _{Qmin}	R _V	R _{V min}	R _H	R _{H min}	V	H	H _{min}	Auto-curage
197-198	21,6	73,46	71,62	1,2	0,8	0,0667	468,711	4,169	0,473	345,465	400	4,172	0,524	0,902	0,008	1,115	0,28	0,75	0,058	4,653	300,086	23,071	vérifié
198-199	123,8	71,62	70,83	0,8	1	0,008	594,93	5,291	0,6	562,263	630	1,956	0,609	0,985	0,009	1,123	0,285	0,835	0,06	2,195	526,118	37,542	vérifié
199-200	29,72	70,83	63,97	5,95	0,8	0,0575	755,712	6,728	0,762	424,808	500	4,498	0,883	0,864	0,008	1,11	0,278	0,717	0,057	4,993	358,567	28,398	vérifié
200-201	16,42	63,97	59,31	5	1,2	0,0524	890,025	7,934	0,898	459,718	500	4,291	0,842	1,066	0,009	1,097	0,29	0,928	0,062	4,707	464,137	30,76	vérifié
201-202	91,23	59,31	52,42	3,8	0,8	0,0426	1076,194	9,59	1,086	513,062	630	4,517	1,407	0,772	0,007	1,099	0,273	0,654	0,055	4,966	411,895	34,429	vérifié
202-202'	38,91	52,42	47,5	4,4	0,8	0,0339	1265,815	11,424	1,277	569,163	630	4,029	1,255	1,018	0,009	1,119	0,288	0,872	0,061	4,509	549,647	38,232	vérifié
202'-203	6	47,5	46,76	1,4	0,85	0,0317	1271,931	11,478	1,283	577,604	630	3,892	1,213	1,058	0,009	1,103	0,29	0,919	0,062	4,292	579,181	38,829	vérifié
203-204	15,2	46,76	45,03	1,9	0,8	0,0414	1287,425	11,616	1,299	551,676	630	4,453	1,387	0,936	0,008	1,119	0,283	0,783	0,059	4,985	493,195	37,028	vérifié
204-205	11,7	45,03	43,81	2,35	1,6	0,0402	1299,352	11,722	1,311	556,843	630	4,384	1,366	0,96	0,009	1,122	0,284	0,807	0,059	4,917	508,694	37,375	vérifié
205-206	16,2	43,81	42,04	2,1	0,9	0,0352	1315,866	11,869	1,328	573,562	630	4,103	1,278	1,039	0,009	1,113	0,289	0,897	0,061	4,566	565,067	38,534	vérifié
206-207	25,7	42,04	40,02	1,8	0,8	0,0397	1342,064	12,102	1,354	564,915	630	4,358	1,358	0,997	0,009	1,122	0,286	0,849	0,06	4,889	535,015	37,923	vérifié
207-208	15,6	40,02	39,06	1,4	1,03	0,0378	1357,966	12,244	1,37	572,568	630	4,254	1,325	1,034	0,009	1,115	0,288	0,891	0,061	4,742	561,576	38,457	vérifié
208-209	23,4	39,06	41,93	1,03	4	0,0043	1388,628	12,552	1,401	868,999	1000	1,946	1,527	0,917	0,008	1,117	0,282	0,764	0,058	2,174	764,204	58,368	vérifié
209-210	25,7	41,93	43,22	2	4	0,0276	1422,303	12,89	1,435	617,944	800	4,263	2,142	0,67	0,006	1,08	0,267	0,599	0,053	4,606	478,965	42,014	vérifié
210-211	28,7	43,22	44,83	4	6	0,0136	1459,909	13,268	1,473	712,82	800	2,99	1,502	0,981	0,009	1,123	0,286	0,83	0,06	3,356	664,246	47,986	vérifié
211-212	16,9	44,83	45,97	2	3,4	0,0154	1482,054	13,49	1,496	700,369	800	3,181	1,598	0,936	0,008	1,119	0,283	0,782	0,059	3,561	625,784	47,162	vérifié
212-213	11,9	45,97	46,89	1	2,35	0,0361	1497,646	13,647	1,511	599,103	630	4,158	1,295	1,167	0,011	0,897	0,297	1,005	0,064	3,728	633,24	40,575	vérifié
213-152	80,4	46,89	49,5	1	4	0,0049	1602,996	14,705	1,618	895,579	1000	2,073	1,627	0,994	0,009	1,122	0,287	0,845	0,061	2,326	845,469	60,517	vérifié
214-215	15,8	76,22	74,02	4	2	0,0127	16,106	0,143	0,016	133,268	300	1,501	0,106	0,153	0,001	0,756	0,236	0,275	0,04	1,134	82,51	11,913	vérifié
215-192	27,1	74,02	68,23	5	0,8	0,0587	43,731	0,389	0,044	145,384	300	3,231	0,228	0,193	0,002	0,798	0,238	0,305	0,041	2,578	91,471	12,209	vérifié
216-217	27,6	76,11	73,93	2,5	2	0,0609	28,135	0,25	0,028	122,374	300	3,291	0,232	0,122	0,001	0,708	0,234	0,247	0,039	2,329	74,081	11,682	vérifié
217-193	6,2	73,93	71,66	2	1,9	0,35	34,455	0,306	0,035	95,116	300	7,891	0,558	0,062	0,001	0,55	0,23	0,171	0,037	4,338	51,307	11,237	vérifié
218-219	21,7	87,96	85,86	1,9	1,2	0,0645	22,121	0,197	0,022	110,607	250	3	0,147	0,152	0,001	0,754	0,236	0,274	0,04	2,261	68,419	9,917	vérifié
219-220	15,8	85,86	83,15	2,7	1	0,0639	38,227	0,34	0,039	136,027	250	2,986	0,147	0,263	0,002	0,846	0,242	0,35	0,042	2,527	87,489	10,604	vérifié
220-221	22,2	83,15	78,01	5,5	0,8	0,0198	60,857	0,541	0,061	201,701	250	1,663	0,082	0,753	0,007	1,097	0,271	0,643	0,054	1,824	160,701	13,542	vérifié
221-197	23,7	78,01	73,46	5	0,8	0,0148	85,016	0,756	0,086	241,609	315	1,675	0,13	0,658	0,006	1,077	0,266	0,592	0,052	1,803	186,548	16,356	vérifié
222'-222	39,91	82,74	82,42	1,1	1	0,0055	40,77	0,369	0,041	220,649	315	1,023	0,08	0,516	0,005	1,009	0,258	0,513	0,049	1,032	161,518	15,363	vérifié
222-223	23,21	82,42	81,93	1	2,1	0,0685	64,43	0,58	0,065	163,315	315	3,607	0,281	0,231	0,002	0,826	0,241	0,33	0,042	2,98	103,946	13,135	vérifié
223-224	26,98	81,93	76,13	5	1	0,0667	91,933	0,824	0,093	187,529	315	3,559	0,277	0,335	0,003	0,888	0,247	0,395	0,044	3,161	124,418	13,93	vérifié
224-199	37,82	76,13	70,83	4	1	0,0608	130,486	1,167	0,132	217,591	315	3,398	0,265	0,497	0,004	0,997	0,257	0,501	0,048	3,388	157,824	15,172	vérifié
225'-225	52,49	70,01	66,97	1	1	0,0579	53,66	0,489	0,054	157,371	315	3,316	0,258	0,21	0,002	0,811	0,239	0,316	0,041	2,69	99,511	12,985	vérifié
225-226	51	66,97	64,91	1	1,2	0,0443	105,648	0,951	0,107	213,323	315	2,901	0,226	0,472	0,004	0,98	0,255	0,485	0,048	2,842	152,695	15	vérifié

Tronçon	L(m)	Cote TN AM	Cote TN AV	prof _R AM	prof _R AV	pente	Q _{pl} (l/s)	Q _{us} (l/s)	Q _{tot} (m³/s)	D _{cal} (mm)	D _N mm	V _{ps}	Q _{ps}	R _Q	R _{Qmin}	R _V	R _{V min}	R _H	R _{H min}	V	H	H _{min}	Auto-curage
226-200	11,7	64,91	63,97	1,2	0,8	0,0462	117,575	1,057	0,119	220,365	315	2,96	0,231	0,514	0,005	1,008	0,258	0,512	0,049	2,984	161,175	15,322	vérifié
227-227	20,7	75,01	75	1,1	2	0,044	21,101	0,188	0,021	116,772	315	2,889	0,225	0,095	0,001	0,648	0,232	0,217	0,038	1,873	68,206	12,051	vérifié
227-228	20,4	75	64,95	10	0,8	0,0417	41,896	0,373	0,042	152,547	315	2,813	0,219	0,193	0,002	0,798	0,238	0,305	0,041	2,244	95,967	12,817	vérifié
228-229	28	64,95	62,03	2	0,8	0,0614	70,439	0,626	0,071	172,349	315	3,415	0,266	0,267	0,002	0,848	0,243	0,352	0,043	2,897	111,009	13,391	vérifié
229-201	22,3	62,03	59,31	2,1	0,8	0,0637	93,171	0,829	0,094	190,122	315	3,477	0,271	0,347	0,003	0,896	0,248	0,403	0,044	3,115	126,955	14,005	vérifié
230-230	32,15	61,26	62,26	1,3	3	0,0218	42,127	0,423	0,043	172,717	315	2,033	0,158	0,269	0,003	0,849	0,245	0,353	0,043	1,727	111,308	13,668	vérifié
230-231	15,6	62,26	61,43	3	3	0,0532	62,568	0,629	0,063	169,434	315	3,178	0,248	0,255	0,003	0,841	0,244	0,345	0,043	2,674	108,673	13,552	vérifié
231-232	17,9	61,43	58,24	3	0,8	0,0553	86,022	0,864	0,087	189,536	315	3,241	0,252	0,344	0,003	0,894	0,25	0,401	0,045	2,897	126,375	14,322	vérifié
232-233	32,3	58,24	52,46	4,5	0,8	0,0644	128,346	1,289	0,13	214,026	315	3,497	0,272	0,476	0,005	0,983	0,259	0,487	0,049	3,436	153,536	15,45	vérifié
233-202	21,2	52,46	52,42	0,8	0,9	0,0066	149,957	1,482	0,151	347,723	400	1,313	0,165	0,918	0,009	1,117	0,287	0,765	0,06	1,467	306,015	24,151	vérifié
234-235	29,94	76	73	5	3	0,0334	43,324	0,385	0,044	161,015	315	2,518	0,196	0,223	0,002	0,821	0,24	0,324	0,041	2,067	102,217	13,049	vérifié
235-236	23	73	70,2	3	1,8	0,0696	61,265	0,545	0,062	159,791	315	3,634	0,283	0,218	0,002	0,817	0,24	0,322	0,041	2,971	101,304	13,014	vérifié
236-237	19,5	70,2	67,5	2,3	0,9	0,0667	81,143	0,722	0,082	178,971	315	3,558	0,277	0,295	0,003	0,865	0,244	0,37	0,043	3,077	116,575	13,609	vérifié
237-238	21	67,5	62	5	0,9	0,0667	100,154	0,891	0,101	193,672	315	3,558	0,277	0,365	0,003	0,907	0,249	0,414	0,045	3,227	130,553	14,14	vérifié
238-239	17,9	62	60,8	1,4	0,8	0,0335	116,056	1,032	0,117	232,839	315	2,523	0,197	0,596	0,005	1,053	0,262	0,559	0,05	2,656	176,149	15,893	vérifié
239-240	17,2	60,8	61	0,8	1,5	0,0291	151,633	1,349	0,153	264,363	315	2,349	0,183	0,836	0,007	1,107	0,276	0,696	0,056	2,6	219,213	17,68	vérifié
240-190	26,5	61	63,45	1	3,6	0,0057	168,35	1,497	0,17	373,654	500	1,411	0,277	0,614	0,005	1,061	0,263	0,569	0,051	1,496	284,424	25,438	vérifié
241-242	38,8	38,67	38,82	2,5	2,79	0,0036	18,104	0,156	0,018	176,168	300	0,801	0,057	0,323	0,003	0,881	0,245	0,387	0,044	0,706	116,186	13,09	vérifié
242-243	35,4	38,82	40,83	2,79	5	0,0056	34,622	0,299	0,035	206,54	300	1,003	0,071	0,493	0,004	0,994	0,255	0,498	0,048	0,997	149,478	14,292	vérifié
243-244	31,4	40,83	42,08	3	5	0,0239	49,273	0,425	0,05	179,921	300	2,061	0,146	0,341	0,003	0,892	0,247	0,399	0,044	1,839	119,778	13,222	vérifié
244-245	25,6	42,08	44,8	3	6,3	0,0227	61,218	0,528	0,062	197,122	300	2,008	0,142	0,435	0,004	0,955	0,252	0,461	0,046	1,917	138,297	13,886	vérifié
245-246	35,8	44,8	46,2	1,7	5	0,0531	77,922	0,672	0,079	183,956	300	3,073	0,217	0,362	0,003	0,905	0,248	0,413	0,045	2,782	123,828	13,369	vérifié
246-154	38,1	46,2	48	2	4	0,0052	95,699	0,826	0,097	306,603	400	1,171	0,147	0,656	0,006	1,076	0,265	0,592	0,051	1,26	236,644	20,573	vérifié
247-248	53,9	32,98	27,52	3	0,8	0,0605	94,517	0,86	0,095	193,016	315	3,389	0,264	0,361	0,003	0,905	0,249	0,412	0,045	3,066	129,877	14,178	vérifié
248-249	53	27,52	25,08	0,8	0,8	0,046	187,456	1,706	0,189	262,624	315	2,957	0,23	0,821	0,007	1,105	0,277	0,686	0,056	3,268	215,963	17,711	vérifié
249-44	19,1	25,08	25,09	2	2,8	0,0414	220,949	2,01	0,223	284,99	315	2,802	0,218	1,021	0,009	1,118	0,288	0,877	0,061	3,134	276,248	19,206	vérifié
254-254	82	50,8	40,04	6	0,8	0,0678	35,479	0,339	0,036	130,853	315	3,588	0,279	0,128	0,001	0,719	0,235	0,253	0,039	2,578	79,652	12,387	vérifié
254-255	283,7	40,04	36,02	0,8	1,6	0,017	152,106	1,562	0,154	292,863	600	2,582	0,73	0,211	0,002	0,812	0,241	0,317	0,042	2,096	189,914	25,148	vérifié
255-36	41	36,02	30,08	1	1,75	0,1632	220,605	2,356	0,223	220,329	300	5,698	0,403	0,554	0,006	1,032	0,266	0,535	0,052	5	160,602	15,621	vérifié
256-23	32,7	43,21	46,05	2,45	6	0,0217	14,148	0,135	0,014	114,759	600	3,12	0,882	0,016	0	0,332	0,227	0,079	0,036	1,034	47,187	21,801	vérifié

Les diamètres en bleu sont des diamètres existants.
Les tronçons en rouges représentent les conduites projetées.