



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'Etat enHydraulique

Option : CONCEPTION DES SYSTEMES D'ASSAINISSEMENT

THEME :

**CONCEPTION DU NOUVEAU RÉSEAU D'ASSAINISSEMENT DE
LA COMMUNE DE OUED FODDA
(W. CHLEF)**

Présenté par :

EL HARTI Aziza

Devant les membres du jury

Nom et Prénoms	Grade	Qualité
Mme MEDDI Hind	Professeur	Présidente
Mme KADI Latifa	M.A.A	Examinatrice
Mr NACER Tarek	M.C.B	Examineur
Mr SALAH Boualem	Professeur	Promoteur

Session: Septembre 2023

Remerciements

Tout d'abord je remercie Dieu le tout puissant de m'avoir donné cette ambition, force, volonté et courage pour réaliser ce modeste travail qui a été fait avec amour, passion et honnêteté.

En achevant ce mémoire de fin d'études, je tiens à exprimer ma profonde gratitude envers toutes les personnes qui m'ont soutenu et guidé tout au long de cette aventure enrichissante.

Je tiens à exprimer ma reconnaissance envers mon promoteur de mémoire **SALAH Boualem**, pour son mentorat précieux, ses conseils éclairés et sa disponibilité constante. Votre expertise a été une source d'inspiration et a grandement contribué à façonner ce travail.

Mes remerciements vont également à l'ensemble de l'équipe pédagogique de **ENSH**, qui m'a offert des connaissances approfondies et des perspectives nouvelles tout au long de mon parcours académique.

Je souhaite exprimer ma reconnaissance envers ma famille et mes amis qui m'ont soutenu inconditionnellement. Votre encouragement et vos encouragements chaleureux ont été un moteur essentiel pour surmonter les défis rencontrés.

Mes collègues méritent également une mention spéciale pour leur soutien mutuel et les discussions stimulantes qui ont contribué à l'enrichissement de mes idées.

Enfin, je tiens à exprimer ma gratitude envers toutes les sources de recherche Ingénieurs : **EL HARTI El hadj**, **DJOUADI Brahim**; **BTECH** ; **BTEX** ; **CTH** w Chlef, les bibliothèques et les bases de données qui m'ont fourni ressources nécessaires pour mener à bien cette étude.

Chaque étape de ce parcours a été marquée par le soutien et l'encouragement de personnes exceptionnelles, et je suis honoré d'avoir pu compter sur chacune d'entre elles.

Merci du fond du cœur.

EL HARTI Aziza

Dédicace

À mes chers parents « **Aissa, Fatima** »

Votre amour inconditionnel, votre soutien sans faille et vos sacrifices dévoués ont pavé le chemin qui m'a mené jusqu'à la réalisation de ce mémoire de fin d'études. Votre encouragement constant a été ma source de force et de motivation, et chacun de mes succès vous est dédié. Votre soutien constant a été ma bouée de sauvetage dans les moments de doute, et c'est grâce à vous que j'ai atteint ce jalon. Vous êtes les étoiles qui ont illuminé mon parcours académique

À mes frères « **Toufik, Nour Eddine, Abed el ghani ; Oussama ; Mohammed Islam** »

Vos encouragements enthousiastes, vos discussions stimulantes et votre présence joyeuse ont rendu ce voyage éducatif encore plus mémorable. Ensemble, nous avons partagé des moments de rire, des moments de réflexion et des moments de célébration. Cette réalisation est également la vôtre, car vous avez été mes compagnons de route constants.

À mes amis chers

« **Zahia Zitouni ; Roumaïssa ; Amel ; Amina ; Assala ; Dounia ; Youssra** »

Vos mots d'encouragement, vos sessions de révision acharnées et vos éclats de rire bienvenus ont fait de ces années d'études une période inoubliable. Votre soutien indéfectible m'a rappelé que je n'étais jamais seul dans cette quête du savoir. Chacun de vous a apporté une touche spéciale à cette étape importante de ma vie.

À mes mentors et enseignants, vous avez allumé la flamme de la connaissance en moi. Votre expertise et vos conseils ont façonné ma compréhension du monde et ont élargi mes horizons.

À tous ceux qui ont croisé mon chemin, qu'ils soient des amis proches ou de simples connaissances, votre impact ne passe pas inaperçu. Chaque interaction a contribué à la richesse de mon expérience.

Cette dédicace est un témoignage humble de ma gratitude envers vous, mes parents, mes frères, ainsi que mes amis, pour avoir enrichi mon parcours éducatif de votre amour, de votre présence et de votre soutien indéfectible. Chacun de vous a laissé une empreinte indélébile dans ce voyage, et je vous en suis profondément reconnaissant. Que cette réussite soit également la vôtre, car vous en avez été les piliers essentiels.

Avec tout mon amour, et ma gratitude,

EL HARTI Aziza

ملخص

بلدية واد الفضة (ولاية الشلف) مزودة حاليًا بشبكة التصريف غير فعّالة ، والتي لا تلبّي احتياجات تصريف نفايات البلدية بشكل كافٍ. هدفنا هو تصميم نظام جديد للتصريف من نوع واحد، قادر على تلبية هذه الاحتياجات في المستقبل حتى عام 2053، و مع التصميم المناسب لضمان أداء جيد لتصريف مياه الصرف الصحي خارج المناطق الحضرية. سيتم تجهيز هذا الشبكة بمنشآت ملحقة للمساهمة في تحسين أدائها.

الكلمات المفتاحية:

واد الفضة ،شبكة التصريف،نوع واحد،مياه الصرف الصحي.

Résumé

La commune d'Oued Fodda (W. Chlef) est dotée actuellement d'un réseau d'évacuation qui ne répond pas aux besoins d'évacuation des rejets de la dite commune. Notre objectif consiste à projeter un nouveau système d'évacuation de type unitaire capable de satisfaire à ces besoins à l'horizon futur 2053, avec un dimensionnement adéquat afin d'assurer un bon fonctionnement d'évacuation des effluents hors agglomération.Ce réseau sera équipé d'ouvrages annexes pour contribuer à son fonctionnement.

Mots clés: Oued Fodda ,Réseau d'évacuation, type unitaire,effluents.

Abstract

The municipality of Oued Fodda (W. Chlef) is currently equipped with an outdated evacuation system to meet the wastewater disposal needs of the community but is also deteriorating. Our objective is to plan a new unified evacuation system capable of meeting these requirements by the future horizon of 2053 with proper sizing to ensure effective disposal of effluents outside the urban area. This network will be equipped with supplementary facilities to enhance its optimal functioning.

Keywords:Oued Fodda, evacuation system, unified, effluents.

Sommaire

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

Chapitre I : Présentation de la zone d'étude

I.1. Introduction	2
I.2. Situation géographique de l'agglomération de la commune Oued Fodda.....	2
I.3. Situation topographique.....	3
I.4. Description de la zone d'étude.....	4
I.4.1. Cadre climatique.....	4
I.4.1.1 Les principaux paramètres météorologiques.....	4
Température.....	4
Précipitation.....	5
Ensoleillement.....	6
Evaporation.....	7
Les Vents.....	8
I.4.2 Synthèse climatique.....	9
I.4.2.1 Géologie.....	9
I.4.2.2 Sismicité.....	9
I.4.3 Infrastructure routière.....	10
I.4.4 Ressources Forestiers.....	11
I.5 Situation démographique.....	12
I.5.1 Accroissement de la population.....	12
I.6 Situation hydraulique.....	12
I.6.1 Alimentation en eau potable	12
I.6.2 Assainissement.....	14
I.7 Conclusion.....	14

Chapitre II : Etude hydrologique

II.1. Introduction	15
II.2 Les précipitations	15
II.3. Le choix de période de retour	15
II.4. L'intensité moyenne de précipitation.....	16
II.5. Analyse des données pluviométriques et le choix type de l'ajustement.....	16
II.5.1 Analyse des données statistique.....	16
II.5.1.1. Etude des précipitations maximales journalières	18
II.5.1.2. Caractéristiques empiriques de la série.....	18
II.5.2 Ajustement de la série	19
1) Ajustement à la loi de Gumbel.....	19
2) Ajustement à la loi de Galton (Log-normale).....	21
3) Ajustement à la loi GEV.....	22
II.6 Choix de la loi d'ajustement	24
II.6.1 Test l'adéquation.....	24
II.6.1.1 Interprétation des résultats du test.....	24

II.6.2 Test graphique.....	24
II.6.2.1 Interprétation des graphiques	25
II.6.3 Sélection de la loi.....	25
II.7 Calcul des intensités des pluies de courte durée.....	25
II.7.1 Intensité moyenne maximale.....	28
II.8 Conclusion.....	28

Chapitre III : Calcul de base

III.1 Introduction.....	29
III.2 Situation démographique.....	29
III.3 Découpage de la superficie en surfaces élémentaires	29
III.4 Les systèmes d'évacuation du réseau d'assainissement.....	30
III.4.1. Système unitaire	30
III.4.2. Système séparatif	32
III.4.3. Système pseudo- séparatif.....	34
III.5 Le choix du système d'évacuation.....	35
III.6 Différents schémas d'évacuation.....	35
III.6.1 Schéma perpendiculaire.....	35
III.6.2 Schéma par déplacement latéral.....	35
III.6.3 Schéma transversal ou oblique	36
III.6.4 Schéma à Collecteur Etagé.....	36
III.6.5 Schéma radial	37
III.7 Choix du schéma du réseau d'évacuation	37
III.8 Principe du tracé du réseau.....	38
III.9 Evaluation du coefficient de ruissellement.....	38
III.9.1 Coefficient de ruissellement pondéré dans le temps.....	39
III.9.2 Coefficients de ruissellement en fonction de la catégorie de densité de population...39	
III.9.3 Coefficients de ruissellement en fonction de la catégorie d'urbanisation	40
III.9.4 Coefficients de ruissellement en fonction de la catégorie en fonction de la zone d'influence.....	40
III.10 Calcul du nombre d'habitants de chaque surface élémentaire.....	40
III.10.1 Coefficient de ruissellement pondéré fonction de la nature de surface.....	41
III.10.2 Calcul de la densité.....	42
III.11 Calcul du nombre d'habitants de chaque surface élémentaire.....	42
III.12 Conclusion.....	43

Chapitre IV : Estimation des débits à évacuer

IV.1	Introduction.....	44
IV.2	Evaluation des débits des eaux usées.....	44
IV.2.1	Origine et nature des eaux usées.....	44
IV.2.1.1	Les eaux usées d'origine domestique	44
IV.2.1.2	Les eaux usées des services publiques.....	45
IV.2.1.3	Les eaux usées industrielles.....	45
IV.3	Evaluation de la quantité d'eaux usées à évacuer.....	46
IV.3.1	Estimation des débits d'eaux usées domestiques.....	46
IV.3.1.1	Evaluation du débit moyen journalier	46
IV.3.1.2	Evaluation du débit de pointe.....	47
IV.3.2	Estimation des débits des eaux usées des équipements.....	48
IV.3.2.1	Débit moyen journalier	48
IV.3.2.2	Débit de pointe.....	49
IV.3.3	Estimation des débits des eaux parasites.....	52
IV.3.4	Estimation des débits des eaux industrielles.....	52
IV.3.5	Débits totaux des eaux usées à évacuer.....	53
IV.4	Evaluation des débits des eaux pluviales.....	53
IV.4.1	Méthode rationnelle.....	54
IV.4.1.1	Les hypothèses de la méthode rationnelle.....	55
IV.4.1.2	Validité de la méthode rationnelle.....	55
IV.4.1.3	Critique de la méthode rationnelle.....	55
IV.4.1.4	Temps de concentration.....	55
IV.4.1.5	Coefficient réducteur de l'intensité.....	56
IV.5	Choix de la méthode.....	57
IV.6	Calcul des débits pluviaux.....	57
IV.7	Débits totaux de chaque surface élémentaire à évacuer.....	58
IV.8	Conclusion.....	58

Chapitre V : Dimensionnement du réseau d'assainissement et les ouvrages annexes.

V.1	Introduction.....	59
V.2	Condition d'écoulement et de dimensionnement	59
V.3	Dimensionnement du réseau d'assainissement.....	60
V.3.1	Débit.....	60
V.3.1.1	Calcul du débit pour chaque surface élémentaire.....	60
V.3.1.2	Calcul du débit pour chaque tronçon.....	60
V.4	Mode de Calcul.....	60
V.4.1	Méthodologie de dimensionnement.....	61
	1/Détermination du débit.....	61
	2/Détermination du diamètre.....	62
	3/Fixer le diamètre normalisé de la conduite (Dnor).....	63

4/Détermination du débit pleine section.....	63
5/La vitesse à pleine section.....	64
6/Déterminer les vitesses réelles.....	64
7/Déterminer la hauteur de remplissage.....	64
V.5 Les ouvrages annexes	65
V.5.1 Généralité.....	65
V.5.2 Les ouvrages normaux.....	65
V.5.2.1 Les branchements.....	66
V.5.2.2 Les ouvrages de surface et recueillis	67
V.5.2.3 Les ouvrages d'accès au réseau (regards)	68
V.5.2.3.1 Emplacement des regards.	68
V.5.2.3.2 Fonctions.....	69
V.5.2.3.3 Type de regards.....	69
V.6 Les ouvrages spéciaux.....	72
V.6.1 Les déversoirs d'orage.....	72
V.6.2 Composition d'un déversoir d'orage.....	73
V.6.3 Emplacement des déversoirs d'orage.....	73
V.6.4 Les fonctions des déversoirs d'orage.....	74
V.6.5 Type de déversoirs.....	75
V.6.6 Choix du type de déversoir.....	77
V.6.7 Les ouvrages annexes des déversoirs d'orage.....	77
V.7 Dimensionnement du déversoir d'orage.....	78
V.8 Bassin de décantation.....	82
V.9 Conclusion.....	86

Chapitre V: Les éléments constitutifs du réseau d'égout

VI.1 Introduction.....	87
VI .2 Les ouvrages principaux.....	87
VI.2.1 Canalisations.....	87
VI.2.1.1 Formes et sections de conduites	87
VI.2.1.2 Types de canalisation	87
VI.2.1.3 Facteurs influençant le choix des canalisations.....	91
VI.2.1.4 Différentes actions supportées par la conduite.....	92
VI.2.1.5 Protection des conduites.....	92
VI .2.1.6 Pose de canalisation.....	93
VI.3 Les ouvrages annexes.....	95
VI.4 Conclusion.....	95

Chapitre VII : Organisation de chantier et sécurité de travail

VII.1 Introduction.....	96
VII.2 Les étapes de réalisation du projet (organisation du chantier).....	96
VII.2.1 Exécution des travaux.....	96
VII.2.1.1 Décapage de la couche de terre végétale.....	97
VII.2.1.2 Emplacement des jalons des piquets.....	97
VII.2.1.3 Exécution des tranchées et des fouilles pour les regards.....	97
VII.2.1.4 Aménagement du lit de pose.....	98
VII.2.1.5 La mise en place des canalisations en tranchée.....	98
VII.2.1.6 Faire les essais d'étanchéité pour les conduites et les joints.....	99
VII.2.1.7 Assemblage des conduites.....	99
VII.2.1.8 Remblaiement des tranchées.....	99
VII.2.1.9 Extraction des regards.....	99
VII.2.1.10 Choix des engins de terrassement.....	100
VII.2.2 Manutention et stockage des conduites.....	102
VII.3 Détermination des différents volumes.....	103
VII.3.1 Volume de la couche et terre végétale.....	103
VII.3.2 Volume des déblais des tranchées.....	103
VII.3.3 Volume du lit de sable.....	103
VII.3.4 Volume des conduites.....	104
VII.3.5 Volume des Remblais des tranchées.....	104
VII.3.6 Volume excédentaire.....	104
VII.4 Devis quantitatif et estimatif de projet.....	105
VII.5 Sécurité de travail.....	107
VII.5.1 Les Causes Des Accidents.....	107
VII.5.2 Organisation de La Prévention des Accidents du Travail.....	108
VII.6 Planification du projet.....	109
VII.6.1 Techniques de la planification.....	110
VII.6.2 Méthodes basées sur le réseau.....	110
VII.6.2.1 Définition du réseau.....	110
VII.6.2.2 Construction du réseau.....	111
VII.6.3 Méthode C.P.M (méthode du chemin critique).....	111
VII.6.4 Les étapes de la planification.....	112

VII.6.4.1	Collection des informations.....	112
VII.6.4.2	Décomposition du projet.....	112
VII.6.4.3	Relations entre les tâches.....	112
VII.6.4.4	Les paramètres de la méthode C.P.M.....	112
VII.6.4.5	Attribution des durées de chaque opération.....	113
VII.6.4.6	Symboles des différentes opérations.....	113
VII.7	Conclusion.....	115

Conclusion générale

Références bibliographiques

Annexes

Liste des tableaux

CHAPITRE I : Présentation de la zone

Tableau I-1 : Moyennes mensuelles et annuelle des températures en (°C)	4
Tableau I-2 : Moyennes mensuelles et annuelle des précipitations en mm.....	5
Tableau I-3 Moyennes mensuelles et annuelle de l'ensoleillement.....	6
Tableau I-4 : Moyennes mensuelles et annuelle de l'évaporation.....	7
Tableau I-5 : Moyennes mensuelles et annuelle de la vitesse des vents.....	8
Tableau I-6 : les surfaces forestières de la commune.....	12
Tableau I-7 : Ressource en eau d'Oued Fodda.....	13
Tableau I-8 : Ouvrages de stockage d'eau potable d'Oued Fodda.....	13

CHAPITRE II : Etude hydrologique

Tableau II-1 : Identification de la station pluviométrique FODDA barrage.....	16
Tableau II-2 : Précipitations maximale journalières (mm)1990-2021.....	17
Tableau II-3 : les Caractéristiques empiriques de la série d'observation.....	19
Tableau II-4 : Résultats de l'ajustement à la loi de Gumbel.....	20
Tableau II-5 : Résultats de l'ajustement à la loi de Log-normal.....	21
Tableau II.6 : Résultats de l'ajustement à la loi GEV.....	23
Tableau II.7 : les résultats du test l'adéquation (test de Khi carré χ^2).....	24
Tableau II-8 : Pluies de courte durée de différentes périodes de retour et leurs intensités.....	26

CHAPITRE III : Calcul de base

Tableau III.1 : Population à différents horizons de calcul.....	29
Tableau III.2 : Surfaces élémentaires de notre agglomération	30
Tableau III.3 : Domaine d'utilisation, avantages et inconvénients du système unitaire.....	32
Tableau III.4 : Domaine d'utilisation, avantages et inconvénients du système séparatif.....	33
Tableau III.5 : Domaine d'utilisation, avantages et inconvénients du système Pseudo séparatif.....	34
Tableau III.6 : Valeurs du coefficient de ruissellement pour différentes densités de population.....	39
Tableau III.7 : Coefficients de ruissellement en fonction de catégorie d'urbanisation.....	40
Tableau III.8 :Coefficients de ruissellement en fonction de la zone d'influence ...	40
Tableau III.9 : Coefficient de ruissellement Cr pondéré pour chaque surface élémentaire.....	41
Tableau III.10 : Nombre d'habitants de chaque surface élémentaire.....	43

Chapitre IV : Estimation des débits à évacuer

Tableau IV.1: Détermination des débits de pointe d'eaux usées domestiques.....	48
Tableau IV.2: Débits des eaux usées des équipements publics pour chaque surface élémentaires.....	50
Tableau IV.3 : Débits des eaux parasites.....	52
Tableau IV.4 : Débits totaux des eaux usées à évacuer.....	53
Tableau IV.5 : Débits pluviaux de chaque surface élémentaire à évacuer	57
Tableau IV.6 : Débits totaux de chaque surface élémentaire à évacuer.....	58

Chapitre V : Dimensionnement du réseau d'assainissement Et les ouvrages annexes.

Tableau V.1: coefficient de rugosité de Strickler pour divers types de matériaux.....	62
Tableau V.2: Dimensionnement de bassin de décantation.....	85

CHAPITRE VII : Organisation de chantier et sécurité de travail

Tableau VII.1: Coefficient de foisonnement.....	105
Tableau VII.2 : Devis quantitatif et estimatif du projet	105
Tableau VII.3: Les paramètres de la méthode C.P.M.....	112
Tableau VII.4: Détermination des délais.....	114

LISTE DES FIGURES

CHAPITRE I : Présentation de la zone d'étude

Figure I-1: situation géographique d'OuedFodda.....	3
Figure I-2 : Moyennes mensuelles des températures (°C).....	5
Figure I.3 : Moyennes mensuelles des précipitations(mm).....	6
Figure I-4 : Moyennes mensuelles de l'ensoleillement(h/j)	7
Figure I-5 : Moyennes mensuelles de l'évaporation(mm).....	8
Figure I-6 : Moyennes mensuelles de la vitesse de vent(m/s)	8
Figure I-7 : Carte de situation du site d'implantation de la future station d'épuration...9	
Figure I-8: carte de zonage sismique du territoire national (Ech : 1/1 000 000).....	10
Figure I-9 : réseau routière de la zone d'étude (Ech : 1/100 000).....	11

CHAPITRE II : Etude hydrologique

Figure II-1 : Ajustement graphique à la loi Gumbel.....	20
Figure II-2: Ajustement graphique à la loi Galton (log- normal).....	22
Figure II-3 : Ajustement graphique à la loi de GEV.....	23
Figure II-4 : Comparaison entre les différentes lois d'ajustement à l'aide de test graphique	25

CHAPITRE III : Calcul de base

Figure III-1 : schéma représentatif des branchements dans le système unitaire.....	31
Figure III-2: schéma représentatif des branchements dans le système séparatif.....	33
Figure III-3: schéma représentatif des branchements dans le système pseudo-séparatif.....	34

Figure III-4 : Schéma perpendiculaire.....	35
Figure III-5 : Schéma par déplacement latéral.....	36
Figure III-6 : Schéma transversal ou oblique.....	36
Figure III-7 : Schéma à Collecteur Etagé.....	37
Figure III-8 : Schéma radial.....	37

Chapitre V : Dimensionnement du réseau d'assainissement Et les ouvrages annexes.

Figure VI-1 : point de raccordement avec inclination.....	66
FigureV-2 : Exemple d'une bouche d'égout (absorption par le cote latéral).....	68
FigureV-3 : Exemple d'une bouche d'égout (absorption par le haut).....	68
FigureV-4 : Exemple d'un regard visite.....	70
FigureV-5 : Exemple d'un regard simple.....	70
FigureV-6 : Exemple d'un regard jonction.....	71
FigureV-7 : Exemple d'un regard du chute.....	72
Figure V-8 Schéma de principe de fonctionnement du déversoir d'orage.....	73
FigureV-9 : Déversoir à seuil frontal.....	75
FigureV-10 : Déversoir à seuil latéral.....	76
FigureV-11 : Déversoir à seuil double.....	76
Figure V-12 : Schéma d'un déversoir d'orage	80
Figure V-13 : Schéma expilcatif de l'emplacement de bassin décantation.....	83

Chapitre V: Les éléments constitutif du réseau d'égout

Figure VI-1 : Joints sur tuyaux en béton.....	91
Figure VI-2 :Des conduites en polyéthylène haute densité annelé (PEHD annelé).....	93

FigureVI-3: Schéma explicatif pose de canalisation sur un terrain ordinaire.....	94
FigureVI-4: Pose de canalisation	95

CHAPITRE VII : Organisation de chantier et sécurité de travail

Figure VII-1: Les plaques d'organisation de chantier.....	108
--	-----

Figure VII-2: Organisation de la prévention des accidents du travail.....	109
--	-----

Liste des planches

Planche N°01 : Plan de masse de la commune d'Oued Fodda

Planche N°02 : Plan d'urbanisme de la commune d'Oued Fodda avec schéma du tracé du système adopté.

Planche N°03 : Profil en long du collecteur Inercepteur

Planche N°04: Ensemble des ouvrages annexes du système d'évacuation.

INROUDUCTION GENERALE

L'étude de dimensionnement et de conception d'un réseau d'assainissement revêt une importance cruciale pour assurer le bien-être, la santé publique et la préservation de l'environnement au sein de la commune de l'Oued Fodda. En tant que composante essentielle de l'infrastructure urbaine, un système d'assainissement adéquat vise à gérer de manière efficace les eaux usées et pluviales, minimisant ainsi les risques d'inondations, de pollution et de propagation de maladies.

La commune d'Oued Fodda, en tant que communauté en croissance, fait face à des défis croissants en matière d'assainissement, résultant de l'urbanisation, de l'augmentation de la population et des changements climatiques. L'étude de dimensionnement et de conception du réseau d'assainissement vise à répondre à ces défis de manière durable et novatrice. Le réseau d'assainissement des eaux usées et pluviales étant très ancien et commence à présenter certaines lacunes qui sont survenues au fil du temps et ne sont guère en conformité avec l'évolution de la population, l'extension du tissu urbain par la construction de logements de différentes natures et les équipements publics. C'est pour cette raison nous allons proposer la révision de ce réseau moyennant une étude globale tenant compte de la vérification du réseau actuel en matière de capacité et de prise en charge de l'ensemble des rejets d'une part, et la projection de nouveaux réseaux en substituant les parties vétustes en couvrant les zones non encore assainies d'autres part.

Cette étude implique une évaluation approfondie de plusieurs paramètres, tels que les débits d'eaux usées et pluviales prévus, les caractéristiques topographiques et géologiques de la région, ainsi que les normes environnementales et sanitaires en vigueur. L'objectif principal de cette étude est de définir avec précision les infrastructures nécessaires pour collecter, transporter, traiter et éliminer les eaux usées de manière sécurisée et respectueuse de l'environnement. À travers des approches novatrices, des modélisations hydrauliques et des solutions personnalisées, cette étude vise à garantir la pérennité du système d'assainissement tout en minimisant les impacts sur les écosystèmes locaux.

CHAPITRE I

PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

CHAPITRE I PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE**I.1 Introduction**

Avant de démarrer tout projet d'assainissement urbain, il est nécessaire de réaliser une étude de site pour comprendre les caractéristiques physiques du site et les facteurs qui influent sur la conception du projet, qui peuvent être regroupés en quatre catégories :

- Données naturelles du site, telles que l'urbanisme, la structure urbaine
- Des données démographiques liées à l'agglomération,
- Données liées au développement futur et à l'extension de la zone d'agglomération,
- Conditions hydrauliques (assainissement. AEP).

Ainsi, la phase cruciale de la représentation de l'agglomération est essentielle dans le processus d'élaboration de l'étude de conception et de dimensionnement des réseaux d'assainissement. Notre objectif est de planifier un système de canalisations pour l'évacuation des eaux usées et pluviales, en collectant efficacement les différentes sources d'eau tout en répondant aux besoins spécifiques d'assainissement de cette agglomération. De plus, nous visons à assurer une évacuation adéquate des eaux pluviales afin d'éviter les inondations des zones urbaines, ainsi que l'élimination appropriée des eaux usées domestiques et les eaux vannes.

I.2 Situation géographique de l'agglomération de la commune Oued Fodda

Oued Fodda, une commune faisant partie de la wilaya de Chlef en Algérie, se trouve à une distance de 20 km à l'est de la ville de Chlef. Elle est localisée au point de convergence de l'Oued Fodda et du Chelif, et est traversée par la route nationale 4 ainsi que le chemin de wilaya 132. La commune s'étend sur une superficie totale de 76,5 km².

Elle est délimitée par :

- ❖ Au Nord par la commune d'Ouled Abbes ;
- ❖ Au Sud par les communes de Harchoun et El Karimiya ;
- ❖ A l'Est par la commune d'Attaf (wilaya d'Ain Defla) ;
- ❖ A l'Ouest par la commune d'Oum Drou ;

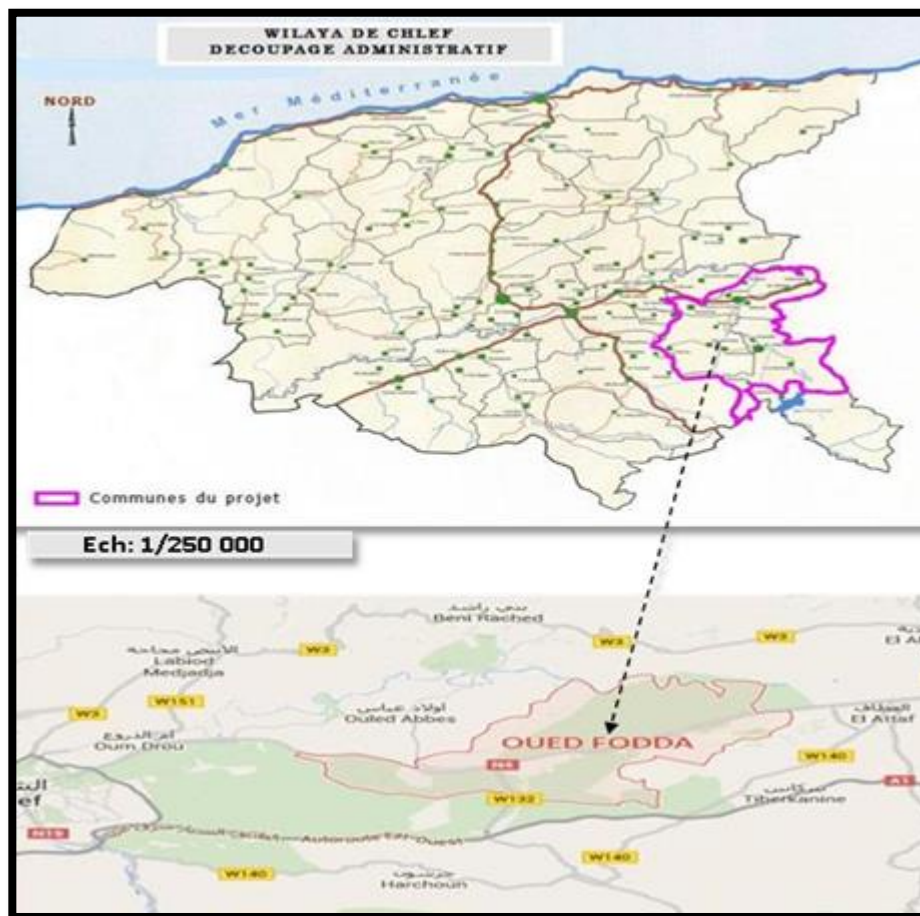


Figure I.1: situation géographique d'Oued Fodda (Source : HPO, 2009)

I.3 Situation topographique

L'agglomération de Oued Fodda est située dans une zone géographique présentant un relief varié, avec la présence de quatre régions naturelles s'étendant parallèlement au littoral. Cependant, en ce qui concerne spécifiquement Oued Fodda, son relief est principalement caractérisé par une topographie relativement plate.

On y rencontre :

- Au nord, les hautes collines des monts du Dahra et du Zaccar ;
- Au sud, celles de l'Ouarsenis ;
- Au centre, les plaines ;

- Enfin, la région côtière qui s'étend sur 130 Km, environ ;
- L'accès au site à partir de la RN4 est assuré par une piste située au Nord-Est de l'agglomération.

I.4. Description de la zone d'étude

Ce chapitre va traiter la situation environnementale du site et de son insertion dans le milieu physique de la commune.

I.4.1. Cadre climatique

La dimension climatique revêt une importance capitale lors de la planification d'un projet de station d'épuration, car elle influence à la fois le fonctionnement du processus d'épuration et le choix du site approprié . Étant donné l'absence d'une station météorologique dans la région d'Oued Fodda, l'analyse des paramètres climatiques repose sur les données de la station la plus proche, à savoir celle de Chlef, qui présente des caractéristiques similaires à celles de la région d'Oued Fodda.

➤ Caractéristiques de la station de référence (Chlef) :

- Altitude: 443 mm
- Latitude : 36°13N
- Longitude : 01°20^E

I.4.1.1 Les principaux paramètres météorologiques

Se présentent comme suit :

- **Température**

Tableau I.1 : Moyennes mensuelles et annuelle des températures

Période : 1995-2015

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juill	Aout	Sep	Oct	Nov	Dec	Moy annule
Tmax(°C)	15,26	16,65	21,17	23,99	28,36	35,7	38,28	37,2	32,8	29,16	19,89	17,87	26.37
Tmin(°C)	5,55	5,89	8,99	10,82	14,57	20,12	22,66	22,7	19,56	16,79	10,77	7,2	13.81
Tmoy(°C)	10,34	11,27	15,08	17,40	21,46	27,9	30,47	30.01	26,18	22,97	15,33	12,53	20.04

Source : ONM

Il est observé que la température baisse durant les mois d'hiver (décembre, janvier, février) et atteint un minimum de 10,34 °C en janvier. En revanche, elle augmente pendant les mois d'été (juin, juillet, août) et atteint un maximum de 30,28 °C en juillet. La température moyenne annuelle s'établit à 20,04 °C.

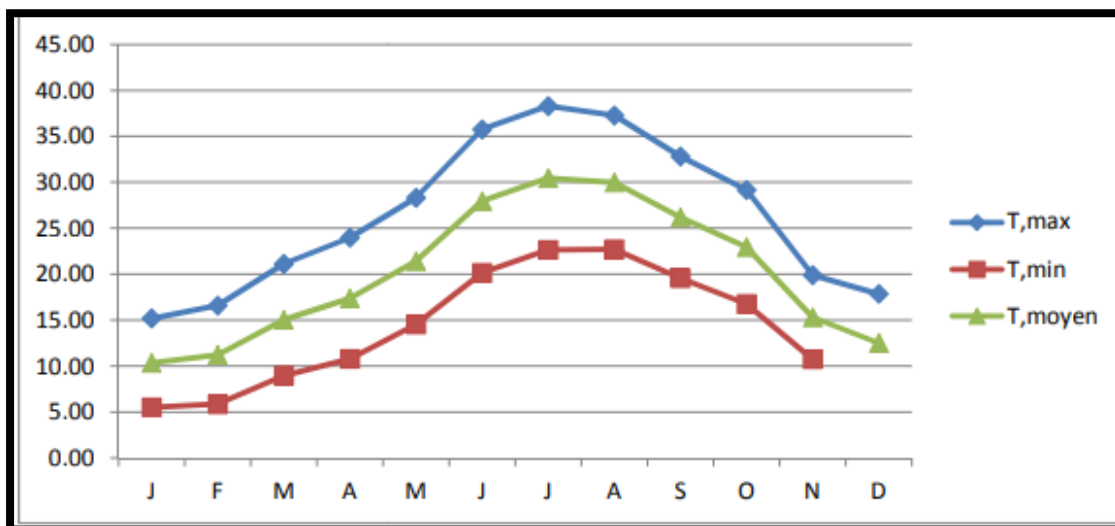


Figure I.2 : Moyennes mensuelles des températures (°C)

- Précipitation

Tableau I.2 : Moyennes mensuelles et annuelle des précipitations
Période : 1995-2015

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aoû	Sep	Oct	Nov	Dec	Moyenne annule
Précip (mm)	41,01	51,49	23,86	26,34	37,40	5,2	0,97	3,56	8,87	27,94	55,86	62,26	28.73

Source : ONM

D'après ce tableau on remarque que la valeur maximale des précipitations est enregistrée au mois de Décembre (62,26 mm), tandis que le minimum est atteint au mois de Juillet (0,97 mm) La pluviométrie moyenne annuelle pour cette station est de 28.73mm.

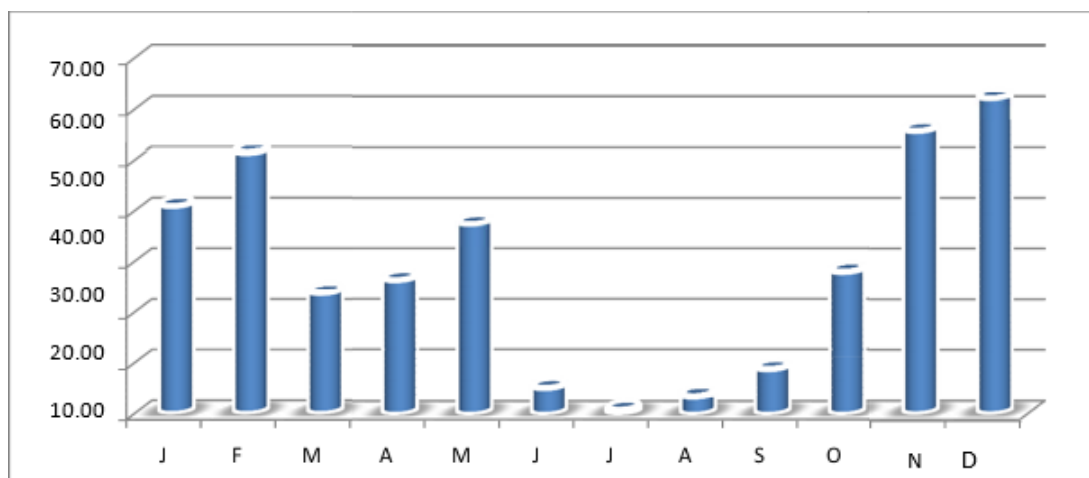


Figure I.3 : Moyennes mensuelles des précipitations(mm)

- Ensoleillement

Tableau I.3 : Moyennes mensuelles et annuelles de l'ensoleillement(h/j)

Période : 1995-2015

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	juill	Août	Sep	Oct	Nov	Dec
Ensole (h/j)	17,95	18,96	22,81	25,21	28,61	27,4	33,22	31,8	27,19	23,17	17,81	15,55

Source : ONM

On peut remarquer que les valeurs les plus importantes sont enregistrées en période allant du Mars au mois d'Octobre, la valeur la plus élevée est mois de celle du mois de Juillet.

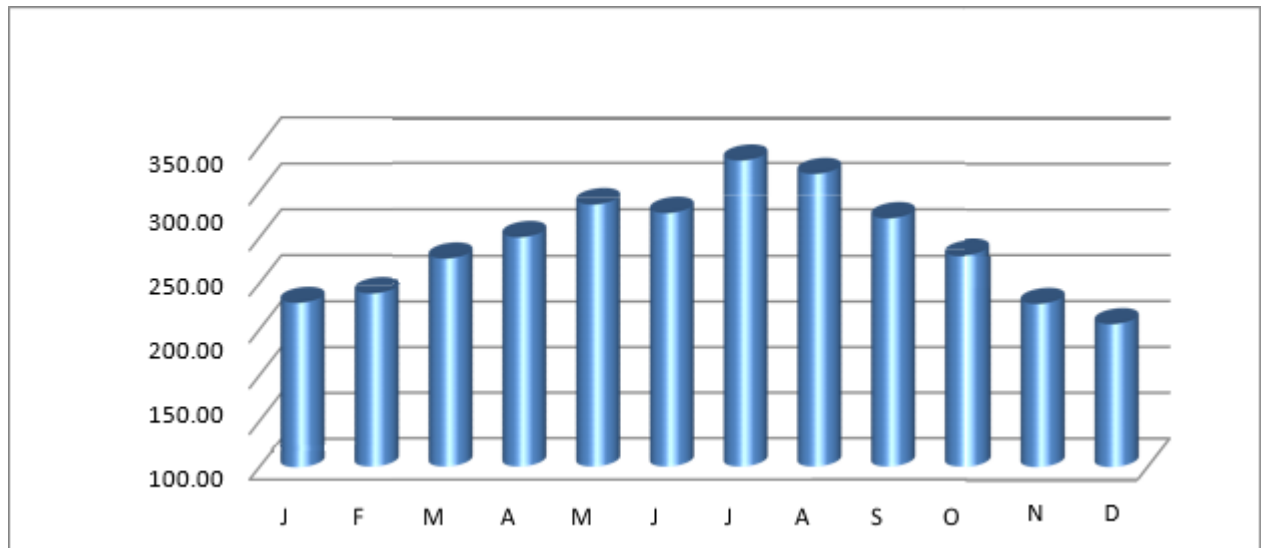


Figure I.4 : Moyennes mensuelles de l'insolation(h/j)

• **Evaporation**

Le tableau ci-dessus montre des valeurs annuelles de l'évaporation:

Tableau I.4 : Moyennes mensuelles et annuelles de l'évaporation(mm)

Période : 1995-2015

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juill	Août	Sep	Oct	Nov	Déc	Moyenn eannule
Evapor (mm)	51,3	60,86	91,3	109,9	175	248	302,6	273	192,6	148,7	142,3	55,3	154,24

Source : ONM

Les données présentées dans le tableau indiquent que l'évaporation joue un rôle significatif pendant la période estivale. Son niveau culmine en Juillet, atteignant un pic de 302,6 mm, et atteint son point le plus bas sur toute l'année en Janvier, avec une mesure de 51,3 mm. En moyenne, l'évaporation s'établit à 154,24 mm

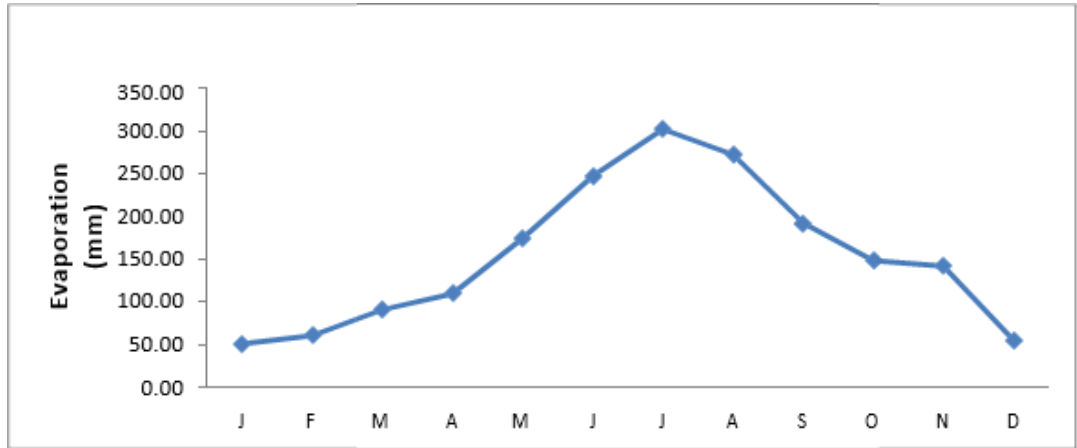


Figure I.5 :Moyennes mensuelles de l'évaporation(mm)

- Vents

Les données du tableau illustrent les moyennes annuelles de la vitesse des vents.

Tableau I.5 : Moyennes mensuelles et annuelles de la vitesse des vents Période : 1995- 2015

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juill	Août	Sep	Oct	Nov	Déc	Moy annuel
V(m/s)	2,56	2,50	2,58	2,66	2,98	3,05	2,88	2,88	2,87	2,75	2,78	2,50	2,75

Source : ONM

Les vitesses moyennes mensuelles du vent fluctuent entre 2,50 m/s et 3,05 m/s,présentant une moyenne annuelle de 2,75 m/s.

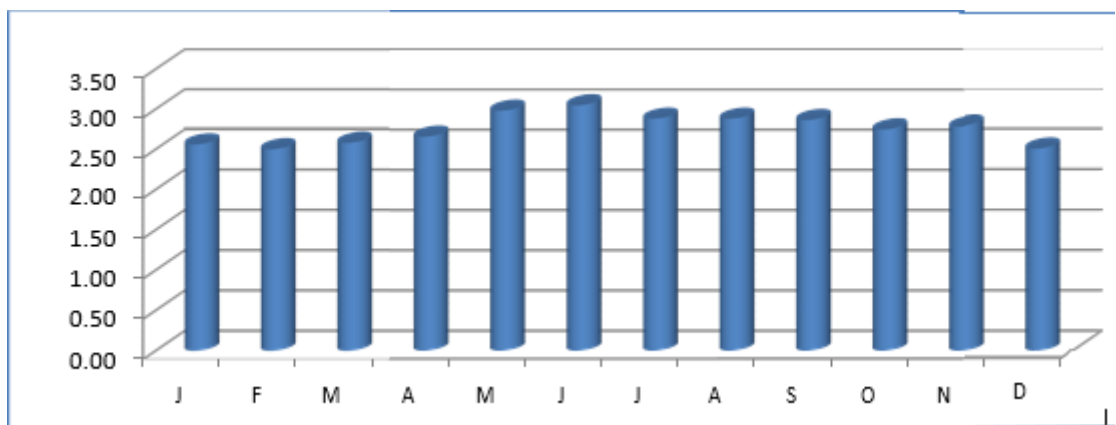


Figure I.6 : Moyennes mensuelles de la vitesse de vent(m/s)

I.4.2 Synthèse climatique

Les conditions climatiques de la région d'étude sont prédéterminées par la situation géographique de cette zone, par la nature de circulation de l'air et par le relief environnant.

La commune d'Oued Fodda se caractérise par un climat semi-aride doux humide.

I.4.2.1 Géologie

La géologie est une donnée fondamentale car elle permet de caractériser le substratum du site de l'assiette de la future station d'épuration, cette dernière est constituée de dépôts de comblement des vallées et des terrasses d'Oueds formant des plaines plus au moins étendues. Ces dépôts sont représentés par des alluvions, des regs et des terrasses.

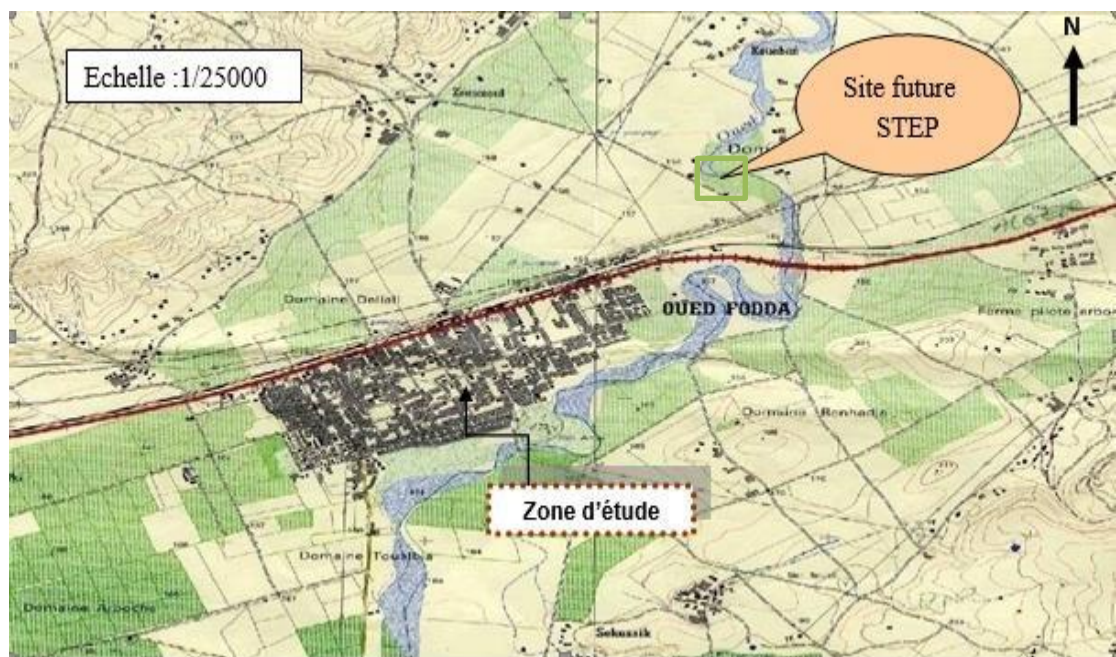


Figure I.7 : Carte de situation du site d'implantation de la future station d'épuration. (HPO, 2009)

I.4.2.2 Sismicité

La région de Chlef a été le théâtre des deux séismes majeurs du XXe siècle (Le 4 septembre 1954, magnitude de 6,7 et le 10 octobre 1980, magnitude de 7,3), constituant ainsi des événements significatifs dans le contexte de la région ouest-méditerranéenne. Ces deux séismes ont été générés par l'une des failles actives les plus étudiées de la région méditerranéenne, à savoir la faille du Chlef, une structure en forme

de pli-faille orientée NE-SW qui s'étend sur une distance de 36 km. Dans cette zone, diverses structures actives sont identifiables.

Suite au séisme du 21 Mai 2003 qui a impacté la région de Boumerdes et ses alentours, le Règlement Parasismique Algérien (R.P.A 2003) a élaboré une mise à jour du zonage sismique en vigueur. Ce zonage révisé divise le territoire national en cinq zones en fonction de l'augmentation du niveau de sismicité :

- Zone 0 : Présence de sismicité négligeable
- Zone I : Présence de sismicité faible
- Zones IIa et IIb : Présence de sismicité moyenne
- Zone III : Présence de sismicité élevée

D'après la carte de zonage sismique du territoire national ; (Voir Figure I.7)

La commune d'Oued Fodda est incluse dans la Zone sismique III qui est de sismicité élevée.

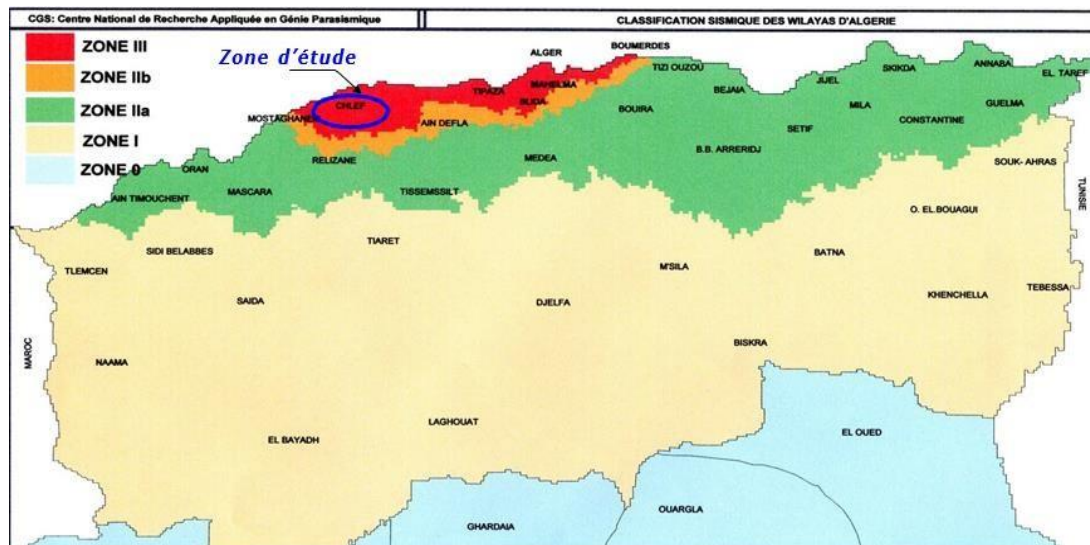


Figure I.8: carte de zonage sismique du territoire national (Ech : 1/1 000 000).
Source : centre de recherche appliqué en génie parasismique(RPA99).

I.4.3 Infrastructure routière

L'infrastructure routière de la municipalité d'Oued Fodda se compose principalement de la route nationale (RN 04), établissant une liaison vers l'ouest avec la commune de CHLEF et vers l'est avec la commune d'EL ATTAF. En outre, les autres voies de communication (CW 140 et CW 23) garantissent des liaisons solides avec les municipalités voisines pour la commune.



Figure I.9 : réseau routière de la zone d'étude (Ech : 1/100 000).

Source : institut national de la cartographie et télédétection.

I.4.4 Ressources Forestiers

À travers les âges, les forêts ont invariablement fourni à l'humanité une source de matières premières renouvelables, tout en exerçant une influence écologique cruciale. Sur le plan social, leur rôle demeure essentiel.

Le territoire couvert par le groupement de communes se distingue par une étendue forestière englobant environ 650 hectares. Cette présence forestière peut être considérée comme une niche écologique significative

Tableau I.6: les surfaces forestières de la commune

Circonscriptions	Communes	Superficie Totale (ha)
Dahra Est	Oued Fodda	650
	Ouled Abbes	558
	Beni Rached	1.012

Source : DPAT

I .5 Situation démographique

La population représente un paramètre essentiel et statistique dans toute démarche de planification et de conception d'un projet d'assainissement. Son utilisation ultérieure est fondamentale, car les besoins en eau évoluent en fonction des changements démographiques, du niveau de vie de la population, ainsi que de la diversité des activités locales et des extensions urbaines. Dans notre étude, la population de référence sera celle issue du récent recensement du 31 décembre 2022 (source : APC d'Oued Fodda), et elle servira de base pour évaluer la population à différentes échéances.

La population de référence établie est de **P0 = 34 279 habitants** (selon les données de la APC d'Oued Fodda).

I .5.1 Accroissement de la population

La croissance démographique est la variation de la population dans le temps. Le taux d'accroissement de la zone d'étude (la commune d'Oued Fodda) est de l'ordre de 1.6%.

I.6. Situation hydraulique

I.6.1. Alimentation en eau potable

La commune d'Oued Fodda bénéficie d'un potentiel hydraulique considérable et varié. Les sources d'approvisionnement en eau actuelles proviennent d'un ensemble de forages et de puits, dont les spécifications sont répertoriées dans le tableau ci-dessous :

Tableau I.7: Ressource en eau d'Oued Fodda

N°	Ouvrages de mobilisation	Profondeur		Caractéristiques du forage				Date de mise en service	
		Aquifère		Ø (mm)	H (m)	Q _{max} (l/s)	Q _{exp} (l/s)		
		Toit(m)	Mur(m)						
1	F.Zemoul	03	34	13'' 3/8	60	18	17	1993	
2	F.Oued Fodda centre	07	36	12''	17	06	02	1987	
3	F.Etable Belhamri	--	--	--	--	05	02		
4	Kouane	08	24	12''	35	06	03	1990	
5	Puits.Technicum	--	--	--	--	--	01	/	
Total							25		

Source : CTH

Tableau I.8: Ouvrages de stockage d'eau potable d'Oued Fodda

Dénomination	Capacité	Type
Réservoir circulaire	1000 m ³	Semi Enterré
Réservoir circulaire	250 m ³	Semi Enterré
Réservoir circulaire	100 m ³	Surélevé
Réservoir rectangulaire	1000 m ³	Enterré
Réservoir rectangulaire	400 m ³	Enterré
Total	2750 m³	

Source : CTH

Ces réservoirs sont situés à proximité les uns des autres et sont quasiment interconnectés. En règle générale, la capacité opérationnelle des réservoirs oscille entre 30 % et 80 % de la consommation maximale quotidienne.

Actuellement, la capacité de stockage disponible s'élève à 2750 m³. Sur le long terme, les besoins en stockage devraient atteindre 4286 m³, en tenant compte de 50 % des besoins quotidiens maximaux. En conséquence, la localité d'Oued Fodda afficherait un déficit de 1536 m³ en termes de capacité de stockage à long terme. **Source: DRE**

I.6 Assainissement

La commune d'Oued Fodda dispose actuellement d'un réseau d'évacuation qui, en plus d'être obsolète, ne répond pas adéquatement aux exigences de gestion des déchets de la commune. Notre but est de concevoir un nouveau système d'évacuation qui puisse répondre à ces besoins à long terme, jusqu'en 2053. Ce réseau sera également complété par des installations auxiliaires visant à garantir son efficacité opérationnelle.

La zone que nous étudions est caractérisée par un environnement urbain et un système unitaire. Notre stratégie prévoit de dévier cette zone de manière à regrouper les déversements. Ce regroupement futur facilitera et encouragera le processus de purification des eaux collectées. L'objectif ultime est de protéger la nappe aquifère qui passe sous l'oued Chélif. De plus, de la future station d'épuration (STEP) projetée dans le côté Nord-est de la zone d'étude cela permettra de lutter contre la pollution tout en ouvrant la possibilité de réutiliser ces eaux pour l'irrigation.

I.7 Conclusion

La première étape essentielle pour élaborer un projet de conception et de dimensionnement des réseaux d'assainissement consiste à acquérir une compréhension approfondie de la situation géographique, topographique, climatique et hydraulique de la zone d'étude. En effet, ces données fondamentales jouent un rôle crucial dans le processus de dimensionnement du réseau d'assainissement de la commune d'Oued Fodda.

CHAPITRE II

ETUDE
HYDROLOGIQUE

CHAPITRE II ETUDE HYDROLOGIQUE

II.1 Introduction

Lorsqu'un projet d'assainissement urbain est envisagé, l'analyse hydrologique doit être considérée comme une priorité. Cette étape consiste à évaluer l'intensité moyenne des précipitations afin de quantifier le volume d'eau de pluie dans un bassin spécifique.

En somme, l'étude hydrologique est une phase cruciale dans la conception d'un système d'assainissement efficace.

II.2 Les précipitations

Les écoulements d'eau dans les systèmes hydrologiques continentaux sont conditionnés en grande partie par les précipitations atmosphériques, qui consistent en des précipitations liquides telles que la bruine, la pluie et les averses, ainsi que des précipitations solides comme la neige, le grésil et la grêle, ainsi que des phénomènes tels que la rosée, la gelée blanche, le givre, etc., qui se déposent à la surface ou en cachette. Ces différents événements sont dus à des changements de température ou de pression.

a) **Les averses** : (pluies de courte durée)

Elles sont composées de toutes les pluies qui sont liées à une même perturbation météorologique, qui peut durer de quelques minutes à plusieurs dizaines d'heures.

Les mesures de ces averses sont effectuées à l'aide des appareils suivants :

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

b) **Les petites pluies**

Ce sont des précipitations comprises entre les averses orageuses et les brunes (pluies fines et froides qui tombent lentement) dans la hauteur d'eau très faible n'entraînent pas des ruissellements.

II.3 Le choix de période de retour

La période de retour du réseau d'évacuation est le résultat d'une étude technico-économique pouvant assurer une estimation du débit de ruissellement nécessaire pour le fonctionnement optimal du réseau. Pour l'assainissement urbain, la période de retour en Algérie nous optons généralement pour une période de retour décennale ($T=10$ ans).

II.4 L'intensité moyenne de précipitation

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

l'intervalle de référence Δt .

L'intensité moyenne se définit par le rapport de la hauteur d'eau tombée pendant une durée Δt ,

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

Avec : I_m : intensité moyenne en mm/h.

Δh : hauteur de pluie tombée pendant la durée t .

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

II.5 Analyse des données pluviométriques et le choix type de l'ajustement

II.5.1 Analyse des données statistiques

Pour l'étude des précipitations en assainissement on a besoin d'une série pluviométrique qui comporte les précipitations maximales journalières annuelles pour la période la plus longue possible.

Nous prenons comme base de calcul la série pluviométrique de la station expérimentale de **FODDA barrage** sur une période de fonctionnement de **1990 à 2021** qui a été fournie par l'**A.N.R.H de BLIDA**.

Tableau II-1 : Identification de la station pluviométrique FODDA barrage.

Nom	Code	Coordonnées		Période observation
FODDA barrage	012108	X	402	1990-2021 (32 ans)
		Y	305.6	
		Z	430	

Source : ANRH BLIDA

Tableau II-2 : Précipitations maximales journalières (mm) 1990-2021.

année	Précipitations maximale journalières (mm).												P j max
	sept	oct.	nov.	déc.	janv.	fév.	mars	avril	mai	juin	juill	aout	
1990	5	5.5	7.5	18.1	7.5	17.1	22	5.3	13	12	1.5	2.2	22
1991	3	20.5	11.5	5.6	27	2	21.6	19.5	18	11.5	5	0	27
1992	0.7	23.7	7	8.3	5.2	16.7	8.2	20.4	14.3	1.3	0	0	23.7
1993	12.1	18	8.7	22.9	14.4	33.9	0.4	16.5	6	0	1.1	0	33.9
1994	41.9	18.9	13.8	15.5	16.6	8.9	14.4	4.2	0	2.2	0	23	41.9
1995	20.4	10	23.5	12.9	15.8	23	27.3	19.5	16	1.7	9.7	2.4	27.3
1996	34.2	10.7	2.5	9	14	2.7	0	49.2	8	0.4	5.1	9.2	49.2
1997	18.9	14.4	25.2	7.3	5	5	3.2	36.2	30	0.8	0	1.4	36.2
1998	15	13.5	5.8	7.4	31.5	22	44.7	3.5	6.1	0	0	0	44.7
1999	18.2	4.7	20	0	3.4	0	10	0	2.5	1.3	1.7	0	20
2000	14.3	0	33.2	12.5	30.4	11.4	0.6	11.2	5.7	0	0	0	33.2
2001	8.6	1.4	28	15	6.8	12.7	19	9.7	4.3	0.9	0	2.9	28
2002	0	0	29	7.9	46.1	23	4.1	13.3	25.2	0	0	24.2	46.1
2003	0	12.2	22.3	16.5	17.1	15.8	16.3	21	29.2	3.5	0	5.6	29.2
2004	0.3	9	21	19.3	8.5	18.4	7	5.5	0.5	6	0	0	21
2005	5	1.5	19.5	1.5	0	12.5	10.5	2.5	0	0	0	2.5	19.5
2006	8.5	0	0	13	13.5	10	10.5	11	4.5	0	0	0	13.5
2007	37.2	17.5	32.5	5.6	11	14.5	16.8	6.4	17.2	7.3	6	0	37.2
2008	10.1	27.2	38.6	69.5	11.7	12	38.9	15.7	5.2	3.6	0	0.7	69.5
2009	22.4	12.1	12.9	36.1	23.9	15.9	28	10.1	6	1.3	0	16.3	36.1
2010	9.6	23.8	23.8	8.5	27.7	11.9	5.7	18.7	17.9	17	0	0.4	27.7
2011	2.2	13.7	21.7	6.2	6.5	36.2	17.8	42.1	5.3	0	0	0	42.1
2012	0	18.9	24	2	19.1	26.1	17.2	46.5	29.8	0.9	5.5	0	46.5
2013	17.4	3.6	13.7	12.8	19.4	11.4	29.4	4.2	11.1	34.1	0	5.4	34.1
2014	4.4	21.6	20.9	14.6	19.9	21.8	10.6	0	3.1	1.1	0	0	21.8
2015	9.7	7.6	11.1	0	33.5	18.1	0	15.7	6.4	0	8.9	0	33.5
2016	0.6	0.9	12.7	17.9	68.4	2.1	17.2	0	1	19	0	0	68.4
2017	16.6	48.1	19.7	13.4	14.9	14.6	27.9	42.9	14.3	32.5	0	4.3	48.1
2018	31.9	13.7	30	20.9	28.3	9.1	7.4	13.8	5.1	1.4	8.3	0.4	31.9
2019	14.9	1	24.2	27.2	14.6	0	9.3	16.6	5.9	0	0	0	27.2
2020	11	13.6	17.2	19	18.9	4.8	8.4	10	2.8	6.8	0	0	19
2021	12.3	2.9	46.2	18	3.6	15.1	20.3	19.8	19.4	1.6	0	0	46.2

Source : ANRH BLIDA

II.5.1.1. Etude des précipitations maximales journalières

Un ajustement statistique à une loi de probabilité est nécessaire pour calculer des valeurs extrêmes ou quantiles. Afin de déterminer les intensités de pluie les plus extrêmes et d'estimer le débit de crue, il faut effectuer un ajustement adéquat à une loi théorique de la série des pluies maximales journalières. Les étapes principales de l'étude sont les suivantes :

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

II.5.1.2 Caractéristiques empiriques de la série

✓ La moyenne $\overline{P_{Max,J}} = \frac{\sum_{i=1}^N P_{Max,J}}{N} = 33.93mm$ (II.2)

✓ L'écart-type

Pour $N=32$ supérieur à 30 ans, on a :

$$\sigma_{P_{Max,J}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (P_{Max,J} - \overline{P_{Max,J}})^2}{N}} = 13.74mm$$
 (II.3)

✓ Le coefficient de variation $C_V = \frac{\sigma_{P_{Max,J}}}{\overline{P_{Max,J}}} = 0,4$ (II.4)

✓ La médiane

- Si N est impair, on prend la $(\frac{N+1}{2})$ ième valeur.
- Si N est pair, on prend la moyenne entre la $(\frac{N}{2})$ ième valeur et la $(\frac{N}{2} + 1)$ ième valeur.

•

On a : $N = 32$

Donc : la médiane est : **$M=33.93mm$** .

✓ L'exposant climatique :

Selon l'agence nationale des ressources humaines d'Blida (ANRH)

On a **$b = 0,38$** .

Tableau II-3 : les Caractéristiques empiriques de la série d'observation.

Caractéristiques	valeurs
Nombres d'années d'observation	32
Valeur maximale (mm)	69.5
Valeur Minimale (mm)	3.5
Moyenne(mm)	33.93
Ecart-type (mm)	13.74
Médiane	33.35
Coefficient de variation	0,40
Exposant climatique	0.38

Source : Excel/ (exposant climatique ANRH)

II.5.1.2 Ajustement de la série

❖ La série des pluies maximales journalières est **homogène**.

Il existe plusieurs méthodes pour ajuster les séries pluviométriques, mais pour ce travail, les 3 lois seront utilisées:

- 1) La loi de Gumbel.
- 2) La loi de Galton.
- 3) La loi GEV.

1) Ajustement à la loi de Gumbel

✓ La fonction de répartition de la loi de Gumbel : $F(x) = e^{-e^{-y}}$ (II.5)

✓ Sachant que « y » est la variable réduite de la loi de Gumbel

$$y = \frac{x-x_0}{\alpha} = -\ln[-\ln(F(x))] \quad (\text{II.6})$$

x: variable étudiée ($P_{\text{Max}, J}$) ;

x_0 : paramètre de position (ordonnée à l'origine).

α : paramètre de l'échelle ($\alpha > 0$) appelé aussi « gradex ».

L'expression de quantile est alors : $x = \alpha y + x_0$ (II.7)

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

$$\alpha = 12.5556 \quad ; \quad x_0 = 27.125$$

Tableau II-4 : Résultats de l'ajustement à la loi de Gumbel.

Période de retour T (ans)	Fréquence au non dépassement q	Valeur théorique XT (mm)	Ecart-type	Intervalle de confiance	
100.0	0.9900	84.9	9.13	67.0	103
50.0	0.9800	76.1	7.94	60.6	91.7
20.0	0.9500	64.4	6.37	51.9	76.9
10.0	0.9000	55.4	5.19	45.2	65.5
5.0	0.8000	46.0	4.02	38.1	53.8

Source : hyfran plus

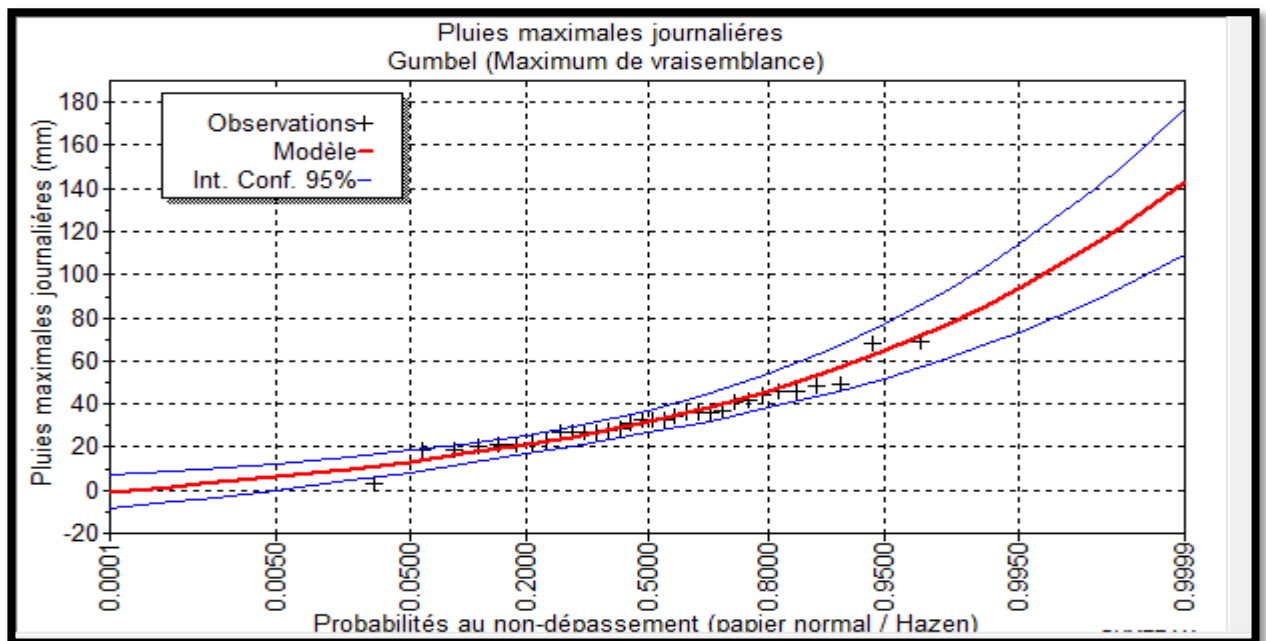


Figure II-1 : Ajustement graphique à la loi de Gumbel (Source : hyfran plus)

2) Ajustement à la loi de Galton (Log-normale)

✓ La fonction de répartition de la loi Log-normale :

$$F(x) = \sqrt{2\pi} \int_{-\infty}^u e^{-\frac{u^2}{2}} du \quad (\text{II.8})$$

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

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

Avec : x : variable étudiée ($P_{\text{Max}, J}$).

$\overline{\ln(x)}$: la moyenne des logarithmes de la variable x

$\sigma_{\ln(x)}$: l'écart-type des logarithmes de la variable x.

✓ L'expression de quantile est alors :

$$\ln(x) = u \sigma_{\ln(x)} + \overline{\ln(x)} \quad (\text{II.10})$$

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

$$\sigma_{\ln(x)} = 0.5414 \quad ; \quad \overline{\ln(x)} = 3,409$$

Tableau II-5 : Résultats de l'ajustement à la loi de Log-normale :

Période de retour T (ans)	Fréquence au non dépassement q	Valeur théorique XT (mm)	Ecart-type	Intervalle de confiance	
100.0	0.9900	107	19.9	67.7	146
50.0	0.9800	92.0	15.7	61.2	123
20.0	0.9500	73.7	10.9	52.3	95.1
10.0	0.9000	60.5	7.88	45.1	76.0
5.0	0.8000	47.7	5.34	37.2	58.2

Source : hyfran plus

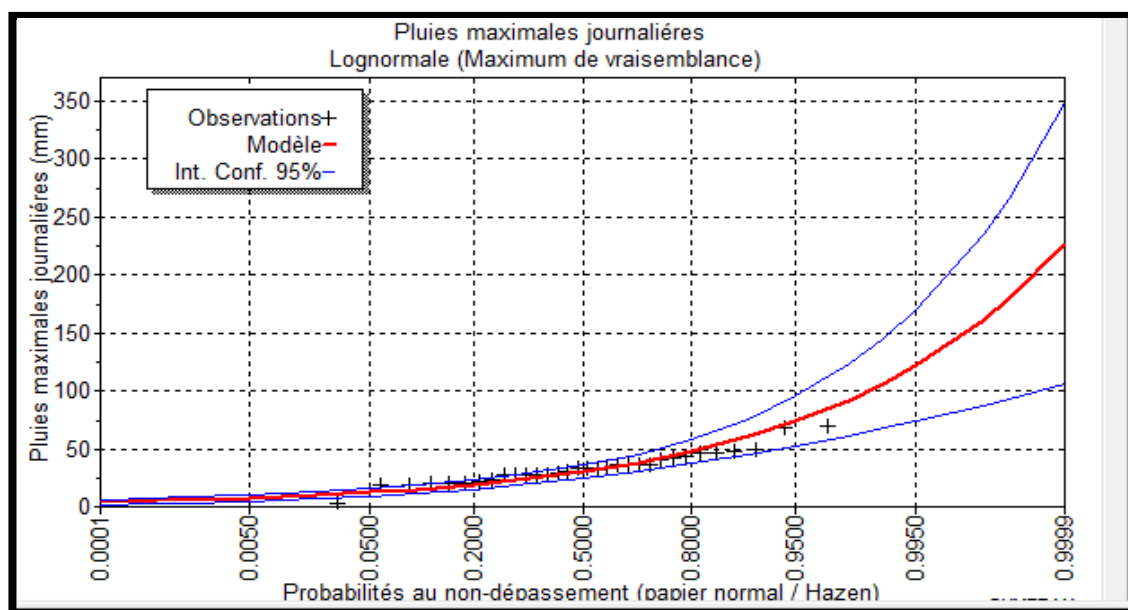


Figure II-2: Ajustement graphique à la loi de Galton (Log- normal)
(Source : hyfran plus)

3) Ajustement à la loi GEV

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

$$F(x) = e^{-e^{-y}} \quad (\text{II.11})$$

Sachant que « y » est la variable réduite :

$$y = -\frac{1}{k} \ln \left[1 - \frac{k}{\alpha} (x - u) \right] \quad (\text{II.12})$$

Avec : x : variable étudiée ($P_{\text{Max},J}$).

u : paramètre de position

α : paramètre de dispersion ($\alpha > 0$)

k : paramètre de forme appelé indice des valeurs extrêmes.

- ✓ L'expression de quantile est alors :

$$x = u + \frac{\alpha}{k} (1 - e^{-ky}) \quad (\text{II.13})$$

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

$$u = 28.155 \text{ mm} ; \quad \alpha = 12.2352 ; \quad K = 0.14$$

Tableau II.6 : Résultats de l'ajustement à la loi GEV :

Période de retour (ans)	Fréquence de non dépassement q	Valeur théorique (mm)	Ecart-type XT	Intervalle de confiance	de
100	0,9900	69.6	8.28	53.4	85.9
50	0,9800	64.9	6.61	52.0	77.9
20	0,9500	57.9	4.81	48.5	67.3
10	0,9000	51.8	3.82	44.3	59.3
5	0,8000	44.7	3.16	38.5	50.9

Source : hyfran plus

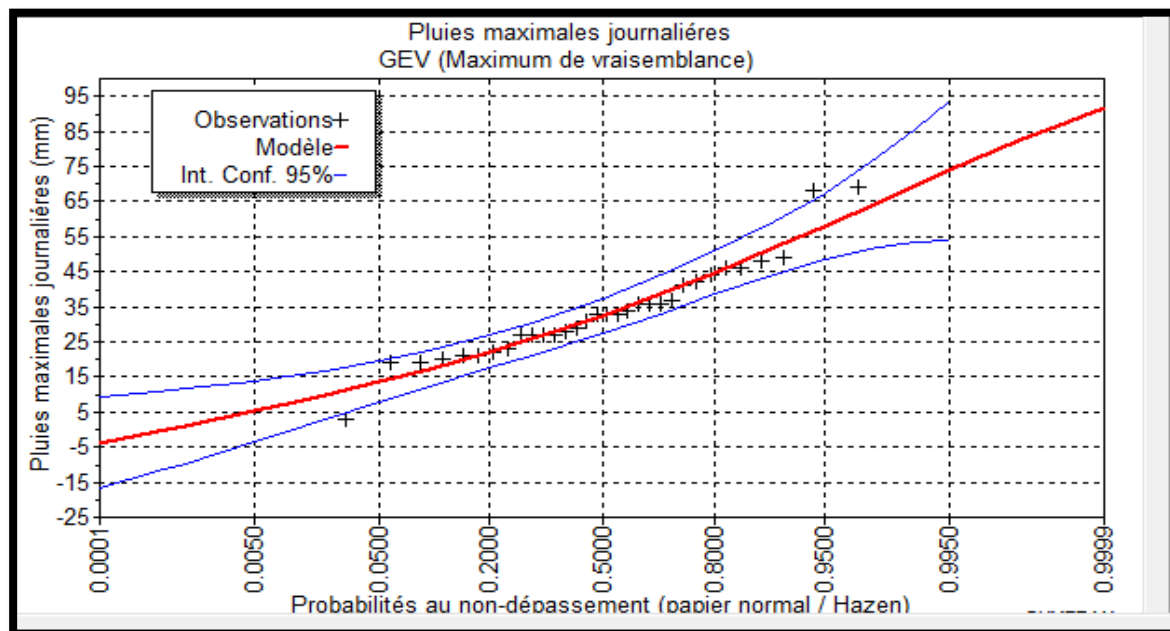


Figure II-3: Ajustement graphique à la loi de GEV (Source : hyfran plus)

II.6 Choix de la loi d'ajustement

Le problème qui se pose lorsqu'une loi de probabilité théorique est ajustée est de savoir si elle s'adapte ou non. Un ajustement graphique et un test de dispersion sont liés aux critères de choix d'une loi.

II.6.1 Test l'adéquation

Après avoir ajusté les données par la loi, il convient de comparer l'adéquation de cette loi pour sélectionner le meilleur ajustement.

Dans notre cas, nous avons utilisé le test de Khi carré χ^2 .

Source :(Touaibia, B.,

(2004))

La loi est adéquate pour une erreur $\chi^2 = 0.05$ si et seulement si :

$\chi^2_{\text{calculé}} < \chi^2_{\text{théorique}}$. Source :(Touaibia, B., (2004))

Tableau II.7 : les résultats du test l'adéquation (test de Khi carré χ^2).

Lois statistiques	Degré de liberté	χ^2 calculé	χ^2 théorique	Condition
Gumbel	5	8.50	11.07	Vérifie
Galton	5	6.00	11.07	Vérifie
GEV	4	9.50	9.49	Non vérifie

II.6.1.1 Interprétation des résultats du test

La condition de test est vérifiée pour les deux lois, comme indiqué dans le tableau ci-dessus. Par conséquent, le test de Khi-deux démontre que les lois normales de log (Galton) et de Gumbel sont suffisantes.

II.6.2 Test graphique

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

II.6.2.1 Interprétation des graphiques

D'après l'examen visuel des graphiques d'ajustement présentés dans les figures et selon la comparaison entre les différentes lois d'ajustement à l'aide de test graphique (Hyfran). On remarque que la loi de **Log normal(Galton)** présente la meilleure convergence avec le nuage des points surtout pour les probabilités de non dépassements d'ordre supérieurs à 0,95%. Donc vu que plusieurs études en Hydrologie montrent que la loi Log-normale est celle qui s'adapte mieux au Nord d'Algérie, donc on opte pour celle-ci : **la loi de Log normal(Galton)**.

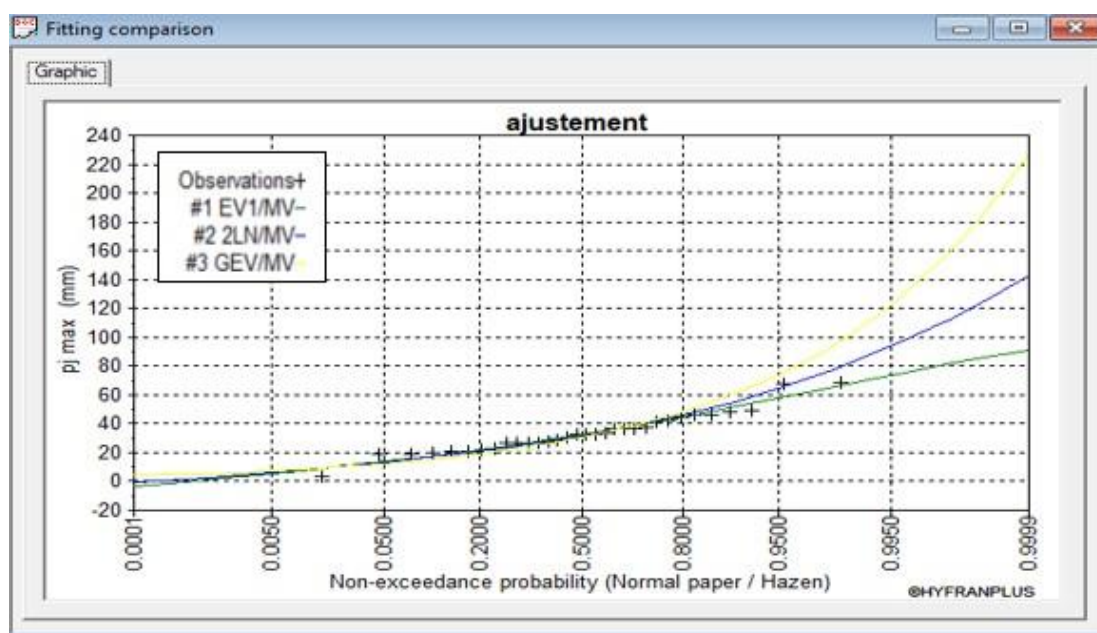


Figure II-4 : Comparaison entre les différentes lois d'ajustement à l'aide de test graphique (Hyfran).

II.6.3 Sélection de la loi

En se basant sur les résultats de ces tests, la loi la plus fréquemment employée est la loi log-normale (loi de Galton)

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

Dans ce volet, on va déterminer les valeurs des pluies de courte durée et leurs intensités. En se basant sur les résultats de l'ajustement à la loi Log normal(Galton).

✓ **Pluies de courte durée**

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

$$P_{t,p\%} = P_{Max,j} \left(\frac{t}{24}\right)^b \quad (\text{II.14})$$

$P_{t,p\%}$: pondante à une fréquence de dépassement donnée (p%).

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

t : durée de l'averse (h)

b : exposant climatique ; selon l'ANRH Blida, **b=0.39** pour la région d'étude.

✓ **Intensités de courte durée :**

Pour le calcul de l'intensité moyenne « $i_{t,p\%}$ » de précipitation « $P_{t,p\%}$ (mm) » de courte durée « t (h) » à une fréquence de dépassement donnée « p% », nous utilisons la **formule de Montanari** :

$$i_{t,p\%} = \frac{P_{t,p\%}}{t} \text{ (mm/h)} \quad (\text{II.15})$$

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

T	5 ans		10 ans		20 ans		50 ans		100 ans	
Xt	47.7 mm		60.5 mm		73.7 mm		92 mm		107 mm	
t (h)	P_t (mm)	i_t (mm/h)	P_t (mm)	i_t (mm/h)	P_t (mm)	i_t (mm/h)	P_t (mm)	i_t (mm/h)	P_t (mm)	i_t (mm/h)
0,1	5.63	56.26	7.14	71.36	8.69	86.93	10.85	108.52	12.62	126.21
0,2	7.37	36.86	9.35	46.76	11.39	56.96	14.22	71.10	16.54	82.69
0,25	8.04	32.17	10.20	40.81	12.43	49.71	15.51	62.05	18.04	72.17
0,5	10.54	21.08	13.37	26.74	16.28	32.57	20.33	40.66	23.64	47.29
0,75	12.35	16.46	15.66	20.88	19.07	25.43	23.81	31.75	27.69	36.92

1	13.81	13.81	17.52	17.52	21.34	21.34	26.64	26.64	30.98	30.98
2	18.10	9.05	22.95	11.48	27.96	13.98	34.91	17.45	40.60	20.30
3	21.20	7.07	26.89	8.96	32.75	10.92	40.89	13.63	47.55	15.85
4	23.72	5.93	30.08	7.52	36.64	9.16	45.74	11.44	53.20	13.30
5	25.87	5.17	32.81	6.56	39.97	7.99	49.90	9.98	58.04	11.61
6	27.78	4.63	35.23	5.87	42.92	7.15	53.58	8.93	62.31	10.39
7	29.50	4.21	37.42	5.35	45.58	6.51	56.90	8.13	66.17	9.45
8	31.08	3.88	39.42	4.93	48.02	6.00	59.94	7.49	69.71	8.71
9	32.54	3.62	41.27	4.59	50.27	5.59	62.76	6.97	72.99	8.11
10	33.90	3.39	43.00	4.30	52.38	5.24	65.39	6.54	76.05	7.61
11	35.19	3.20	44.63	4.06	54.37	4.94	67.87	6.17	78.93	7.18
12	36.40	3.03	46.17	3.85	56.24	4.69	70.21	5.85	81.65	6.80
13	37.56	2.89	47.63	3.66	58.03	4.46	72.43	5.57	84.24	6.48
14	38.66	2.76	49.03	3.50	59.73	4.27	74.56	5.33	86.71	6.19
15	39.71	2.65	50.37	3.36	61.36	4.09	76.59	5.11	89.08	5.94
16	40.72	2.55	51.65	3.23	62.92	3.93	78.54	4.91	91.35	5.71
17	41.70	2.45	52.89	3.11	64.43	3.79	80.42	4.73	93.54	5.50
18	42.64	2.37	54.08	3.00	65.88	3.66	82.24	4.57	95.64	5.31
19	43.55	2.29	55.23	2.91	67.28	3.54	83.99	4.42	97.68	5.14
20	44.43	2.22	56.35	2.82	68.64	3.43	85.69	4.28	99.66	4.98
21	45.28	2.16	57.43	2.73	69.96	3.33	87.33	4.16	101.57	4.84
22	46.11	2.10	58.48	2.66	71.24	3.24	88.93	4.04	103.43	4.70
23	46.91	2.04	59.50	2.59	72.49	3.15	90.49	3.93	105.24	4.58
24	47.70	1.99	60.50	2.52	73.70	3.07	92.00	3.83	107.00	4.46

II.7.1 Intensité moyenne maximale

Pour les projets d'assainissement, et concernant l'estimation des débits pluviaux, on s'intéresse généralement à l'intensité moyenne maximale correspondante à une courte durée $t = 15 \text{ min} = 0.25 \text{ h}$ et une période de retour $T = 10 \text{ ans}$, pour des raisons technico-économiques et de sécurité.

Notation:

Dans ce chapitre, selon les données hydrologiques récupérées au niveau de Selon l'agence nationale des ressources humaines d'Blida (ANRH), nous allons procéder à l'estimation de l'intensité de précipitation qui nous servira de base pour l'estimation du débit pluvial.

D'après les résultats précédents illustrés dans le tableau, On a :

$$i_{15\text{min},10\%} = 40.81 \text{ (mm/h)}$$

$$i_{15\text{min},10\%} = \frac{40.81 \times 10000}{3600} = \mathbf{113,36 \text{ (l/s/ha)}} \quad \text{(II.15)}$$

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

II.8 Conclusion

L'étude des précipitations maximales journalières nous a permis de déterminer l'intensité moyenne maximale ; cela en utilisant les résultats obtenus par l'ajustement de la série pluviométrique à la loi Galton, et les calculs des pluies de courte durée.

CHAPITRE III

CLACUL DE BASE

CHAPITRE III CLACUL DE BASE

III.1 Introduction

L'assainissement englobe la totalité des méthodes et des équipements utilisés pour la collecte, le déplacement et le traitement des eaux usées et des eaux pluviales avant qu'elles ne soient rejetées dans l'environnement naturel. Cette approche vise à gérer ces eaux dans le but de préserver les biens, la santé publique (en matière d'hygiène) ainsi que l'écosystème (notamment en évitant les inondations).

Dans ce cadre, le dimensionnement du réseau d'assainissement revêt une importance cruciale, nécessitant ainsi plusieurs étapes préliminaires. L'une de ces phases essentielles est le processus de "calcul de base".

Le calcul de base consiste en une étape où nous estimons le nombre d'habitants pour une période de calcul spécifique, découpons le site en zones élémentaires, évaluons le coefficient de ruissellement, choisissons le système d'assainissement adéquat et concevons le schéma de collecte et d'évacuation des eaux usées

III.2 Situation démographique

La population de la zone d'étude est estimée à 34279 habitants par le recensement de 2023 selon l'APC d'Oued Fodda, avec un taux d'accroissement de 1,6 %. Le nombre d'habitants pour différents horizons peut être estimé en utilisant la loi des croissances géométriques donnée par la relation suivante :

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

Avec : P_n : Population future.

P_0 : Population de référence.

t : Taux d'accroissement pris égal à 1.6%

n : Ecart d'années entre les deux horizons entre 2023 et 2053 tel que $n=30$ ans

Tableau III.1: Population à différents horizons de calcul

Horizon	2023	2053
Nbre d'hab.	34279	55187

III.3 Découpage de la superficie en surfaces élémentaires

Le bassin versant est généralement limité géographiquement par les lignes de crête ou les lignes de partage des eaux.

Une seule ligne d'écoulement collecte toutes les eaux qui ruissellent en surface. Ainsi, le site doit être divisé en surfaces élémentaires selon:

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

Constatation :

Pour notre projet, Il s'agit d'une superficie urbanisée qui sera divisée en surface élémentaires selon soit la nature des surfaces, soit en fonction de la densité d'habitations.

Tableau III.2: Surfaces élémentaires de notre agglomération

surface élémentaire	surface (ha)
1	7.46
2	7.23
3	12.4
4	12.99
5	13.19
6	20.91
7	25.12
8	27.28
9	15.28

III.4 Les systèmes d'évacuation du réseau d'assainissement

Les systèmes d'évacuation sont principalement constitués de canaux, de fossés, de conduites d'écoulement à surface libre et éventuellement d'un poste de pompage pour refouler l'eau vers les collecteurs. En général, trois types de systèmes d'évacuation sont pris en compte selon la configuration et la structure de notre agglomération :

1. Système unitaire.
2. Système séparatif
3. Système pseudo séparatif

III.4.1 Système unitaire

Un seul réseau gère la collecte et l'évacuation à la fois des eaux usées et des eaux pluviales. Ce système permet l'évacuation commune des eaux domestiques, industrielles et de pluie à travers une même conduite. Il requiert la construction d'infrastructures conséquentes, telles que des ouvrages et des stations d'épuration, capables de gérer efficacement les débits d'eau les plus importants.

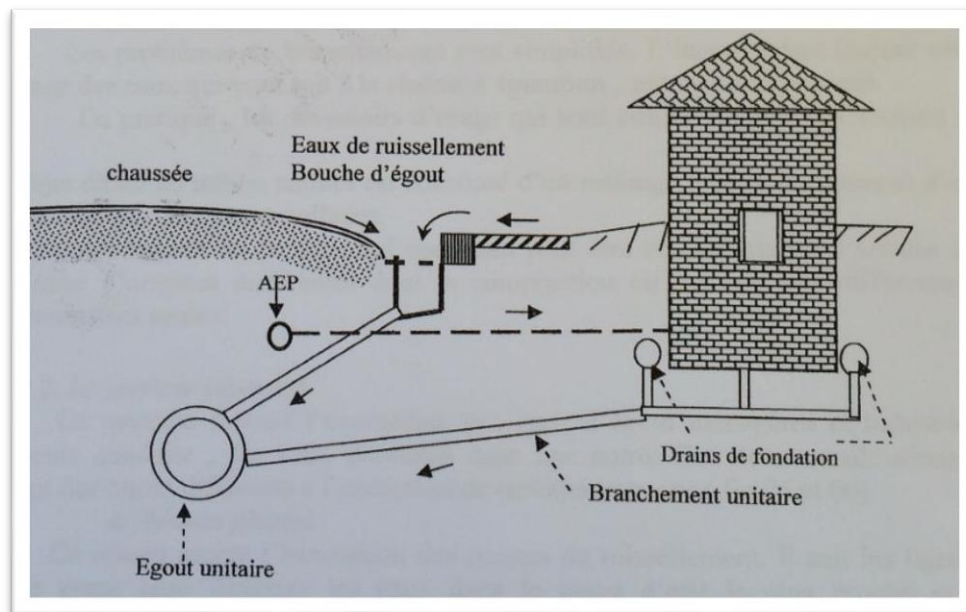


Figure III-1 : Schéma représentatif des branchements dans le système unitaire.
Source : Polycopie d'assainissement de Mr « SALAH. B »

Tableau III.3 : Domaine d'utilisation, avantages et inconvénients du système unitaire

Domaine d'utilisation privilégié	Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> -Le milieu récepteur est éloigné des points de collecte et situé dans une zone à faible relief. -La commune est également imperméabilisée et accentuée par sa topographie. - Un important débit d'étiage du cours d'eau récepteur. 	<ul style="list-style-type: none"> - conception simple : un seul collecteur et un seul branchement par immeuble. -Le sous-sol est encombré. - Il n'y a pas de risque d'inversion de de branchement. - Avant tout, économique (dimensionnement moyen imposé uniquement par les eaux pluviales). 	<ul style="list-style-type: none"> -La station d'épuration an un débit est très variable -les eaux usées sont diluées par les eaux pluviales lors d'un orage. -La station d'épuration reçoit également beaucoup de sable. -Lors des premières pluies après une période sèche, -une quantité importante de pollution est acheminée vers le milieu récepteur via le droit des déversoirs d'orage.

III.4.2 Système séparatif

Dans ce système, une seule conduite est utilisée pour évacuer les eaux d'égouts domestiques et industriels, tandis que les eaux pluviales sont évacuées dans une autre conduite.

Au-delà de certaines sections, ces deux conduites ont généralement une forme différente. Le système séparatif a été adopté par de nombreuses petites et moyennes agglomérations, mais il a été privilégié par les extensions pour créer de nouveaux quartiers d'habitation.

Il est également utilisé lorsque le réseau d'égouts existant dans le centre-ville est proche de zones résidentielles ou industrielles en voie de construction.

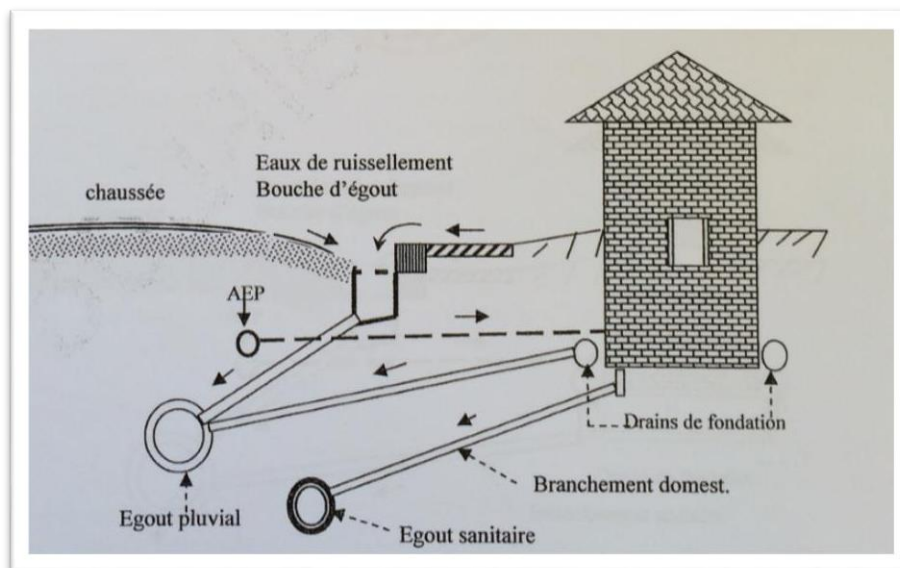


Figure III-2 : Schéma représentatif des branchements dans le système séparatif

Source : Polycopie d'assainissement de Mr « SALAH. B ».

Tableau III.4 : Domaine d'utilisation, avantages et inconvénients du système séparatif.

Domaine d'utilisation privilégié	Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> -Les agglomérations de petite et moyenne taille. -l'extension des villes. - le faible débit d'étiage du cours d'eau récepteur. 	<ul style="list-style-type: none"> -Le diamètre moyen du réseau de collecte des eaux usées a diminué, - facilité l'exploitation de la station d'épuration -améliore la protection de l'environnement contre les flux polluants domestiques. - De plus, certains coûts d'exploitation ont été réduits en raison du relevage des effluents. 	<ul style="list-style-type: none"> -Congestion sévère au sous-sol; -Coûts d'investissement élevés. - Risque important d'erreurs de branchement.

III.4.3 Système pseudo séparatif

Le système est conçu pour recevoir les eaux usées et une petite partie des eaux de ruissellement. Une autre partie des eaux de ruissellement passera par les gouttières et certaines parties des ouvrages pluviaux. Il repose sur la collecte conjointe des eaux et des eaux usées sur le toit et les espaces privatifs.

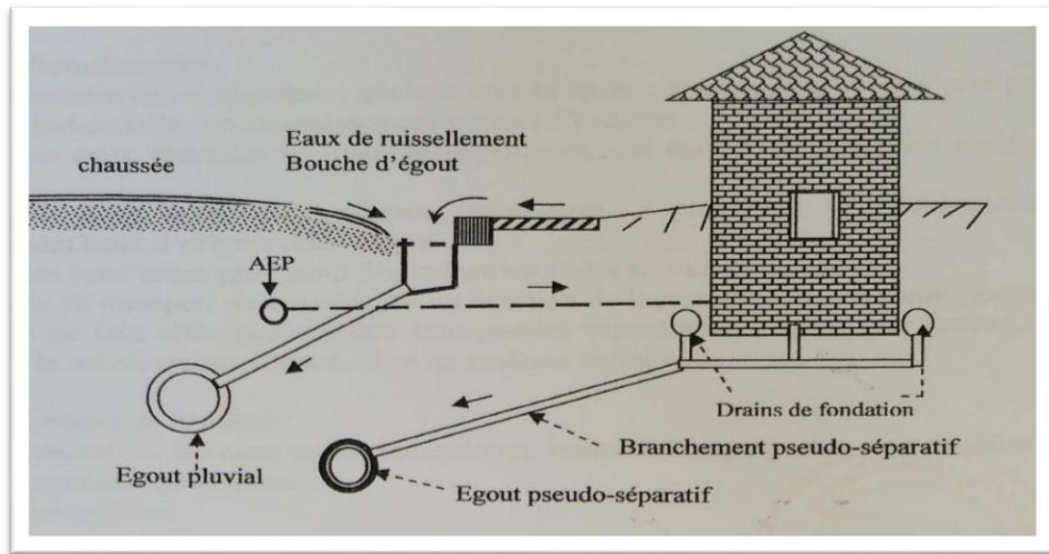


Figure III-3 : Schéma représentatif des branchements dans le système Pseudo-séparatif.

Tableau III.5: Domaine d'utilisation, avantages et inconvénients du système Pseudo-séparatif.

Domaine d'utilisation privilégié	Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> -Petits et moyennes agglomération. -Présence d'un milieu récepteur proche. 	<ul style="list-style-type: none"> -Élimination du problème de mauvaise connexion. - La majeure partie de l'eau de pluie est drainée à l'extérieur de la ville, ce qui obligeons collecteurs à voyager à travers des villes de plus petite dimension. 	<ul style="list-style-type: none"> -Le fonctionnement de la station d'épuration est perturbé et la quantité et la qualité des polluants varient.

III.5 Le choix du système d'évacuation

Le choix dépend des facteurs suivants :

- La pente, le type d'écoulement, les coûts d'investissement et d'entretien, ainsi que des conditions de rejet.
- En cas d'extension du réseau, il est important de prendre en compte le système existant et la topographie du terrain naturel.

Constatation :

Selon les informations de notre projet, le système unitaire est le plus approprié. Nous sélectionnons le système d'assainissement pour notre projet en tenant compte à la fois des considérations économiques et de la topographie du terrain naturel.

III.6 Différents schémas d'évacuation

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

III.6.1 Schéma perpendiculaire

Ce schéma consiste à amener plusieurs collecteurs perpendiculairement à la rivière. Il convient pour l'évacuation des eaux pluviales et ne permet pas la concentration des eaux vers un seul point d'épuration.

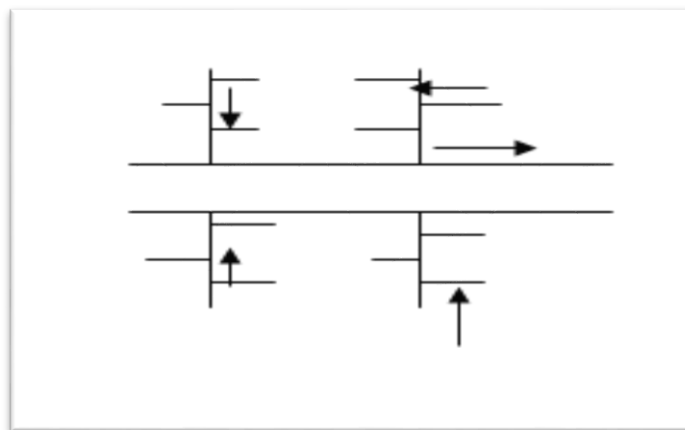


Figure III-4 : Schéma perpendiculaire.

III.6.2 Schéma par déplacement latéral

C'est le plus simple est d'envoyer l'effluent en aval de la zone d'accumulation pour traitement, où l'eau est collectée dans un collecteur parallèle au canal.

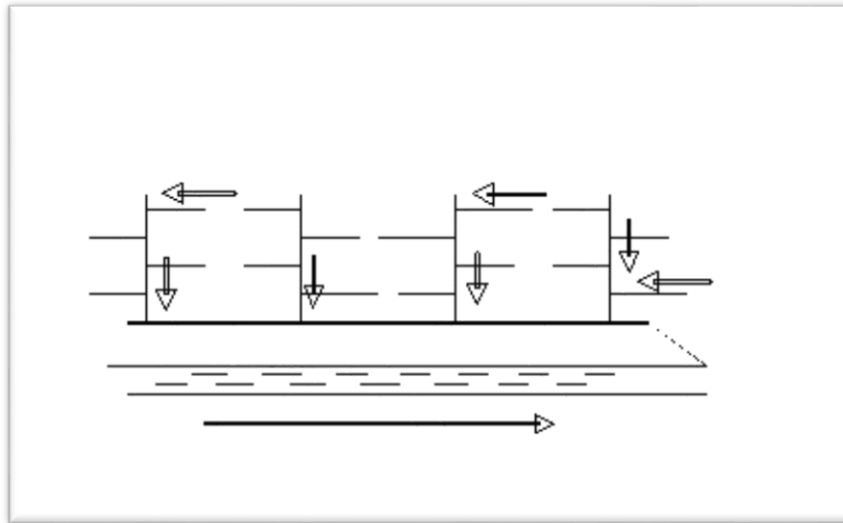


Figure III-5 : Schéma par déplacement latéral

III.6.3 Schéma transversal ou oblique

Le schéma à collecteur transversal ou oblique facilite plus facilement que le précédent le passage de l'effluent en aval de l'agglomération.

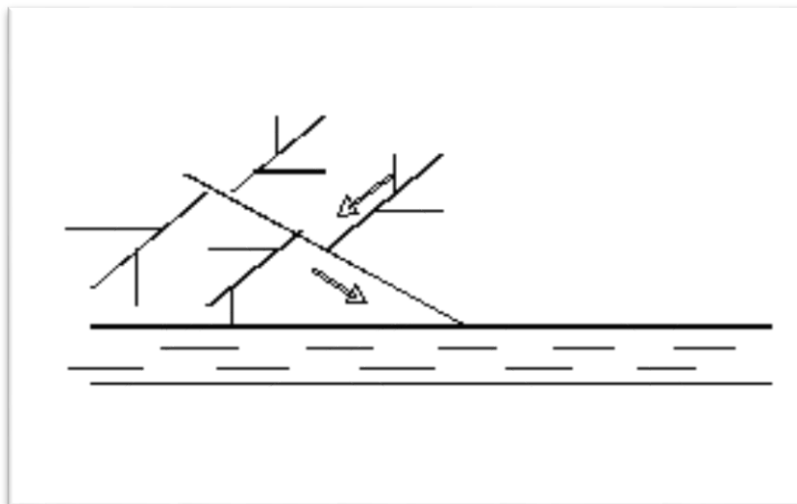


Figure III-6 : Schéma transversal ou oblique

III.6.4 Schéma à Collecteur Etagé

Lorsque nous souhaitons éviter de surcharger notre réseau, en particulier dans les zones étendues de notre agglomération où la pente est relativement faible, il est essentiel de mettre en place un système d'assainissement à plusieurs niveaux.

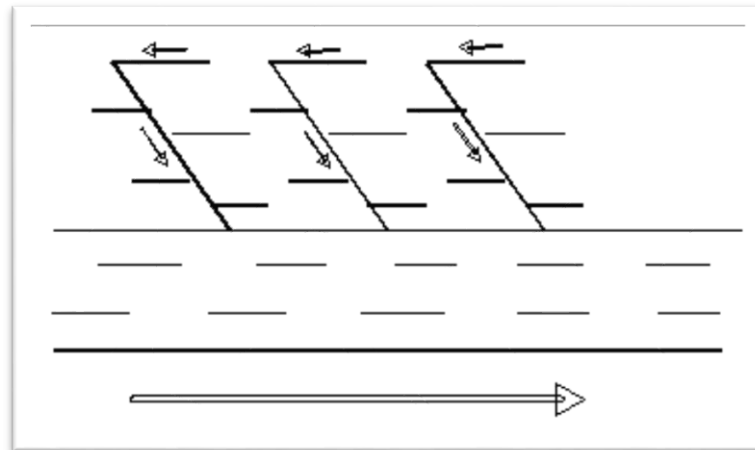


Figure III-7 : Schéma à Collecteur Etagé

III.6.5 Schéma radial

Dans les régions à topographie plane, le schéma radial est adapté, car il permet de regrouper les eaux usées en un ou plusieurs points, où elles seront ensuite pompées pour être évacuées vers un endroit éloigné de l'agglomération.

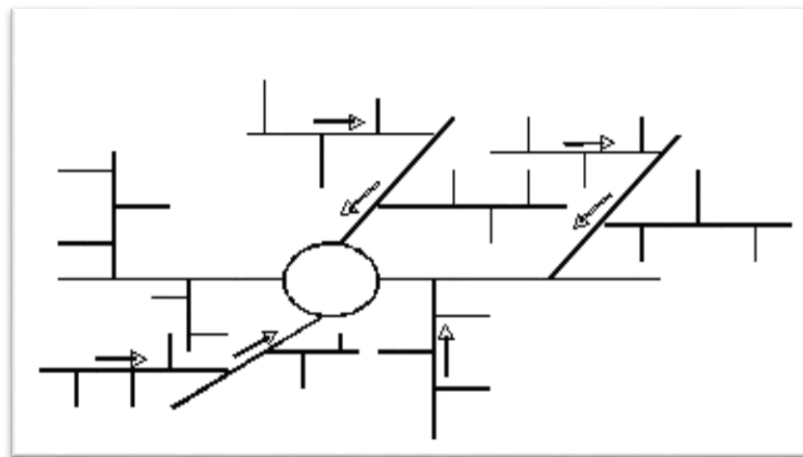


Figure III-8 : Schéma radial

III.7 Choix du schéma du réseau d'évacuation

Le choix du système de drainage dépend de plusieurs facteurs, notamment :

- Les caractéristiques techniques et locales du site, y compris les systèmes existants, la topographie du terrain et la répartition géographique de la population desservie.

- Considérations économiques telles que les coûts initiaux, ainsi que les coûts d'investissement et de maintenance à long terme.
- Les conditions environnementales, notamment la nature du déversement à évacuer et le milieu récepteur associé.

Constatation :

Concernant notre projet, nous optons pour un schéma de déplacement latéral. C'est le schéma le plus simple et élémentaire tout en satisfaisant aux exigences techniques et économiques nécessaires.

III.8 Principe du tracé du réseau

Le tracé des différents collecteurs se fait selon les paramètres suivants :

- Topographie du site.
- Installation de canalisation dans le domaine public.
- Localisation du cours d'eau et du talweg.
- Localisation du cours d'eau ou de la station d'épuration.
- La profondeur des canalisations doit elle aussi répondre à certains critères comme :
 - a) La profondeur des caves avoisinante.
 - b) La résistance de la canalisation aux efforts physique et au gel.

III.9 Evaluation du coefficient de ruissellement

Le coefficient de ruissellement pour une surface donnée est défini comme le rapport entre la quantité d'eau qui s'écoule et la quantité qui tombe sur le bassin versant associé. Il joue un rôle de premier plan dans l'évaluation des débits pluviométriques de pointe pour déterminer la taille du réseau.

Ce coefficient a le potentiel de changer le débit des eaux pluviales du simple au double, c'est pourquoi lors de la découpe des sous-bassins, ils doivent être aussi uniformes que possible pour minimiser les erreurs dans les estimations du coefficient de ruissellement.

Le coefficient de ruissellement C_r d'une surface spécifique est le rapport du volume d'eau qui ruisselle dans le bassin par rapport au volume d'eau total tombé sur le bassin. Sa valeur varie de 0.05 à 1 et dépend de divers facteurs, tels que :

- La nature du sol.

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

III.9.1 Coefficient de ruissellement pondéré dans le temps

$$C_{rp} = \frac{0,98t}{4,53+t} p + \frac{0,78t}{31,17+t} (1-p) \quad (\text{III.2})$$

Avec C_{rp} : Coefficient de ruissellement pondéré.

t : temps écoulé à partir du début de la précipitation en heure.

p : pourcentage de surface imperméabilisée.

III.9.2 Coefficients de ruissellement en fonction de la catégorie de densité de population

Le coefficient de ruissellement est directement lié à la population, car une augmentation de celle-ci entraîne une augmentation de la surface imperméable par rapport à la surface perméable, ce qui conduit à un accroissement significatif du ruissellement.

Tableau III.6 : Valeurs du coefficient de ruissellement pour différentes densités de population

Densité de la population (hab / ha)	Cr
20	0.23
30 – 80	0.20 – 0.27
60 – 150	0.25 – 0.34
150 – 200	0.30 – 0.45
200 – 300	0.6 – 0.62
300 – 400	0.60 – 0.80
400 et plus	0.70 – 0.90

Source : Polycopie d'assainissement de Mr « SALAH. B ».

III.9.3 Coefficients de ruissellement en fonction de la catégorie d'urbanisation

Tableau III.7 Coefficients de ruissellement en fonction de la catégorie d'urbanisation

Catégorie d'urbanisation	Cr
Habitations très denses	0.90
Habitations denses	0.60 – 0.70
Habitations moins denses	0.40 – 0.50
Quartiers résidentiels	0.20 – 0.30
Square – jardins – prairies	0.05 – 0.20

III.9.4 Coefficients de ruissellement en fonction de la catégorie en fonction de la zone d'influence

Tableau III.8 : Valeurs du coefficient de ruissellement en fonction de la zone d'influence

Zones d'influence	Cr
Surface imperméable (toit, ardoise...)	0.90
Trottoir avec peu de joints.	0.85
Trottoir avec joints cimenté.	0.75 - 0.85
Pavage à larges joints	0.60
Surface goudronnée.	0.25 - 0.6
Voirie non goudronnées	0.35

Source : Polycopie d'assainissement de Mr SALAH. B.

III.10 Calcul du nombre d'habitants pour chaque surface élémentaire

Si l'on ne dispose pas des chiffres exacts concernant le nombre d'habitants de chaque surface élémentaire, on peut suivre les étapes suivantes pour parvenir à une estimation :

- Estimer le coefficient de ruissellement de chaque sous bassin.
- Calculer le coefficient de ruissellement pondéré total.
- Calculer la densité partielle de chaque sous bassin.
- En déduire le nombre d'habitants dans chaque sous bassin.

Tableau III.9 : Coefficient de ruissellement C_r pondéré pour chaque surface élémentaire

surface élémentaire	surface (ha)	C_r
1	7.46	0.7
2	7.23	0.8
3	12.4	0.8
4	12.99	0.8
5	13.19	0.9
6	20.91	0.8
7	25.12	0.9
8	27.28	0.9
9	15.28	0.7

III.10.1 Coefficient de ruissellement pondéré fonction de la nature de surface

Lorsque la surface du bassin est composée de plusieurs surfaces élémentaires « A_i » avec des coefficients de ruissellement respectifs « C_{ri} », le coefficient de ruissellement pondéré est calculé en prenant en compte ces valeurs.

$$C_{rp} = \frac{\sum C_{ri} \cdot A_i}{A} \quad (\text{III .3})$$

Avec :

C_{rp} : Coefficient de ruissellement pondéré total.

C_{ri} : Coefficient de ruissellement de chaque surface élémentaire .

A_i : Surface élémentaire de chaque surface élémentaire.

A : Surface totale de la zone urbanisée=141.86 ha

Tel que :

$$C_{rp} = \frac{\sum C_r \cdot A_i}{A} = \frac{117.773}{141.86} = 0.83 \quad \text{Donc} \quad C_{rp} = 0.83$$

III.10.2 Calcul de la densité

a. Densité moyenne :

La densité moyenne est exprimée par la relation :

$$Dm = \frac{Pn}{\sum A_i} \quad (\text{III.4})$$

Avec :

Dm : Densité moyenne.

Pn: Population globale à l'horizon 2053. Pn=55187 hab.

Ai : Surface partielle du sou bassin considéré (141.86 ha).

Tel que : **Dm= 389.03**

a. Densité moyenne

La formule permettant d'obtenir la densité partielle propre à chaque sous bassin est requise pour effectuer le calcul de la population

$$D_i = \frac{C_{ri}.P_t}{C_{rp}.A} \quad (\text{III.5})$$

Avec :

D_i : densité partielle pour chaque sous bassin (hab / ha)

C_{rp} : coefficient de ruissellement total pondéré

A : surface urbanisée totale (ha) A=141.86 ha

P_t : nombre total d'habitants (hab.) à l'horizon 2053 = 55187 hab.

III.11 Calcul du nombre d'habitants de chaque surface élémentaire

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

$$P_i = D_i A_i \quad (\text{III.6})$$

Avec :

P_i : population partielle du sou bassin considéré.

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

A_i : Surface partielle du sou bassin considéré (ha)

Tableau III.10: Nombre d'habitants de chaque surface élémentaire.

surface élémentaire	surface (ha)	N habitants
1	7.46	2447
2	7.23	2710
3	12.4	4648
4	12.99	4870
5	13.19	5563
6	20.91	7839
7	25.12	10594
8	27.28	11505
9	15.28	5012

III.12 Conclusion

Ce chapitre a été consacré à la détermination des paramètres de base tels que le coefficient de ruissellement des différentes natures de surface et également en fonction de la densité d'habitation de l'agglomération. Le découpage de la surface urbanisée en surfaces élémentaires a fait également l'objet d'une considération essentielle pour le dimensionnement des collecteurs appelés à drainer chaque surface élémentaire.

CHAPITRE IV

ESTIMATION DES DEBITS A EVACUER

CHAPITRE IV ESTIMATION DES DEBITS A EVACUER

IV.1 Introduction

Ce présent chapitre a pour but la quantification des débits des effluents de différentes natures provenant des différents types de consommateurs d'eaux formant l'agglomération. Cette quantification nous permet de déterminer le dimensionnement et les caractéristiques des collecteurs formant le système d'évacuation adopté pour ladite agglomération. La qualité de ces effluents est également importante pour le choix du type du matériau formant les collecteurs.

IV.2 Evaluation des débits des eaux usées

Les débits d'eaux usées à considérer dans une étude de réseau d'assainissement correspondent essentiellement à :

- l'estimation des débits de pointe futurs en vue de la détermination des sections des collecteurs formant le système d'évacuation.
- l'estimation des débits minimums pour pouvoir évaluer la capacité d'auto-curage dans les collecteurs.

IV.2.1 Origine et nature des eaux usées

Les eaux usées qui sont rejetées proviennent des foyers et des services publics. Ces eaux se composent des éléments suivants :

- Des matières en suspension, qui peuvent être décantables ou non décantables.
- Des matières colloïdales.
- Des matières dissoutes.

Nous distinguons : selon la nature des matières polluantes contenues dans l'effluent, quatre origines:

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

IV.2.1.1 Les eaux usées d'origine domestique

Les eaux usées se composent d'eaux ménagères et d'eaux vannes. Les eaux ménagères regroupent les eaux utilisées pour la vaisselle, le lavage, le bain et la douche. Les eaux vannes provenant des sanitaires.

Quantité à évacuer

La quantité des eaux à évacuer est déterminée à partir des normes de consommation d'eau potable, qui à leur tour dépendent des éléments suivants :

- Évaluation de la consommation d'eau potable future en fonction de l'horizon de calcul.
- Facteurs influençant la quantification actuelle ou prévisible de la consommation d'eau potable :
 - ✓ Type de logements et leur niveau de confort.
 - ✓ Approvisionnement en eau potable.
 - ✓ Conditions climatiques.
- Prise en compte globale des eaux publiques et industrielles : Cela implique une estimation globale des eaux provenant des sources publiques et industrielles, réalisée de manière forfaitaire.

IV.2.1.2 Les eaux usées des services publics

Les eaux usées provenant des services publics sont principalement issues du lavage des espaces publics. Elles sont collectées par les dispositifs de collecte des eaux pluviales, sauf dans le cas d'un système unitaire. Les autres besoins en eau des services publics seront pris en compte conjointement avec les besoins domestiques.

IV.2.1.3 Les eaux usées industrielles

Les eaux proviennent de diverses usines et contiennent des substances chimiques, certaines étant toxiques, telles que des acides et des bases.

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

1. La nature de l'industrie, qu'il s'agisse de fabrications ou de transformations.
2. Le procédé de fabrication utilisé.
3. Le taux de recyclage effectivement réalisé.

Avant d'être collectées dans le réseau d'assainissement, ces eaux doivent être traitées.

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

Pour estimer la quantité quotidienne des eaux usées à évacuer, il est nécessaire de se baser sur la consommation d'eau par habitant. La quantité des rejets à évacuer dépendra du type d'agglomérations ainsi que du mode d'occupation du sol. En général, plus l'agglomération est urbanisée, plus la proportion d'eau rejetée est élevée.

De manière générale, les débits seront estimés en se basant sur une proportion équivalente à quatre-vingts pourcent (80%) de la consommation d'eau potable. Cette évaluation vise à déterminer les débits suivants :

1. Le débit de pointe, qui est utilisé pour dimensionner les collecteurs d'eaux usées du réseau unitaire.
2. Le débit minimum, qui permet d'évaluer la capacité d'auto-curage.

IV.3.1 Estimation des débits d'eaux usées domestiques

Pour calculer les débits d'eaux usées domestiques, il est nécessaire de déterminer la consommation moyenne journalière, qui est obtenue en multipliant la dotation moyenne journalière par le nombre de consommateurs.

La consommation en eau potable d'une agglomération dépend de plusieurs paramètres, notamment :

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

Ces facteurs jouent un rôle crucial dans la détermination de la quantité d'eau nécessaire pour répondre aux besoins de l'agglomération en termes d'alimentation en eau potable.

Pour le cas de notre agglomération, la dotation moyenne journalière choisie est de 200 l/j/hab.

IV.3.1.1 Evaluation du débit moyen journalier

Débit moyen journalier consommé (l/j) : $Q_{\text{moy } j} = \text{Dot} * N$

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

$$Q_{\text{moy rej, } j} = (\text{Crej. Dot. } N) / 86400(1 / s) \quad (\text{IV.1})$$

Avec:

$Q_{\text{moy rej j}}$: débit moyen rejeté quotidiennement en (l/s).

$Crej$: coefficient de rejet pris égal à 80% de la quantité d'eau potable moyenne consommée.

Dot : dotation journalière prise égale à 200 l/j hab pour l'horizon 2053

N : nombre d'habitants à l'horizon d'étude (hab) pour L'horizon 2053

IV.3.1.2 Evaluation du débit de pointe

Comme la consommation, le rejet des eaux usées est aussi variable dans la journée, d'où on est appelé à déterminer le débit de pointe comme suit :

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

Avec :

Q_{pte} : débit de pointe.

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

K_p : coefficient de pointe, Ce coefficient de pointe peut être :

- Calculé à partir du débit moyen journalier :

$$K_p = 1.5 + \frac{2.5}{\sqrt{Q_{\text{moy j}}}} \quad \text{si } Q_{\text{moy j}} \geq 2.8 \text{ l/s} \quad (\text{IV.3})$$

$$K_p = 3 \quad \text{si } Q_{\text{moy j}} < 2.8 \text{ l/s} \quad (\text{IV.4})$$

Tableau IV.1: Détermination des débits de pointe d'eaux usées domestiques

surface élémentaire	N(habitant)	Dot (l/j/hab)	Q _{moy} cons(l/s)	C rej	O _{mov} ^{dom. rejeté} (l/s)	K _p	O _{nte} ^{dom rejeté} (l/s)
1	2447	200	5.66	0.8	4.53	2.67	12.12
2	2710	200	6.27	0.8	5.02	2.62	13.13
3	4648	200	10.76	0.8	8.61	2.35	20.25
4	4870	200	11.27	0.8	9.02	2.33	21.03
5	5563	200	12.88	0.8	10.30	2.28	23.48
6	7839	200	18.14	0.8	14.52	2.16	31.30
7	10594	200	24.52	0.8	19.62	2.06	40.50
8	11505	200	26.63	0.8	21.31	2.04	43.50
9	5012	200	11.60	0.8	9.28	2.32	21.54

IV.3.2 Estimation des débits des eaux usées des équipements

Les équipements publics, tels que les équipements éducatifs, sanitaires, administratifs, commerciaux et autres services d'utilité publique, regroupent une variété de services différents. L'évaluation de ces équipements se fait en fonction du nombre de personnes fréquentant l'endroit et des ressources nécessaires pour chaque activité.

L'évaluation de ces débits se fait de manière similaire à celle des eaux domestiques, en se basant sur la consommation d'eau potable spécifique à chaque type d'utilisateur.

IV.3.2.1 Débit moyen journalier

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

$$Q_{moy, j}^{éq} = (C_{rej} \times Déq \times Nu) / 86400 \text{ (l/s)} \quad (\text{IV.5})$$

Avec :

Q_{moy, j}^{éq} : Débit moyen journalier des eaux usées publiques en (L/s).

Nu : Nombre des usagers (des unités), forment la catégorie de consommation.

Déq : Dotation moyen de la consommation journalière d'eau potable (L/j/unité) ;

IV.3.2.2 Débit de pointe

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

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

Avec :

$Q_{pt}^{éq}$: Débit de pointe des eaux usées publiques (L/s).

Les débits des eaux usées des équipements publics à évacuer sont illustrés dans le tableau suivant :

Notation : Nombre des usagers (des unités), Dotation(Deq) récupérées au niveau de la **DRE**.

Tableau IV.2: Débits des eaux usées des équipements publics pour chaque surface élémentaires

Surface élémentaire	Équipements	unité	Nombre unité	D eq (l/j/unité)	Q _{moy} ^{éq} (l/j)	Q _{moy} ^{éq} (l/s)	Kp	Q _{pt} ^{éq} (l/s)	Q _{pt} ^{éq} total (l/s)
1	Parc communal	m2	3000	10	30000	0.278	3	0.83	0.83
2	Police	personnes	50	15	750	0.007	3	0.02	0.02
3	Mosquée	Fidèle	250	20	5000	0.046	3	0.14	0.18
	Ecole primaire	Elève	150	10	1500	0.014	3	0.04	
4	Hôtel	chambre	60	200	12000	0.111	3	0.33	0.57
	Protection civil	personnes	40	15	600	0.006	3	0.02	
	Ecole primaire	Elève	150	10	1500	0.014	3	0.04	
	ONID	Fonctionnaire	25	15	375	0.003	3	0.01	
	Polyclinique	lit	100	30	3000	0.028	3	0.08	
5	CEM	Elève	300	10	3000	0.028	3	0.08	0.16
	Ecole primaire	Elève	200	10	2000	0.019	3	0.06	
	APC	Fonctionnaire	40	15	600	0.006	3	0.02	
6	DAIRA	Fonctionnaire	35	15	525	0.005	3	0.01	0.69
	Inspections des impôts	Fonctionnaire	35	15	525	0.005	3	0.01	
	CEM	Elève	250	10	2500	0.023	3	0.07	
	Subdivision hydraulique	Fonctionnaire	25	15	375	0.003	3	0.01	
	Brigade de Gendarmerie	personnes	80	180	14400	0.133	3	0.40	

	CANS	Fonctionnaire	35	15	525	0.005	3	0.01	
	Ecole primaire	Elève	250	10	2500	0.023	3	0.07	
	Lycée	Elève	300	10	3000	0.028	3	0.08	
	PTT	Fonctionnaire	40	15	600	0.006	3	0.02	
7	Ecole primaire	Elève	150	10	1500	0.014	3	0.04	4.74
	CEM	Elève	250	10	2500	0.023	3	0.07	
	Mosquée	Fidèle	300	20	6000	0.056	3	0.17	
	Lycée	Elève	250	10	2500	0.023	3	0.07	
	CFPA	personnes	150	15	2250	0.021	3	0.06	
	Stade	m2	15600	10	156000	1.444	3	4.33	
8	Ecole primaire	Elève	150	10	1500	0.014	3	0.04	0.08
	Travaux public	Fonctionnaire	35	15	525	0.005	3	0.01	
	Centre de santé	lit	10	30	300	0.003	3	0.01	
	Salles des sports	sportif	25	20	500	0.005	3	0.01	
9	/		0	0	0	0.000	3	0	0

IV.3.3 Estimation des débits des eaux parasites

L'intrusion de ces eaux dans les collecteurs d'assainissement est inévitable quel que soit leur état. La détermination quantitative de ces eaux est pratiquement difficile. Néanmoins afin d'en tenir compte une estimation de l'ordre de 0,15 l/s/ha sera prise en compte dans nos calculs.

D'une façon plus approchée, nous pouvons écrire :

$$Q_{\text{par}} = A_i * D_p \quad (\text{IV.7})$$

Q_{par} : Débits des eaux parasites (l/s).

D_p : Quantité d'infiltration après une chute de pluie (l/s/ha).

A_i : Surface élémentaire (ha).

Tableau IV.3 : Débits des eaux parasites

surface élémentaire	A_i : surface (ha)	D_p (l/s/ha)	Parasite(l/s)
1	7.46	0.15	1.12
2	7.23	0.15	1.08
3	12.4	0.15	1.86
4	12.99	0.15	1.95
5	13.19	0.15	1.98
6	20.91	0.15	3.14
7	25.12	0.15	3.77
8	27.28	0.15	4.09
9	15.28	0.15	2.29

IV.3.3 Estimation des débits des eaux industrielles

L'unité Hydro-Canal d'Oued-Fodda qui dépend de l'Entreprise publique économique de canalisations hydrauliques(EPECH)son superficie 5.79ha spécialisée dans la production de tuyaux en béton armé précontraint destinés à l'adduction en eau potable ainsi que des canaux en béton armé utilisées dans l'irrigation, ils contiennent. Cette entreprise est active dans le secteur industriel suivantes vente en gros de produits chimiques.

$$Q_{\text{ind}}(\text{l/s}) = \text{quantité d'eau usée rejetée (m}^3/\text{j/ha)} * \text{surface(ha)} \quad (\text{IV.8})$$

$$Q_{\text{ind}}(\text{l/s}) = 250 * (1000 / (24 * 3600)) * 5.79 = 16.75 \text{ l/s}$$

$$Q_{\text{ind}}(\text{l/s}) = 16.75 \text{ l/s}$$

Elle est située au sein de l'agglomération du projet, sur la surface élémentaire 8.

IV.3.5 Débits totaux des eaux usées à évacuer

Les débits totaux des eaux usées à évacuer sont illustrés dans le tableau IV.4 suivant :

$$Q_{\text{usée total}} (\text{l/s}) = Q_{\text{pte}^{\text{dom}} \text{ total}} + Q_{\text{pt}^{\text{éq}} \text{ total}} + Q_{\text{ind}} + Q_{\text{par}} \quad (\text{IV.9})$$

Tableau IV.4 : Débits totaux des eaux usées à évacuer

Surface élémentaire	$Q_{\text{pte}^{\text{dom}} \text{ total}}$ (l/s)	$Q_{\text{pt}^{\text{éq}} \text{ total}}$ (l/s)	Q_{par} (l/s)	Q_{ind} (l/s)	$Q_{\text{usée total}}$ (l/s)	$Q_{\text{usée total}}$ (m ³ /s)
1	16.40	15.56	1.12	0	33.08	0.033
2	13.84	13.82	1.08	0	28.75	0.029
3	19.33	19.15	1.86	0	40.34	0.040
4	25.04	24.47	1.95	0	51.45	0.051
5	22.63	22.48	1.98	0	47.08	0.047
6	33.77	33.08	3.14	0	69.99	0.070
7	38.20	33.46	3.63	0	75.30	0.075
8	42.82	42.74	4.23	16.75	106.54	0.107
9	22.73	0.00	2.29	0	25.02	0.025

IV.4 Evaluation des débits des eaux pluviales

Pour réaliser une étude sur un système d'assainissement, il est nécessaire de déterminer les débits d'eau pluviale. Les débits d'eau pluviale doivent être calculés en se basant sur une précipitation qui se produit en moyenne tous les dix ans et d'une durée de 15 minutes. Ceci est important car ces eaux doivent être collectées dans les canalisations d'évacuation afin d'éviter les débordements et les inondations.

Lorsqu'il pleut, seul le volume d'eau qui s'écoule sur les surfaces est pris en compte pour concevoir une structure spécifique chargée d'évacuer ce débit d'eau provenant de la zone spécifique considérée.

En fonction de la taille de la zone concernée et de son degré d'urbanisation, nous utilisons généralement deux méthodes couramment utilisées pour évaluer le débit d'eau pluviale :

1. La méthode rationnelle.
2. La méthode superficielle.

IV.4.1 Méthode rationnelle

La méthode rationnelle est utilisée pour estimer le débit en découpant le bassin versant en secteurs délimités par des lignes isochrones. Cette méthode a été découverte en 1889, mais elle a été généralisée en 1906. Elle est également connue sous le nom de méthode de LLOYD DAVIS. Son principe consiste à évaluer, au fur et à mesure du calcul, les temps de concentration aux différents points caractéristiques du réseau. Elle est généralement utilisée pour des surfaces limitées, souvent inférieures à dix hectares. Les résultats sont encore meilleurs pour des surfaces plus petites en raison de l'estimation précise du coefficient de ruissellement.

La méthode rationnelle permet d'estimer les débits pluviaux résultant d'une averse d'intensité moyenne "I", supposée constante pendant toute la durée de la pluie, sur des surfaces d'influence d'une superficie "A", caractérisées par un coefficient de ruissellement "Cr".

La formule originale de la méthode rationnelle s'exprime ainsi :

$$Q_p = C_r * I * A \quad (IV.10)$$

Il est cependant important de prendre en compte la non-uniformité de l'intensité de la pluie (c'est-à-dire que l'averse a un point central et se diffuse dans l'espace). Pour cela, il convient d'appliquer un coefficient de répartition de la pluie, noté "α".

La formule de la méthode rationnelle, en prenant en compte ce coefficient, s'exprime ainsi :

$$Q_p = \alpha * C_r * I * A \quad (IV.11)$$

Où :

Q_p : Débit à évacuer (en litres par seconde).

C_r : Coefficient de ruissellement pondéré.

I : Intensité moyenne de précipitation (en litres par seconde par hectare).

A : Surface (en hectares).

α : Coefficient correcteur de l'intensité prenant en compte la distribution de la pluie dans l'espace, dont la détermination dépend de la forme du bassin.

Le débit déterminé est proportionnel à l'intensité moyenne maximale, au coefficient de ruissellement et à la surface concernée.

IV.4.1.1 Les hypothèses de la méthode rationnelle

La méthode rationnelle repose sur trois hypothèses principales :

1. Le débit de pointe Q_p est mesuré à l'exutoire uniquement si la durée de l'averse est supérieure au temps de concentration de la surface totale.
2. Le débit Q_p est proportionnel à l'intensité moyenne maximale sur une durée égale au temps de concentration de la surface totale.
3. L'intensité I et le débit Q qui en résulte ont la même période de retour. Cela suppose donc que le coefficient de ruissellement est constant.

IV.4.1.2 Validité de la méthode rationnelle

La méthode rationnelle est adaptée aux surfaces restreintes, généralement inférieures à 10 hectares. Dans ces cas, les résultats sont plus fiables car le coefficient de ruissellement peut être estimé avec précision. De plus, cette méthode est applicable aux zones où le temps de concentration ne dépasse pas 30 minutes.

Cependant, la méthode rationnelle n'est pas adaptée aux zones étendues, car les calculs deviendraient fastidieux et complexes. Elle est donc principalement utilisée pour les surfaces plus petites où elle offre une solution pratique et fiable.

IV.4.1.3 Critique de la méthode rationnelle

- ✓ Le bassin est divisé en surfaces élémentaires.
- ✓ Le coefficient de ruissellement reste stable sur tout le bassin tout au long de l'averse.
- ✓ La méthode rationnelle ne prend pas en compte l'impact de l'eau de ruissellement sur les surfaces élémentaires.
- ✓ La distribution spatiale de la pluie (variation de l'intensité) n'est pas prise en compte et l'estimation du temps de concentration est souvent ardue.

IV.4.1.4 Temps de concentration

Le temps de concentration d'un bassin est défini comme étant le temps mis par la pluie tombée au point le plus éloigné jusqu'à son arrivée à l'exutoire de la surface urbanisée.

$$T_c = t_1 + t_2 + t_3 \quad (\text{IV.12})$$

Où :

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

$$t_1 = \frac{L}{60 V} = \frac{\text{Longueur}}{\text{Vitesse}} [\text{min}] \quad (\text{IV.13})$$

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

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

$$t_3 = \frac{L}{11\sqrt{I}} \text{ [min]} \quad (\text{IV})$$

Avec :

I : La pente du terrain (%)

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

➤ Trois cas peuvent être envisagés :

La surface ne comporte pas de canalisation : $t_c = t_3$;

Le bassin comporte un parcours superficiel, puis une canalisation : $t_c = t_1 + t_3$;

La surface est urbanisée et comporte une canalisation : $t_c = t_1 + t_2$.

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

$$t_c = 3,98 \left[\frac{L}{\sqrt{I}} \right]^{0,77} \text{ [min]} \quad (\text{IV.15})$$

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

I : la pente du terrain (%)

IV.4.1.5 Coefficient réducteur de l'intensité

En réalité, la répartition d'une pluie au niveau d'une surface est irrégulière surtout pour les pluies de courte durée et de forte intensité. Pour en tenir compte, on doit ajouter un paramètre de correction pour chaque surface élémentaire ; c'est un coefficient réducteur de l'intensité : $\alpha \leq 1$.

➤ **En fonction de la forme du bassin (des relations empiriques)**

Ce coefficient peut être déterminé d'après une loi de répartition de pluie :

1. Pour des bassins longs (rectangles étroits,) :

$$\alpha = 1 - 0.006 \times \sqrt{(d/2)} \quad (\text{IV.16})$$

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

$$\alpha = 1 - 0.005 \times \sqrt{(d/2)} \quad (\text{IV.17})$$

Avec ; d: longueur du milieu de surface élémentaire(m).

➤ En fonction de la nature des pluies

En réalité la répartition d'une pluie au niveau d'un bassin est irrégulière surtout pour les pluies courtes de forte intensité, ceci en fonction de la nature des nuages, vents...pour en tenir compte nous affectons l'intensité d'un coefficient réducteur $\alpha < 1$

Le point «P» de la surface se trouve en amont du collecteur 1-2 intéressé par le calcul. P-2, est la distance du point «2 » situé à l'amont du tronçon d'égout étudié au point « n » du bassin considéré. (Annexe N°2)

IV.5 Choix de la méthode

Nous avons choisi la méthode rationnelle pour l'évaluation des débits pluviaux, car les conditions de validité de celle-ci sont respectées sur tous les surfaces élémentaires.

IV.6 Calcul des débits pluviaux

Vu que la majorité des surfaces élémentaires sont supérieures à 10ha, les valeurs du coefficient « α » seront calculées.

- Les résultats de calcul des débits pluviaux pour chaque surface élémentaire ont reporté respectivement dans le tableau suivant :

Tableau IV.5 : Débits pluviaux de chaque surface élémentaire à évacuer

Surface élémentaire	surface (ha)	Crpi	l(l/s/ha)	α	Q pl(l/s)	Qpl(m3/s)
1	7.46	0.9	113.36	1	761.10	0.761
2	7.23	0.8	113.36	1	655.67	0.656
3	12.4	0.7	113.36	0.85	836.37	0.836
4	12.99	0.9	113.36	0.87	1153.00	1.153
5	13.19	0.8	113.36	0.85	1016.75	1.017
6	20.91	0.8	113.36	0.86	1630.81	1.631
7	24.22	0.7	113.36	0.88	1691.28	1.691
8	28.18	0.8	113.36	0.87	2223.36	2.223
9	15.28	0.7	113.36	0.74	897.25	0.897

IV.7 Débits totaux de chaque surface élémentaire à évacuer

Tableau IV.6 : Débits totaux de chaque surface élémentaire à évacuer

surface élémentaire	surface (ha)	débit usée total(l/s)	Q pl(l/s)	Qtot(l/s)	Qtot (m3/s)
1	7.46	33.08	761.10	794.18	0.794
2	7.23	28.75	655.67	684.42	0.684
3	12.4	40.34	836.37	876.71	0.877
4	12.99	51.45	1153.00	1204.46	1.204
5	13.19	47.08	1016.75	1063.83	1.064
6	20.91	69.99	1630.81	1700.80	1.701
7	24.22	75.30	1691.28	1766.57	1.767
8	28.18	107.75	2223.36	2331.11	2.331
9	15.28	25.02	897.25	922.27	0.922

IV.8 Conclusion

En conclusion, le chapitre d'évaluation des débits a été essentiel pour notre étude. Nous avons effectué des calculs détaillés des débits de rejet provenant des différents consommateurs présents dans notre agglomération, en prenant en compte les aspects domestiques, les équipements, l'industrie ainsi que les eaux pluviales. En divisant notre agglomération en neuf surfaces élémentaires avec des coefficients de ruissellement spécifiques, nous avons pu obtenir des données estimées pour chaque surface.

Ces calculs hydrauliques nous ont permis de mieux comprendre la dynamique des flux d'eau dans notre réseau. Grâce à ces informations, nous serons en mesure de dimensionner de manière adéquate notre réseau et de planifier les ouvrages annexes nécessaires. Cette approche nous permettra d'optimiser la gestion des eaux usées, de réduire les risques d'inondation et de garantir un fonctionnement efficace de notre système de collecte et de traitement des eaux.

En somme, ce chapitre constitue une étape cruciale dans notre démarche, nous fournissant les données nécessaires pour une prise de décision éclairée dans la conception et la gestion de notre réseau hydraulique.

CHAPITRE V

DIMENSIONNEMENT DU RÉSEAU D'ASSAINISSEMENT ET DES OUVRAGES ANNEXES

CHAPITRE V DIMENSIONNEMENT DU RÉSEAU D'ASSAINISSEMENT ET DES OUVRAGES ANNEXES

V.1 Introduction

Dans le contexte de l'assainissement, le dimensionnement du réseau d'assainissement de type unitaire doit être réalisé de manière à faciliter, autant que possible, l'évacuation des sables entraînés par les débits pluviaux afin d'éviter leur accumulation et les dépôts, tout en préservant l'intégrité de la paroi de la conduite pour éviter toute érosion.

Le calcul hydraulique du réseau d'assainissement intervient après l'évaluation des différents débits à évacuer dans le système. Ce calcul hydraulique doit se conformer à certaines normes d'écoulement et aux conditions d'implantation des réseaux d'assainissement. L'implantation en profondeur doit être réalisée de manière à assurer une résistance mécanique adéquate face aux charges extérieures, tout en optimisant le tracé du réseau.

Dans ce chapitre, nous abordons le dimensionnement et la conception du réseau d'assainissement de type unitaire, tout en définissant les ouvrages annexes qui composent le système d'assainissement adopté, tels que les bouches d'égout, les regards, les déversoirs d'orage, etc.

V.2 Condition d'écoulement et de dimensionnement

Étant donné que notre réseau fonctionne selon un système gravitaire avec un écoulement uniforme et des surfaces libres, il est essentiel que l'écoulement respecte certains critères pour garantir un hydraulique efficace, notamment en termes d'auto-curage. Pour assurer l'auto-curage, nous devons tenir compte des points suivants :

- a) Une vitesse minimale de 0.6 m/s est nécessaire pour le débit équivalent à 1/10 de la pleine section.
- b) Une vitesse de 0.3 m/s est requise pour le débit équivalent à 1/100 de la pleine section.
- c) Pour prévenir toute dégradation des parois de la canalisation due à l'érosion, il est fortement déconseillé de dépasser une vitesse d'écoulement de 5 m/s.

En respectant ces critères, nous assurerons un bon fonctionnement hydraulique de notre réseau.

V.3 Dimensionnement du réseau d'assainissement

En ayant connaissance des débits nécessitant d'être évacués à chaque point ainsi que de la pente du tracé, la sélection des dimensions des sections découlera de l'équation d'écoulement choisie. Cependant, il est important de noter que, sauf pour les ouvrages de très grande envergure, les dimensions des conduites varient de façon discrète en raison des diamètres courants de fabrication. Cela aboutira souvent à une capacité d'écoulement additionnelle résultant de cette variation.

V.3.1 Débit

Suite à l'évaluation du débit total pour chaque surface élémentaire (comme expliqué dans le chapitre IV), nous procéderons à sa répartition proportionnelle en fonction de l'extension du réseau pour chaque canalisation.

V.3.1.1 Calcul du débit pour chaque surface élémentaire

Le débit unitaire est donné par la formule suivant

Avec:
$$Q_{\text{moy uni}} = Q_t / \sum L \quad (\text{V.1})$$

Q_{moy uni}: Débit moyen unitaire en (l/s/ml)

Q_t: Débit total rejeté par chaque surface élémentaire en (l/s).

L: Longueurs de tronçon de chaque surface élémentaire en (ml)

V.3.1.2 Calcul du débit pour chaque tronçon

Le débit de route est donné par la formule suivante:

$$Q_{\text{tronçon}} = Q_{\text{moy uni}} * L \quad (\text{V.2})$$

Avec:

Q_{moy t}: Débit moyen de chaque tronçon en (l/s).

Q_{moy uni}: Débit moyen unitaire (l/s/m).

L: Longueur du tronçon en (m).

V.4 Mode de Calcul

En général, les canalisations d'égouts conçues pour un débit en pleine section (Q_{ps}) ne parviennent généralement pas à débiter les quantités d'eau prévues lors de leur calcul. Pour estimer le débit (Q_{ps}) et la vitesse (V_{ps}) réels d'une conduite entièrement remplie en utilisant l'abaque du réseau pluvial en système unitaire ou séparatif, on se

base sur des valeurs spécifiées pour les pentes et les diamètres normalisés. Voici les paramètres clés :

- La perte de charge engendrée correspond à une énergie potentielle égale à la différence d'altitude entre le plan d'eau en amont et en aval.
- Périmètre mouillé (P) : il s'agit de la longueur du périmètre de la conduite qui entre en contact avec l'eau.
- Section mouillée (S) : correspond à la section transversale de la conduite occupée par l'eau (exprimée en m²).
- Rayon hydraulique (Rh) : c'est le rapport entre la section mouillée et le périmètre mouillé (exprimé en m).
- Vitesse moyenne (v) : représentant le rapport entre le débit volumique (exprimé en m³/s) et la section mouillée (exprimée en m²).

Cependant, dans la réalité, le débit effectif est souvent inférieur à Q_{ps}, et les canalisations d'égouts fonctionnent la plupart du temps avec des quantités d'eau moins importantes que celles pour lesquelles elles ont été conçues.

V.4.1 Méthodologie de dimensionnement

1/Détermination du débit

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

$$Q = V * S \quad (\text{V.3})$$

Où :

Q : débit en m³/s

S : section mouillée

V : vitesse d'écoulement en m/s

Pour le dimensionnement de notre réseau, nous utilisons la formule de Manning qui permet de calculer la vitesse :

$$V = K_s \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot I^{\frac{1}{2}} \quad (\text{V.4})$$

Où : I : la pente hydraulique entre deux regards en m/m

R : le rayon hydraulique

Pour calculer la vitesse à pleine section est :

$$R = \frac{S}{P} = \frac{\pi D_{\text{nor}}^2}{4\pi D_{\text{nor}}} = \frac{D_{\text{nor}}}{4} \quad (\text{V.5})$$

Ks : le coefficient de rugosité, qui dépend de la nature des parois.

Tableau V-1: coefficient de rugosité de Strickler pour divers types de matériaux

Nature des parois	coefficient de rugosité Strickler Ks
Fossé à parois en herbe	30
Fossé à parois en terre	40
Canal en maçonnerie	60
Conduite en béton	75
Conduite en fibre-ciment	80
Conduite en fonte ou en grés	90
Conduite en PVC	90
Conduite en PEHD Annelé	100

- ✓ Pour notre réseau d'assainissement, Les collecteurs utilisés sont En PEHD Annelé (φ315, 400, 500,630 mm) et en CAO (φ 800...1800mm).

2/Détermination du diamètre

Le calcul du diamètre s'effectue de la manière suivante :

$$D_{\text{cal}} = \left(\frac{3.2036 \times Q_t}{K_s \times \sqrt{I}} \right)^{\frac{3}{8}} \quad (\text{V.6})$$

Ce diamètre sera normalisé

Où :

Dcal: Diamètre calculé de la conduite en (m).

Qt : Débit total de chaque tronçon en (m³/s).

$$Q_t = Q_{eu} + Q_{pl} \quad (\text{V.7})$$

Dans cette formule :

Q_{eu}: Débit d'eau usée total (m³/s)

Q_{pl} : Débit d'eau pluviale (m³/s)

I : Pente hydraulique de chaque tronçon en (m/m).

K_s: Coefficient de rugosité (ou de Strickler).

3/Fixer le diamètre normalisé de la conduite (D_{nor})

Se fait en respectant les règles de normalisation suivantes Basé sur le diamètre calculé (Dcal)

1. Si $D_{cal} \leq 300$, alors $D_{nor} = 300$.
2. Si $300 < D_{cal} \leq 400$, alors $D_{nor} = 400$.
3. Si $400 < D_{cal} \leq 500$, alors $D_{nor} = 500$.
4. Si $500 < D_{cal} \leq 600$, alors $D_{nor} = 600$.
5. Si $600 < D_{cal} \leq 800$, alors $D_{nor} = 800$.
6. Si $800 < D_{cal} \leq 1000$, alors $D_{nor} = 1000$.
7. Si $1000 < D_{cal} \leq 1200$, alors $D_{nor} = 1200$.
8. Si $1200 < D_{cal} \leq 1500$, alors $D_{nor} = 1500$.
9. Si $1500 < D_{cal} \leq 1800$, alors $D_{nor} = 1800$.
10. Si $1800 < D_{cal} \leq 2000$, alors $D_{nor} = 2000$.
11. Si $D_{cal} > 2000$, alors il est nécessaire de doubler les conduites.

4/Détermination du débit pleine section

Après le calcul de vitesse de pleine section, il nous reste seulement le calcul de débit de pleine section, en utilisant la formule suivante :

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

Avec

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

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

Q_{ps} : Débit à pleine section (m^3/s).

5/La vitesse à pleine section sera donc :

$$V_{ps} = K_s \cdot \left(\frac{D_{nor}}{4}\right)^{\frac{2}{3}} \cdot I^{1/2} \quad (\text{V.9})$$

La vitesse moyenne et la hauteur de remplissage dans la conduite sont obtenues à partir des paramètres hydrauliques suivantes :

✓ **Les paramètres hydrauliques :**

- Les rapports des débits: $R_Q = \frac{Q_t}{Q_{ps}} \quad ; \quad R_{Q_{min}} = \frac{Q_{usé}}{Q_{ps}} \quad (\text{V.10})$

- Les rapports des vitesses: $R_V = \frac{V}{V_{ps}} \quad ; \quad R_{V_{min}} = \frac{V_{min}}{V_{ps}} \quad (\text{V.11})$

- Les rapports des hauteurs: $R_H = \frac{H}{D_{nor}} \quad ; \quad R_{H_{min}} = \frac{H_{min}}{D_{nor}} \quad (\text{V.12})$

Q_t : Débit circulant dans la conduite circulaire (m^3/s).

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

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

Q_{ps} : Débit à pleine section (m^3/s).

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

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

6/Déterminer les vitesses réelles

$$V = R_V \cdot V_{ps} \quad (\text{V.13})$$

7/Déterminer la hauteur de remplissage

$$H = R_H \cdot D \quad (\text{V.14})$$

Constataion

Tous les collecteurs ont été dimensionnés en utilisant les abaques fournis en annexe, ainsi qu'une vérification à l'aide de la formule de Manning-Strickler. Pour

faciliter ces calculs, nous utilisons un programme Excel qui intègre les formules mentionnées ci-dessus et prend en compte les données géométriques telles que les pentes, les longueurs, etc.

Les paramètres hydrauliques obtenus sont récapitulés dans **le Tableau N°1 et N°2** du document intitulé "Dimensionnement des Conduites et Paramètres Hydrauliques"
Tous les résultats de ces calculs sont répertoriés dans les tableaux de **l'Annexe N°6**.

V.5 Les ouvrages annexes

V.5.1 Généralité

Un réseau d'assainissement est constitué d'un ensemble d'organes interdépendants, chacun ayant un rôle complémentaire en fonction de sa fonction spécifique. Dans le domaine de l'assainissement, les éléments constitutifs d'un réseau d'égouts ont pour mission de remplir les objectifs suivants :

- Assurer une évacuation rapide et efficace des eaux de pluie sans stagnation ;
- Transporter les eaux usées susceptibles de causer des problèmes d'odeurs et de santé dans des conditions sanitaires favorables.

Afin d'assurer le bon fonctionnement de notre réseau, il est essentiel de dimensionner certains ouvrages indispensables.

Les ouvrages annexes jouent un rôle crucial dans l'exploitation rationnelle des réseaux d'égouts. Ils sont diversifiés et obéissent à une hiérarchie de fonctions, parmi lesquelles : la réception des effluents, la création de points d'accès facilitant l'entretien du réseau, ainsi que des éléments contribuant à l'optimisation des coûts et à la réduction des surdimensionnements.

Ces ouvrages annexes sont classés en deux groupes :

Les ouvrages normaux et les ouvrages spéciaux.

V.5.2 Les ouvrages normaux

Les ouvrages normaux comprennent les éléments essentiels fréquemment présents en amont ou le long des réseaux. Ils remplissent généralement la fonction de réception des effluents ou d'accès au réseau.

Ces ouvrages normaux sont classés en trois types distincts :

1. Les branchements : ils servent à connecter les propriétés ou les infrastructures au réseau principal.
2. Les ouvrages de surface et recueillis : ils sont conçus pour recevoir et recueillir les eaux usées ou les eaux de pluie, les dirigeant ensuite vers le réseau d'assainissement.
3. Les ouvrages d'accès au réseau (regards) : ils facilitent l'accès aux canalisations du réseau, permettant ainsi leur inspection, leur entretien et leur débouchage si nécessaire.

V.5.2.1 Les branchements

Ils jouent un rôle essentiel dans la collecte des eaux usées et des eaux pluviales des bâtiments. Un branchement se compose de trois éléments clés :

1. Un regard de façade, positionné en bordure de la voie publique et le plus près possible de la façade de la propriété raccordée. Cela permet un accès aisé pour le personnel chargé de l'exploitation et du contrôle du bon fonctionnement.
2. Des canalisations de branchement, de préférence reliées selon un angle incliné de 45° ou 60° par rapport à l'axe général du réseau public.
3. Les dispositifs de raccordement de la canalisation de branchement sont adaptés à la nature et aux dimensions du réseau public.

Le tracé de la conduite de branchement de service doit avoir une pente d'environ 3%, favorisant ainsi un écoulement avec rinçage interne de la conduite, de diamètre minimum de 200 mm

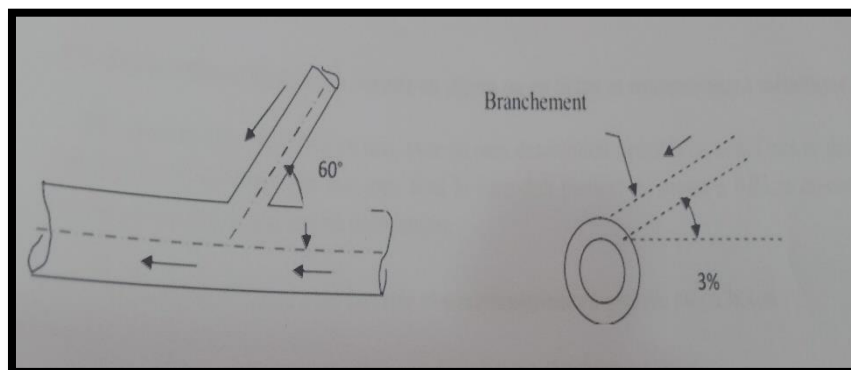


Figure VI-1 : point de raccordement avec inclination
source : polycopie Salah B ENSH

V.5.2.2 Les ouvrages de surface et recueillis

Les ouvrages de surface et recueillis ont pour rôle principal de collecter les eaux pluviales, et ils se divisent en deux catégories distinctes :

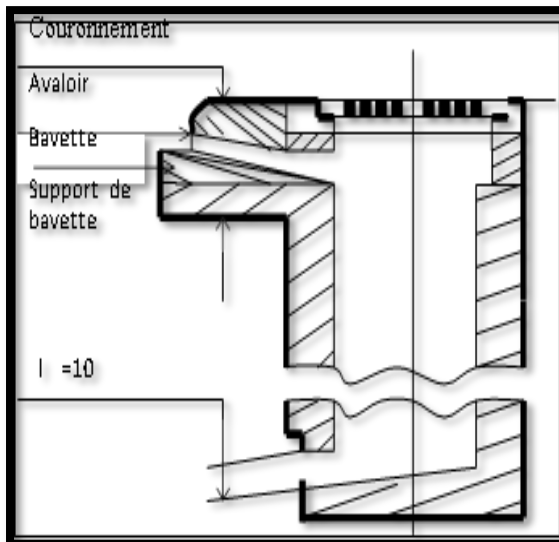
- Les ouvrages de collecte et de transport : les caniveaux ;
- Les ouvrages de collecte proprement dite, en tête et sur les cours du réseau principal: les bouches d'égout.

❖ Les caniveaux

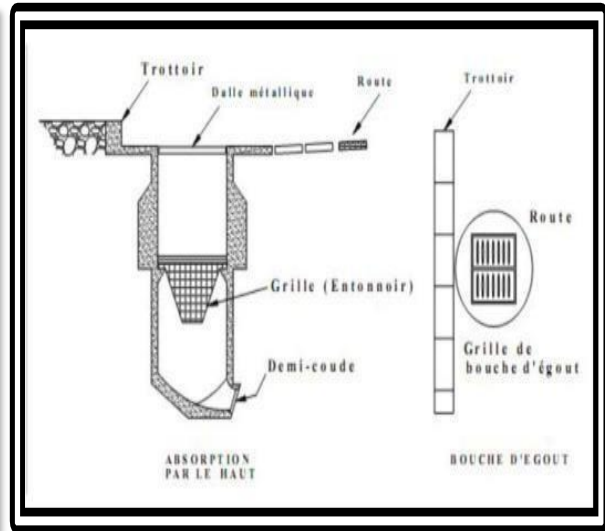
Les caniveaux ont pour objectif de recueillir les eaux pluviales qui ruissellent le long du profil transversal des chaussées et des trottoirs, puis de les acheminer vers les bouches d'égout.

❖ Les bouches d'égout

Les bouches d'égouts sont destinées à collecter les eaux en surface (pluviale et de l'eau lavage des chaussées). Elles sont généralement disposées au point bas des caniveaux, soit sur le trottoir (Absorption du coté latéral) soit dans la chaussée (Absorption par le haut). La distance entre les deux bouches d'égout est en moyenne de 50 m. la section d'entrée est en fonction de l'écartement entre les deux bouches afin d'absorber le flot d'orage venant de l'amont.
dans notre cas on va choisir



FigureV-2 : Exemple d'une bouche d'égout (absorption par le cote latéral).



FigureV-3 : Exemple d'une bouche d'égout (absorption par le haut)

Notation;Dans notre cas on va choisir d'une bouche d'égout(absorption par le haut)

V.5.2.3 Les ouvrages d'accès au réseau (regards)

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

V.5.2.3.1 Emplacement des regards

L'installation des regards doit être conforme à la forme du collecteur. L'emplacement et l'espacement entre deux regards dépendent de la topographie du site et de la nature des ouvrages. Un regard doit être installé sur les canalisations dans les cas suivants :

1. À tous les points de jonction.
2. Lors d'un changement de direction de la canalisation.
3. Lors d'un changement de pente des canaux.
4. Aux points de chute de l'eau.
5. Pour les canalisations plus petites et non praticables.
 - La distance entre deux regards est variable :
 - ✓ 35 à 50 m en terrain accidenté.
 - ✓ 50 à 80 m en terrain plat.

V.5.2.3.2 Fonctions

Dans le système d'assainissement, les regards remplissent quatre fonctions principales, à savoir :

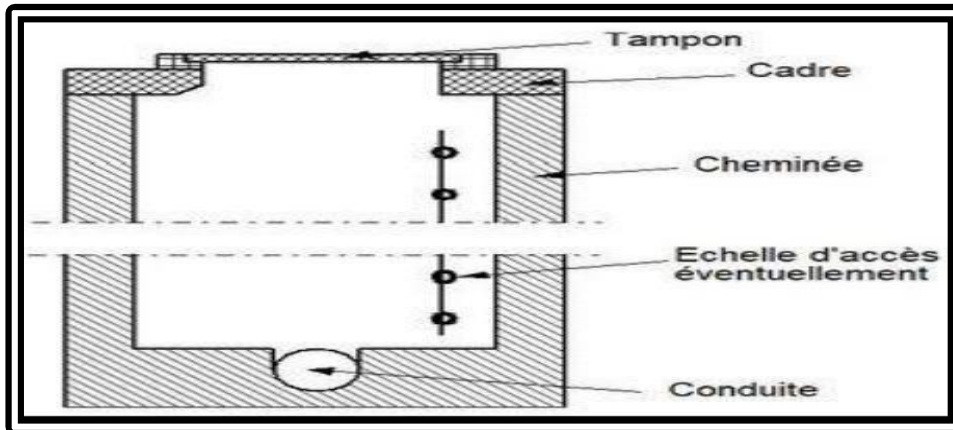
1. Remplacent des coudes de 90 degrés au niveau de la canalisation.
2. Faciliter l'insertion d'accessoires de nettoyage à tout moment.
3. Permettre le contrôle de toutes les parties constitutives du dispositif d'assainissement.
4. Assurer la surveillance et l'entretien de l'ensemble du système d'assainissement.
5. Assurent la ventilation de l'intérieur des collecteurs
6. Assurent le raccordement entre deux collecteurs de même diamètre ou non

V.5.2.3.3 Type de regards

On peut distinguer différents types de regards, à savoir :

1) Regard de visite

Ces regards sont conçus pour l'entretien régulier et le curage des canalisations, tout en assurant une bonne ventilation de celles-ci. Ils sont espacés à des intervalles de 35 à 80 mètres.



FigureV-4 : Exemple d'un regard visite

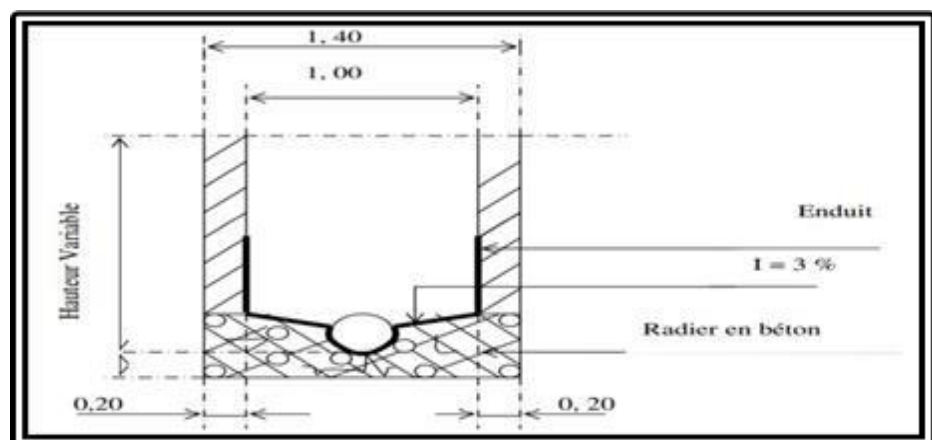
1) **Regard de ventilation**

La présence d'air dans les égouts est essentielle pour prévenir la fermentation et la production de sulfure d'hydrogène gazeux. La ventilation est assurée par :

- Des tampons munis d'orifices appropriés sur les regards.
- Des tuyaux de chute prolongés jusqu'à l'air libre.
- Des cheminées placées le long de l'axe de la canalisation.

2) **Les regards simples**

Ces regards sont utilisés pour raccorder des collecteurs ayant le même diamètre ou des diamètres



FigureV-5 : Exemple d'un regard simple différents.

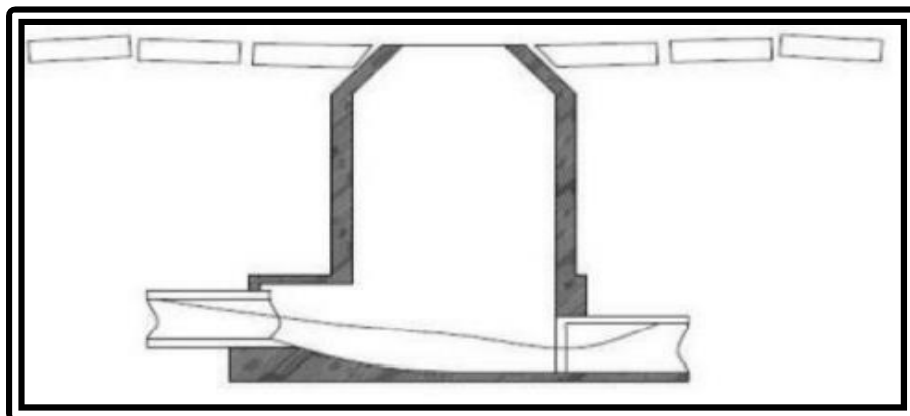
3) Les regards latéraux

Ces regards sont positionnés sur le côté par rapport à l'axe du collecteur, principalement lorsque le diamètre est important ou en présence d'encombrement dans la voirie et les réseaux divers (VRD).

4) Regard de jonction

Ces regards sont utilisés pour relier deux collecteurs de même ou de différentes sections. Ils sont construits de manière à garantir :

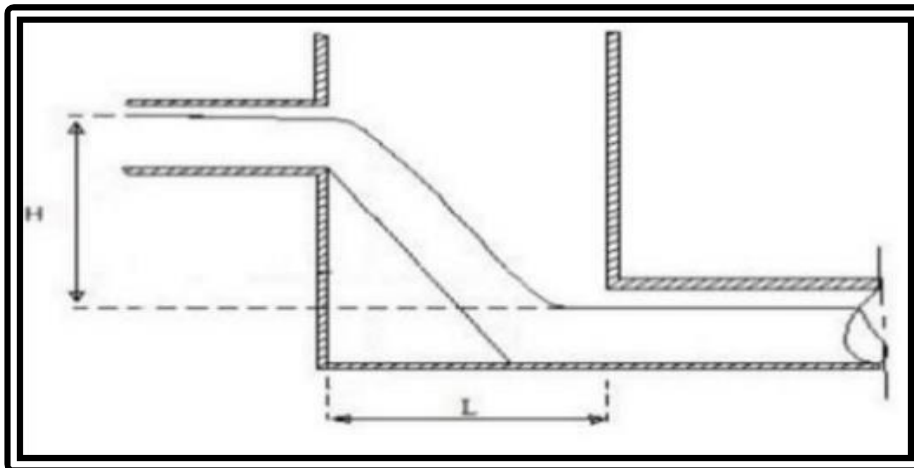
- Une bonne aération au niveau de la jonction.
- Des dénivelées entre les radiers des collecteurs.
- L'absence de reflux d'eau par temps sec.
- Des niveaux d'eau des conduites à la même hauteur.



FigureV-6: Exemple d'un regard jonction.

5) Regard de chute

Les regards de chute sont couramment utilisés en assainissement pour dissiper l'énergie en partie localisée, surtout lorsque le terrain d'une agglomération est accidenté.



FigureV-7: Exemple d'un regard de chute.

Notation:

Pour notre agglomération on utilisera des **regards de visite simples** également pour le raccordement des collecteurs de même ou différents diamètres et **regards de chute** avec un espacement qui facilite au période d'entretien les opérations de nettoyages.

V.6 Les ouvrages spéciaux

V.6.1 Les déversoirs d'orage

Les déversoirs d'orages ont pour fonction d'évacuer le débit supplémentaire transitant dans les collecteurs en cas d'orages, en dirigeant directement les eaux vers le milieu naturel. Étant donné que la station d'épuration ne peut traiter qu'un débit d'eau concentré équivalent à 3 à 4 fois le débit par temps sec, les déversoirs sont conçus pour décharger une quantité spécifique d'eau pluviale du réseau afin de maintenir une économie de dimensionnement du réseau aval.

Ces ouvrages jouent un rôle crucial, surtout dans la conception des réseaux en système unitaire. Ainsi, ils sont considérés comme des dispositifs de contrôle permettant de réguler hydrauliquement les effluents dans le réseau d'assainissement.

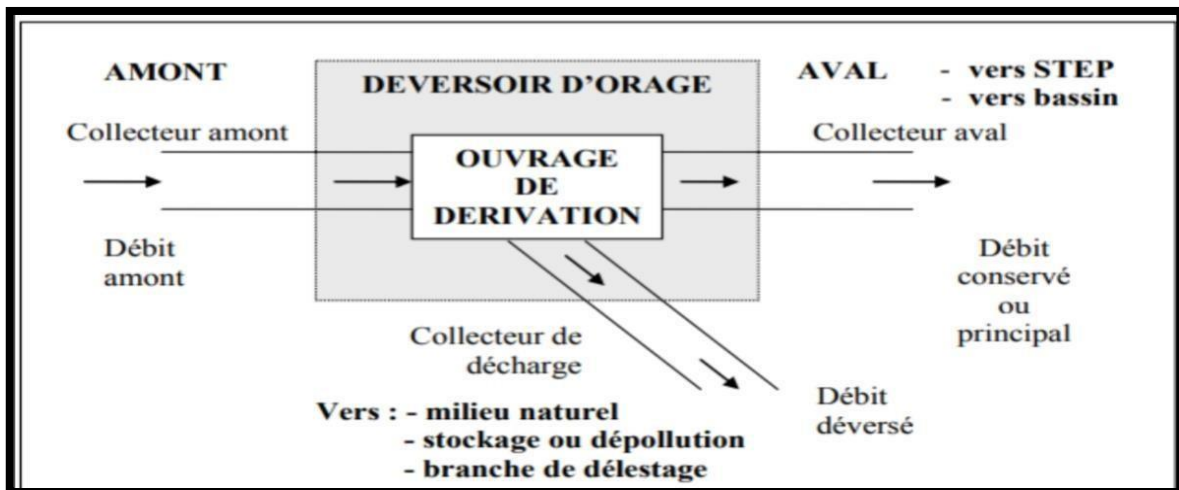


Figure V.8: Schéma de principe de fonctionnement du déversoir d'orage

V.6.2 Composition d'un déversoir d'orage

Dans toutes les configurations, un déversoir d'orage est composé des éléments suivants :

- Un ouvrage de dérivation.
- Un canal ou collecteur de décharge acheminant l'eau déversée vers un émissaire naturel, tel qu'un oued, y compris l'ouvrage de rejet lui-même au niveau de l'émissaire. Le déversoir d'orage est connecté de la manière suivante :
- À l'amont, il est relié au collecteur d'arrivée qui transporte les eaux unitaires.
- À l'aval, il est raccordé au collecteur de départ qui transporte les eaux destinées à être traitées par la station d'épuration.

L'ouvrage de dérivation peut être constitué d'un organe autre qu'un déversoir au sens hydraulique du terme. Le collecteur de décharge peut être de courte longueur, notamment dans le cas où les égouts longent l'exutoire. De plus, un ouvrage de stockage ou un bassin d'orage peut être ajouté à l'ouvrage de dérivation pour permettre une temporisation du débit, notamment lors du premier flot d'orage.

V.6.3 Emplacement des déversoirs d'orage

Avant de décider de l'emplacement des déversoirs d'orage, plusieurs facteurs doivent être pris en considération :

- Le milieu récepteur et son équilibre après le rejet des effluents. Il est essentiel d'évaluer le degré de dilution nécessaire en fonction du pouvoir auto-épurateur du milieu récepteur.
- La capacité et les surfaces des ouvrages récepteurs, tels que les bassins de décantation, afin de prévenir les surcharges et assurer un bon fonctionnement.
- Le régime d'écoulement du niveau d'eau dans la canalisation amont et aval.
- La topographie du site, y compris les variations des pentes, qui influencent le choix de l'emplacement optimal des déversoirs d'orage.

La prise en compte de ces éléments garantit une planification efficace de l'emplacement des déversoirs d'orage pour assurer une régulation hydraulique appropriée du système d'assainissement.

Notation :

Pour notre projet le déversoir d'orage est placée à l'amont de la STEP donc le déversoir d'orage est un ouvrage situé dans un réseau unitaire, entre le système de collecte des eaux usées et la station d'épuration. Son rôle est essentiel : il permet en cas de grosses averses d'éviter le débordement du réseau et la surcharge de la station d'épuration. En effet, celle-ci est limitée en capacité de traitement et de gros volumes d'eaux pluviales peuvent rapidement la submerger. Le déversoir d'orage permet ainsi d'évacuer ces excédents vers des plans d'eau de secours et de maintenir un flux stable dans les égouts.

V.6.4 Les fonctions des déversoirs d'orage

Quel que soit le type d'ouvrage, un déversoir d'orage doit remplir les fonctions de base suivantes :

1. Évacuer sans débordement ni turbulence le débit des eaux usées par temps sec.
2. Déverser le débit excédentaire dû aux pluies et aux orages sans perturber le réseau amont par des remous nuisibles et sans provoquer une surcharge excessive en débit dans le réseau aval.
3. Évacuer le débit critique sans débordement.
4. Assurer la répartition du flux polluant entre le milieu naturel et le collecteur aval.

5. Remplir la fonction de by-pass ou d'ouvrage d'échange : diriger les eaux excédentaires lors des orages vers un autre collecteur, tout en assurant un maillage du réseau pour augmenter sa capacité de transport.

Un déversoir d'orage se compose de deux éléments principaux :

- Un ouvrage de dérivation.
- Un canal ou collecteur de décharge.

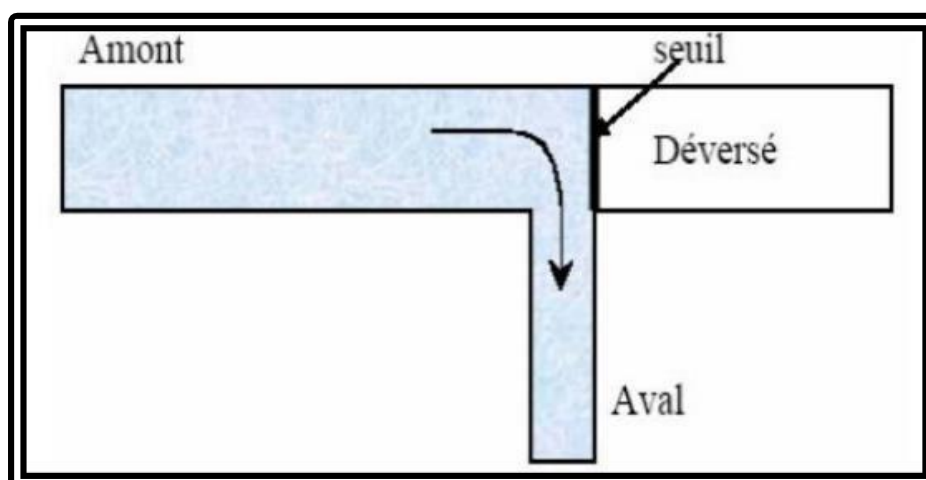
L'ensemble de ces composants garantit le bon fonctionnement du déversoir d'orage et son rôle crucial dans la gestion hydraulique du réseau d'assainissement.

V.6.5 Type de déversoirs

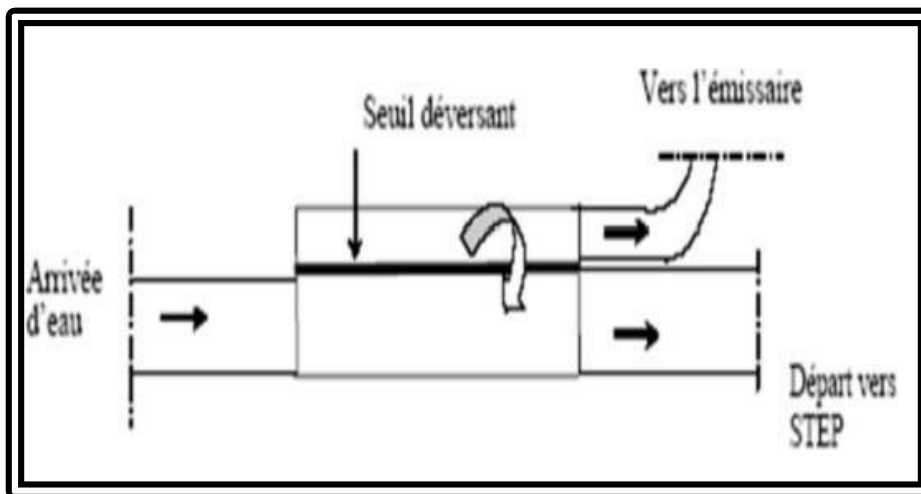
Il y a plusieurs types de déversoirs, notamment :

- Le déversoir à seuil frontal.
- Le déversoir à seuil latéral avec une conduite aval libre.
- Le déversoir à seuil latéral avec une conduite aval étranglée.
- Le déversoir by-pass.
- Le déversoir à ouverture de fond.
- Le déversoir siphon.

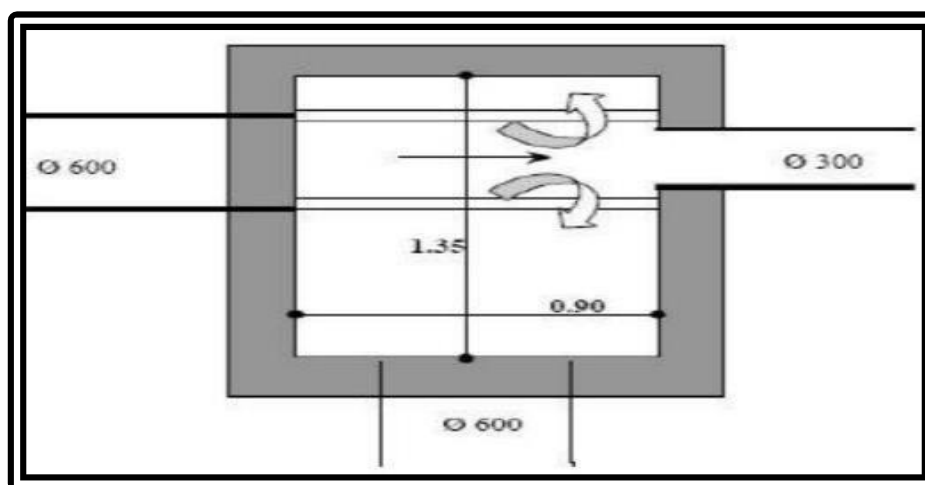
Ces différents types de déversoirs sont utilisés en fonction des caractéristiques spécifiques du système d'assainissement et des besoins de régulation hydraulique



FigureV-9: Déversoir à seuil frontal.



FigureV-10: Déversoir à seuil latéral.



FigureV-11: Déversoir à seuil double.

V.6.6 Choix du type de déversoir

Le type de déversoir est sélectionné en prenant en considération les régimes d'écoulement et les niveaux d'eau de l'émissaire. Dans les zones relativement plates, les déversoirs à crête latérale sont prédominants, tandis que dans les zones à forte pente, les déversoirs à ouverture de fond seront plus courants.

L'usage d'un déversoir à seuil bas sera exceptionnel en raison des risques de débordement, même par temps sec, dus aux remous provoqués par les dépôts. De plus, il est important de noter que les seuils plus élevés permettent de solliciter la capacité de stockage des canalisations.

Ainsi, le choix du type de déversoir dépend des caractéristiques spécifiques de la topographie et des débits d'eau dans la zone d'installation, et doit garantir un fonctionnement efficace du déversoir en toutes conditions hydrauliques.

Observation

Dans notre projet, nous avons identifié la nécessité d'utiliser un déversoir d'orage de type à seuil frontal, l'emplacement le déversoir d'orage est placée à l'amont de la STEP (la future station d'épuration) qui sera mise en place ultérieurement.

On va choisir déversoir d'orage de type à seuil frontal car :

- Il est simple à concevoir et à construire.
- Absence de pièces mobiles.
- Résiste aux impacts et aux intempéries.
- Peut être utilisé pour de grands débits.
- Économique.

V.6.7 Les ouvrages annexes des déversoirs d'orage

- **Les grilles et les dégrilleurs**

Ces éléments ont pour fonction de contrôler les gros solides ($d > 6\text{mm}$) avant qu'ils n'atteignent le déversoir d'orage, évitant ainsi leur rejet dans le milieu naturel. Ils sont placés en amont des déversoirs d'orage. Les grilles sont généralement composées de barreaux d'une épaisseur de 10 à 12mm, avec un espacement de 10 à 15mm entre les barreaux. Le rendement des grilles est d'environ 50%.

Notation Les grilles et les dégrilleurs sont placés au niveau de regards

- **La chambre de tranquillisation et de dessablement**

Située en amont du déversoir d'orage, cette chambre a pour objectif de réduire la vitesse du flux, favorisant ainsi la décantation des matières en suspension les plus lourdes et le remontage des éléments flottants en surface. Pour prévenir l'ensablement, il est recommandé de suivre la relation :

$$D_{\min} = 0,815 * Q^{0,4} \quad (\text{V.13})$$

Avec

D : diamètre du collecteur d'entrée

Q en m³/s, débit de pointe ayant une période de retour de 2 à 5 ans=**7.45m³/s**

Il est conseillé de maintenir une pente minimale de 4/1000 sur une longueur de 25D en amont du déversoir d'orage afin de faciliter l'évacuation des dépôts et des flottants pendant les périodes de décrue.

$$D_{\min}=1.81\text{m}$$

V.7 Dimensionnement du déversoir d'orage

Les données de base sont les suivantes :

- débit total:Qt=9.88 m³/s
- Diamètre d'entrée: Dmin = 1.81m.
- Débit à pleine section : Qps =7 m³/s.
- Débit de pointe d'eau usées : Qeu=0,416 m³/s.
- Hauteur d'eau à l'entrée : He = 1444 mm.
- La pente = 0.007m/m

1. Calcul du temps de concentration (Tc)

Le temps de concentration (Tc) c'est le temps d'écoulement dans un collecteur (déjà expliqué dans Chapitre IV) ; il déterminé par la formule suivante :

$$Tc = t1 + t2 + t3 \quad (\text{V.14})$$

Notation :

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

$$Tc = t1 + t2 \quad (\text{V.15})$$

t1 : Temps mis par l'eau pour s'écouler dans les canalisations

$$t_1 = \frac{L}{60 V} = \frac{\text{Longueur}}{\text{Vitesse}} [\text{min}] \quad (\text{V.16})$$

Où :

L : Longueur totale du collecteur le plus long (m) du R75 au DO

V : Vitesse moyenne, obtenue en additionnant les vitesses de chaque tronçon et en divisant le total par le nombre de tronçons (m/s)

t₂ : Temps mis par l'eau pour atteindre le premier ouvrage d'engouffrement, il est varié de 2 à 20 minutes. (En prend t₂=10 min)

$$t_1 = \frac{2924}{60 \cdot 3.35} = 14.54 \text{ min}$$

$$t_2 = 10 \text{ min}$$

Donc : **Tc=24.54 min**

2. Calcul du coefficient de retardement

Le coefficient de retardement est utilisé pour réduire les débits pluviaux, ce qui peut être pris en compte lors du dimensionnement des déversoirs d'orage. Pour le calcul, les données suivantes sont nécessaires :

$$Z = 1 - (Tc / 100) \quad (\text{V.17})$$

Où : tc : Temps de concentration déterminé précédemment (en minutes)

$$Z = 0.75$$

3. Calcul du débit de dimensionnement (débit critique)

Le débit de dimensionnement (Q_{cr}) est calculé en utilisant la formule suivante :

$$Q_{cr} = Z * Q_{tp} \quad (\text{V.18})$$

Avec : Q_{tp}=Q_p(période de retour de 2 à 5 ans)+Q_{usée}=7.81m³/s

$$Q_{cr} = 5.89 \text{ m}^3/\text{s}$$

Avec les valeurs précédemment obtenues. Le débit critique est alors utilisé pour dimensionner de manière adéquate les déversoirs d'orage.

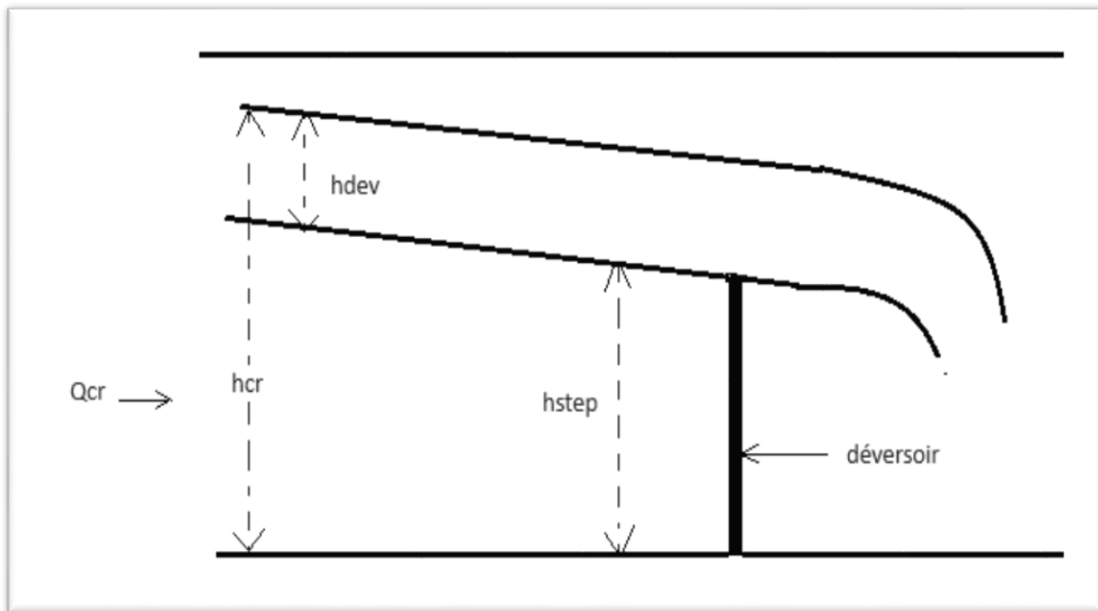


Figure V.12 : schéma d'un déversoir d'orage

4. Calcul du débit de la STEP

Le débit de la station d'épuration (Q_{step}) est déterminé en utilisant la formule suivante :

$$Q_{step} = C_{dilution} * Q_{ts} \quad (V.19)$$

$$Q_{step} = 3 * 0.146 = 1.25 \text{ m}^3/\text{s}$$

5. Calcul du débit déversant

Le débit déversé c'est Q_{dev} est obtenu en combinant deux composantes :

$$Q_{cr} = Q_{dev} + Q_{step} \quad (V.20)$$

Où :

Q_{dev} : Débit déversé par le déversoir vers le milieu naturel ou un autre collecteur.

$$Q_{dev} = Q_{cr} - Q_{step} \quad (V.21)$$

$$Q_{dev} = 5.89 - 1.25 = 4.64 \text{ m}^3/\text{s}$$

- ✓ $Q(\text{décharge}) = Q_t - Q_{dev} = 9.88 - 7.81 = 2.07 \text{ m}^3/\text{s}$; Ce débit déchargé sera envoyé à l'exutoire par une conduite de décharge placée à l'amont du déversoir sur le collecteur principal arrivant au déversoir.

6. Détermination des hauteurs d'eau correspondant aux débits en amont du déversoir

Pour effectuer les calculs, on se réfère à l'abaque de BAZIN (**Annexe N°5**) pour trouver les hauteurs d'eau correspondant aux débits à l'amont du déversoir. La hauteur d'eau requise par la station d'épuration (Hstep) correspond à la hauteur du seuil du déversoir, qui envoie le débit Qstep vers la station d'épuration ou un autre collecteur. On utilise également l'abaque de variation des débits et des vitesses en fonction de la hauteur de remplissage (**Annexe N° 4**).

$$R_{Q_{step}} = Q_{step} / Q_{ps} \longrightarrow \text{Abaque} \longrightarrow R_H = H_{step} / D \longrightarrow H_{step} = R_H * D \quad (V.22)$$

$$R_{Q_{step}} = Q_{step} / Q_{ps} = 1.25 / 7 = 0.18, \quad R_H = 0.27$$

$$\text{Donc: } H_{step} = 0.27 * 1.81 = 0.49\text{m}$$

7. Détermination de la hauteur de déversement

Hdev : Correspond à la hauteur d'eau déversée par le déversoir vers le milieu naturel ou un autre collecteur.

$$H_{dev} = H - H_{step} \quad (V.23)$$

Où H est la hauteur de remplissage correspondant au débit de dimensionnement

$$R_{Q_{cr}} = Q_{cr} / Q_{ps} \longrightarrow \text{Abaque} \longrightarrow R_{cr} = H/D \longrightarrow H = R_{cr} * D \quad (V.23)$$

a) Détermination de H

$$R_Q = Q_{cr} / Q_{ps} = 5.93/7=0.84, R_H = 0.7.$$

$$\text{D'où: } H = R_H * D = 0.7 * 1.81 = 1.27 \text{ m}$$

b) Détermination de Hdev

$$H_{dev} = H - H_{step} = 1.27 - 0.49 = 0.78\text{m}$$

8. Détermination de la longueur du seuil du déversoir (b)

On applique la formule de BAZIN pour trouver la longueur du seuil du déversoir :

$$Q_{dev} = m \cdot b \cdot H_{dev} \cdot \sqrt{(2 \cdot g \cdot H_{dev})} \quad (V.24)$$

Avec :

m : Coefficient de débit en fonction du type de déversoir.

(m = 0,45 pour un déversoir frontal, m < 0,4 pour un déversoir latéral).

✓ Pour notre cas on a un déversoir d'orage frontal, Donc m=0.45.

H_{dev} : Hauteur d'eau déversée par le déversoir.

g = 9,81 m/s² (accélération due à la gravité).

$$b = Q_{dev} / (m \cdot H_{dev} \cdot \sqrt{(2 \cdot g \cdot H_{dev})}) \quad (V.25)$$

Notation: b=3.3m donc la condition de déversoir frontal est vérifié (b ≥ 4*H_{dev})

V.8 Bassin de décantation

Le bassin de décantation est un ouvrage de prétraitement essentiel dans le traitement des eaux usées avant leur rejet final. Les collecteurs des eaux usées transportent souvent des éléments très variés, y compris des débris grossiers, des sables, des argiles et des graisses flottantes. Ces éléments pourraient perturber et polluer le milieu naturel s'ils étaient rejetés directement. Ainsi, les prétraitements ou préépurations sont d'une importance capitale pour éliminer une grande partie des matières en suspension, en particulier les sables et les déchets solides.

Le bassin de décantation permet de séparer et éliminer les graviers, sables ou particules minérales grâce à des dispositifs de piégeage de sédiments.

Son rôle est d'éviter le dépôt de ces particules dans les installations et de protéger le milieu naturel contre la pollution causée par les déchets solides. Il assure ainsi une étape cruciale de prétraitement avant que les eaux usées ne poursuivent leur traitement ultérieur.

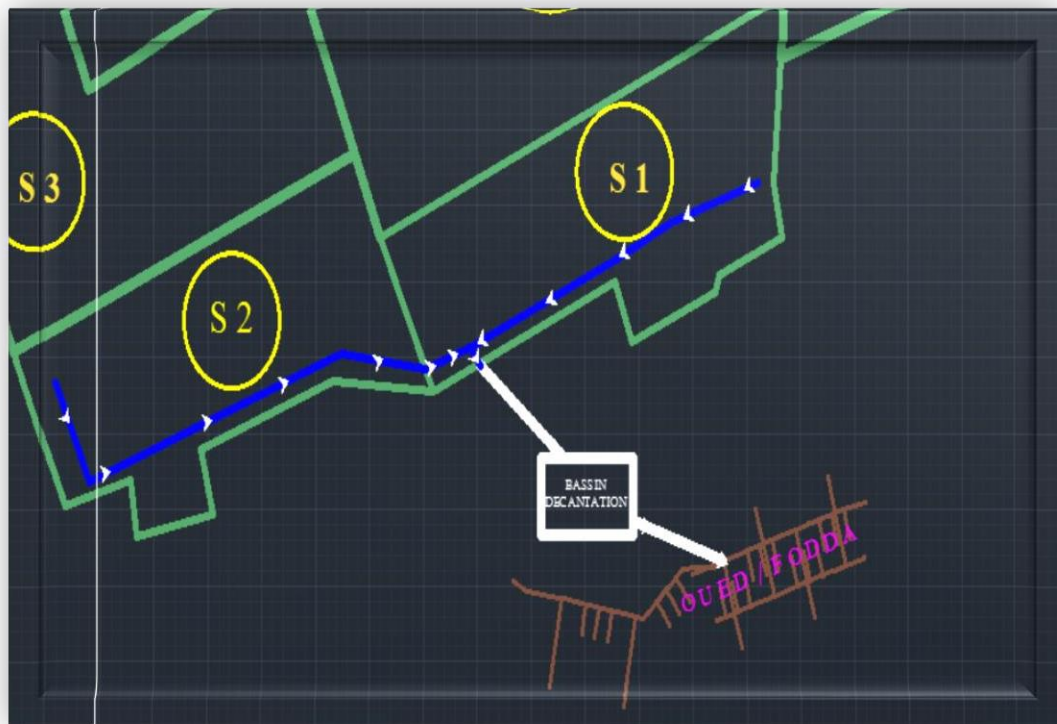


Figure V.13 : Schéma explicatif de l'emplacement de bassin décantation

Notation :

En raison de la présence de deux flux opposés (surface élémentaire 1et2) qui diffèrent par la pente, nous devons déverser les eaux usées dans un environnement naturel proche, et pour respecter les normes et lois en matière de déversement des eaux usées, nous devons construire un bassin de décantation par lequel les eaux usées passent pour permettre le processus de décantation, les rendant ainsi adaptées au déversement dans l'environnement naturel conformément aux normes nationales.

a. Dimensionnement du bassin de décantation

Le bassin de décantation est conçu de manière à permettre la sédimentation des particules, notamment des sables et des déchets solides présents dans les eaux usées entrant dans le bassin. Pour assurer une efficace sédimentation, l'inégalité suivante doit être vérifiée :

$$L / H \leq V_e / V_s \quad (\text{V.25})$$

Où :

V_e : Vitesse horizontale (la vitesse d'écoulement se situe généralement entre 0.2 et 0.5 m/s).

V_s : Vitesse de sédimentation (dans la plage de 40 à 70 m³/m²/h).

L : Longueur du bassin.

H : Profondeur du bassin.

Il est recommandé de respecter le rapport L/H compris entre 5 et 10 pour optimiser la sédimentation.

Le temps de séjour dans le bassin de décantation varie généralement entre 5 à 20 minutes lors des débits de pointe.

La profondeur du bassin (H) est habituellement maintenue entre 1 à 2.5 mètres.

On prend:

$$V_e = 0.5 \text{ m/s.}$$

$$V_s = 50 \text{ (m}^3\text{/m}^2\text{/h)} = 0.014 \text{ m/s.}$$

$$H = 1.5 \text{ m}$$

$$t_s = 10 \text{ minute}$$

$$L/H = 7$$

✓ **Volume de bassin**

$$V = Q_{\text{ptp}} \times t_s \quad (\text{V.26})$$

Avec:

Q_{ptp}: Le débit de conservé dans le bassin. (10% du Q.Totatl rejeté).

$$\text{Donc: } Q_{\text{ptp}} = 10\% \times 1478.60 \text{ l/s} = 147.86 \text{ l/s} = \mathbf{0.148 \text{ m}^3\text{/s}}$$

$$V = 0.148 \times 10 \times 60 = \mathbf{88.72 \text{ m}^3}$$

✓ **La surface horizontale**

On a: H=1,5m.

La surface horizontale Sh sera:

$$Sh = \frac{V}{H} = \frac{88.72}{1.5} = \mathbf{59.14 \text{ m}^2} \quad (\text{V.27})$$

✓ **La Longueur**

$$L/H = 7 \quad \text{D'où } L = 7 \times 1.5 = \mathbf{10.50 \text{ m}}$$

✓ **Largeur**

$$Sh=L \times l = 59.14 \text{ m}^2 \quad (\text{V.28})$$

$$\text{D'où; } l = \frac{Sh}{L} = \frac{88.72}{10.5} = 5.63 \text{ m}$$

✓ **Volume de sable déposé**

Le volume du sable par habitant et par jour est donné par la relation

$$Ws = Eq \cdot p \cdot T \quad (\text{V.29})$$

Avec:

P: norme d'évacuation des sables par habitant et par jour prise égale à 12 l/hab/an.

T: temps égale à un (01) jour.

Eq: Equivalent habitant (Notre cas on a **6251 habitants**)

Tableau V-2: Dimensionnement de bassin de décantation.

Désignation	Unités	Quantité
Volume (V)	m ³	88.72
Surface horizontale (Sh)	m ²	59.14
Hauteur (H)	m	1,5
Largeur	m	5.63
Longueur	m	10,5
Temps de séjour par temps de pluie	min	10
Ws : volume de sable déposé	(m ³ /j)	0.21
Ws : volume de sable déposé	(m ³ /an)	75.01

Notation:

En ce qui concerne cette phase, les bassins de décantation prévus nécessitent des opérations périodiques de nettoyage et d'entretien qui seront effectuées par les agents de l'APC ou les services responsables de la gestion. L'objectif est d'assurer le bon fonctionnement des bassins et de garantir l'élimination continue des matières en suspension et des déchets solides présents dans les réseaux d'assainissement. Tout cela dans le but de protéger l'environnement récepteur des eaux usées rejetées en évitant la pollution avancée et l'accumulation de déchets et de sable dans les cours d'eau de la région.

V.9 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons effectué le calcul hydraulique pour déterminer les caractéristiques dimensionnelles des collecteurs. Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau du calcul hydraulique mentionné précédemment, où les diamètres ont été calculés et les vitesses d'auto-curage et d'écoulement ont été vérifiées, en respectant les normes et les exigences de dimensionnement du réseau d'assainissement.

Pour assurer le bon fonctionnement de notre système d'évacuation, il est essentiel de choisir les ouvrages annexes appropriés.

En prenant en compte ces ouvrages annexes et en choisissant les éléments les plus adéquats, nous assurerons le bon fonctionnement et l'efficacité de notre système d'évacuation des eaux usées.

CHAPITRE VI

**LES ÉLÉMENTS CONSTITUTIFS
DU RÉSEAU D'ÉGOUT**

CHAPITRE VI LES ELEMENTS CONSTITUTIFS DU RESEAU D'EGOUT**VI.1 Introduction**

Le réseau d'assainissement a pour objectif de rassembler les eaux usées et pluviales afin de préserver l'environnement naturel. Les composantes essentielles d'un tel réseau sont conçues pour assurer son bon fonctionnement. On peut classer ces structures en deux catégories : les ouvrages principaux, qui constituent le cœur du réseau, et les ouvrages annexes, qui favorisent une gestion efficace du système.

VI.2 Les ouvrages principaux

Ces éléments contribuent à l'expansion globale du réseau, en cheminant les eaux jusqu'à leur évacuation vers le déversoir final, voire jusqu'à leur entrée dans une station d'épuration si celle-ci est présente.

VI.2.1 Canalisations

Les canalisations d'assainissement sont des conduites qui font partie intégrante d'un réseau d'assainissement, conçues pour acheminer des fluides tels que les eaux usées et les eaux pluviales d'un point à un autre du système.

Ces canalisations constituent l'élément central du système d'évacuation et se présentent sous différentes formes :

- Les conduites circulaires : définies par leurs diamètres nominaux en millimètres (mm).
- Les conduites ovoïdes : identifiées par leurs hauteurs intérieures en centimètres (cm).

VI.2.1.1 Formes et sections de conduites

- Conduites circulaires : Les conduites circulaires sont privilégiées pour les sections de petite taille en comparaison avec les autres formes disponibles.
- Conduites ovoïdes : Ces conduites sont préférées en remplacement des conduites circulaires ayant un diamètre généralement supérieur à 800 mm, afin de prévenir les problèmes d'auto-curage.

VI.2.1.2 Types de canalisation

- Dans notre projet on a conduite à section circulaire
Il existe plusieurs types de conduites qui sont différents suivant leurs matériaux et leurs destinations
- ✓ Tuyaux et raccords en fonte

- ✓ Tuyaux en grés artificiels
- ✓ Tuyaux et raccords en polychlorure de vinyle (PVC) non plastifié
- ✓ Tuyaux en polyéthylène haute densité (PEHD)
- ✓ Tuyaux en béton armé
- ✓ Tuyaux en béton non-armé
- ✓ Tuyaux en amiante-ciment

1) Conduites en fonte

Ces conduites se distinguent par leur composition en fonte, qui leur confère une résistance à la corrosion et une solidité remarquables, en faisant ainsi des choix de sécurité. Elles sont couramment utilisées dans les raffineries de pétrole pour l'évacuation des eaux usées industrielles.

2) Conduite en grès

Les conduites en grès se caractérisent par leur grande dureté et leur excellente résistance aux agressions chimiques et climatiques. Cette résistance est obtenue grâce à une cuisson à une température supérieure à 1 200 °C. Elles sont disponibles en longueurs utiles de 1.0m, 1.5m et 2.0m.

➤ Joints

Ces conduites sont assemblées en utilisant trois types de joints :

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

3) Conduites en matière plastique

Les conduites fabriquées en matière plastique présentent une résistance à la corrosion, étant inertes et stables face à de nombreux produits chimiques réactifs. On peut les différencier en deux catégories :

- Les conduites en matières thermodurcissables.
 - Les conduites en matières thermoplastiques.
- **Joints** : Pour l'assemblage de ces conduites, on peut opter soit pour un collage, soit pour l'utilisation de bagues d'étanchéité.

4) Tuyaux en polyéthylène haute densité (PEHD)

Les tubes en polyéthylène HD présente des surfaces intérieures et extérieures propre et lisses et sont exempte des défauts d'importance ou de fréquence tels qu'ils soient susceptibles d'être nuisible à leur qualité : rayures, bulles, grains, criques et soufflures.

5) Conduites en béton armé

➤ Nature du matériau

La conduite en béton armé est composée d'une armature constituée de :

- Génératrices disposées en parallèle le long de la canalisation.
- Cercles disposés de manière à former des grilles avec les génératrices.

➤ Fabrication

Il existe trois procédés de fabrication pour les conduites en béton armé :

a) La vibration

Les conduites vibrées sont fabriquées en utilisant trois dispositifs : vibrateurs fixes ou mobiles, table vibrante, noyau vibrant.

b) La centrifugation

Ce procédé permet de couler le béton en présence d'armatures, dans un moule soumis à une vitesse de rotation variable.

c) Le compactage

Les conduites compactées ne sont généralement pas armées et sont utilisées pour des diamètres de 100 à 1200 mm.

➤ **Les joints des conduites**

Pour assembler les conduites en béton armé ou non armé, différents types de joints peuvent être utilisés :

- **Joint type Rocla**

Ce type de joint assure une excellente étanchéité pour les eaux transitées et les eaux extérieures, et convient à tous les diamètres.

- **Joint torique**

Ce joint est adapté aux sols faibles, offrant une bonne étanchéité sous une faible pression. Il est utilisé pour des diamètres de 700-900 mm.

- **Joint à demi-emboîtement**

Ce joint, avec un cordon de bourrage en mortier de ciment, est utilisé dans les terrains stables. Un risque de suintement existe si la pression est trop élevée, il est donc à éviter pour les terrains à forte pente.

- **Joint à coller**

Ce type de joint nécessite un bourrage au mortier de ciment et convient uniquement aux bons sols à pente faible.

- **Joint plastique**

Ce joint étanche et résistant, même sous pression, comprend une butée en bitume et une bague ou un manchon en matière plastique, assurant une bonne étanchéité. Il s'adapte à presque tous les sols si sa fabrication est correctement réalisée.

- **Joint mécanique**

Le joint mécanique est conçu pour relier l'extrémité lisse d'une conduite à un manchon d'étanchéité ou à un raccord, dans le cas des conduites en pression.

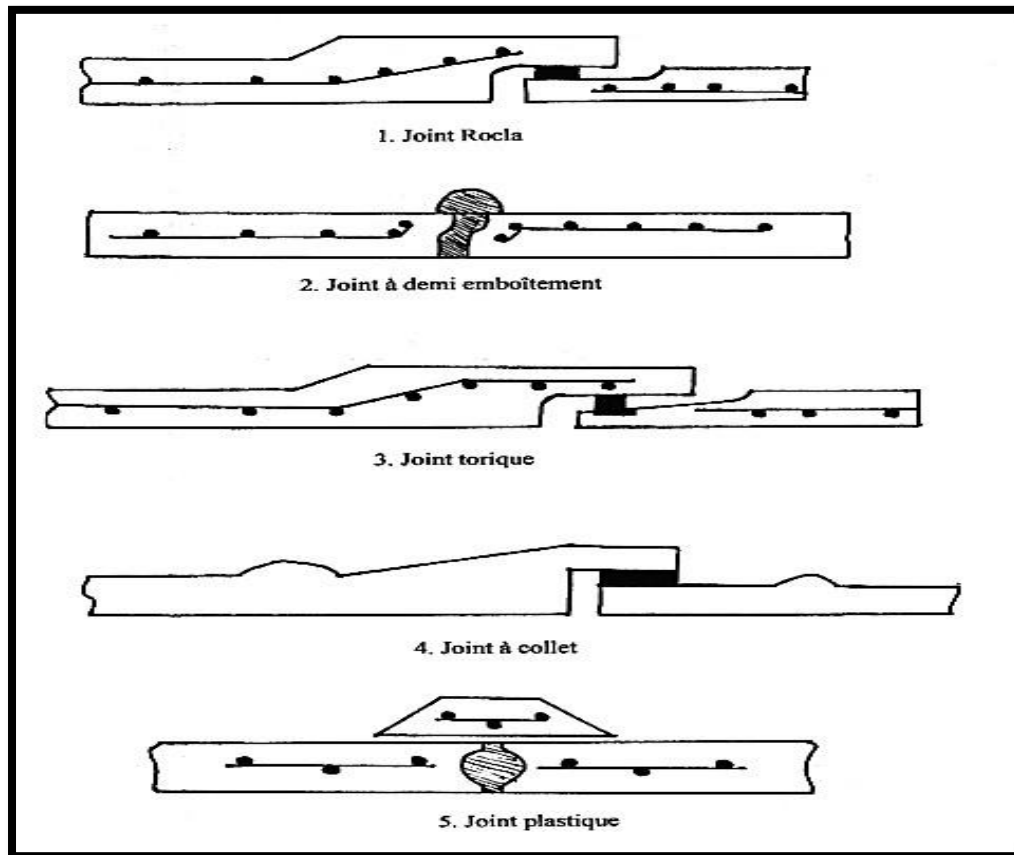


Figure VI-1: Joints sur tuyaux en béton.

VI.2.1.3 Facteurs influençant le choix des canalisations

Pour sélectionner les types de conduites appropriées, plusieurs critères doivent être pris en considération :

- Les pentes du terrain.
- Les diamètres requis.
- La nature du sol traversé.
- La composition chimique des eaux usées.
- Les contraintes extérieures causées par le remblai.

VI.2.1.4 Différentes actions supportées par la conduite

Les canalisations sont soumises à différentes contraintes, tant extérieures qu'intérieures, qui nécessitent une sélection appropriée pour résister à ces sollicitations, notamment :

- Actions mécaniques

Ces contraintes résultent de l'agressivité et des frottements des particules (sable, gravier) présentes dans l'eau évacuée, qui peuvent former du remblai et provoquer l'érosion des parois des conduites, principalement à des vitesses élevées.

- Actions statiques

Ces contraintes proviennent des charges fixes ou mobiles telles que le remblai, la circulation routière et les mouvements d'eau à l'intérieur des canalisations.

- Actions chimiques

Ces contraintes sont liées à la présence d'agents chimiques dans les eaux industrielles d'origine, et elles se manifestent généralement à l'intérieur des canalisations.

VI.2.1.5 Protection des conduites

Le béton utilisé pour la fabrication des tuyaux et des ouvrages d'assainissement est soumis à différentes formes d'agressions, notamment la corrosion chimique qui peut entraîner la détérioration des canalisations, ainsi que l'abrasion, une action physique non négligeable en raison de la faible résistance du matériau et de la vitesse limite maximale des écoulements dans le réseau.

Afin de lutter contre ces agressions, les mesures de protection peuvent être résumées comme suit :

- Réduire autant que possible le temps de rétention des eaux usées dans les canalisations.
- Effectuer régulièrement l'élimination des dépôts, car ces derniers favorisent le développement des fermentations anaérobies qui génèrent de l'hydrogène sulfuré (H₂S).
- Assurer une bonne aération pour éviter les condensations d'humidité sur les parois et ainsi réduire la teneur en H₂S.
- Appliquer un revêtement intérieur des conduites avec du ciment limoneux ou du ciment sulfaté, en utilisant un dosage suffisant dans le béton (300 à 350 kg/m³ de béton). Cela contribue à renforcer la résistance du matériau face aux agressions chimiques et à l'abrasion.

Notation

Dans le cadre de notre projet, nous prévoyons d'incorporer des conduites en polyéthylène haute densité annelé (PEHD) sa matière est résistante à l'usure et aux attaques chimiques, ses performances et ses caractéristiques font de ce tube le meilleur matériau pour les réseaux d'assainissement à petit diamètre qui variés ($\phi 315$, 400, 500mm), ainsi que des conduites en béton armé circulaire (CAO) de diamètres ($\phi 800$, 1000, 1200, 1500, 1800mm). Ces choix sont motivés par les nombreux avantages qu'elles offrent, notamment en termes de résistance, d'étanchéité, ainsi que de facilité d'installation sur terrain qui ne nécessite pas d'engins et d'assemblage...



Figure VI-2 : Des conduites en polyéthylène haute densité annelé (PEHD annelé)

VI .2.1.6 Pose de canalisation

Elle varie en fonction de la nature du terrain.

- Terrain naturel: Pose sur un lit de sable.
- Terrain mouvais: Pose sur un lit en béton.
- Terrain marécageux: Pose sur un lit en béton armé.
- Terrain avec stagnation agressive: Canalisation enveloppée de gravier et gaine en matière plastique.

a. Conditions de pose

Lors de la mise en place des canalisations, les conditions principales à respecter sont les suivantes :

- Profondeur d'enfouissement : La canalisation doit être enterrée sous une couverture d'au moins 80 cm dès le début de l'installation.

- Prévention des déformations : Il est crucial d'éviter toute déformation de la conduite due à une surcharge de terre ou au passage de charges.
- Parallélisme des canalisations : Les canalisations d'eau usée et pluviale sont généralement disposées en parallèle dans la même tranchée, toutefois, elles doivent être décalées de 30 à 40 cm l'une de l'autre.
- Il est recommandé de positionner le réseau d'évacuation des eaux de pluie au-dessus du réseau d'évacuation des eaux usées en cas de proximité entre les deux.

b. Les modes de pose

Le mode de pose des canalisations diffère selon la nature du terrain.

➤ Terrain ordinaire

Dans notre cas le terrain est de type ordinaire selon notre visite sur site. Dans ce type de terrain, la canalisation doit être posée sur un lit de sable réalisé sur un fond exempt de massifs durs, avec des joints confectionnés avec soins conformément aux prescriptions des Fabricants de conduite. Dans les terrains peu consistants, la canalisation doit reposer sur deux briques posées au fond et le vide sera rempli de sable.

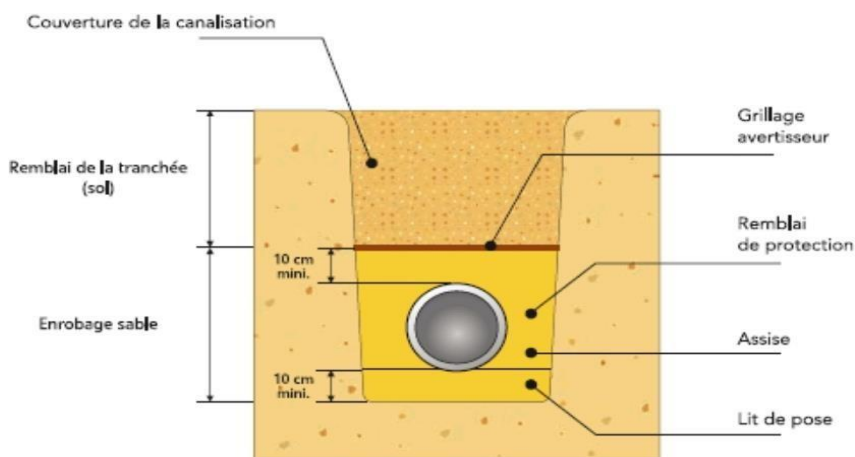


Figure VI-3: Schéma explicatif sur la pose de canalisation sur un terrain ordinaire.

- Pour notre projet, nous avons choisi le type de pose de canalisation dans un terrain ordinaire, vu que le terrain est plat.



Figure VI-4: Pose de canalisation

VI.3 Les ouvrages annexes

Les ouvrages annexes jouent un rôle essentiel dans le bon fonctionnement du système d'évacuation, tout comme les canalisations. Ils sont généralement regroupés en deux catégories distinctes :

- ▶ Les ouvrages normaux
 - ▶ Les ouvrages spéciaux
- Les détails spécifiques sur ces ouvrages sont présentés dans le chapitre V.

VI.4 Conclusion

L'objectif de ce chapitre est de répertorier tous les éléments constitutifs du réseau d'assainissement, y compris les ouvrages principaux et les ouvrages annexes, afin de garantir une sélection judicieuse des éléments les plus adaptés et assurant le bon fonctionnement de notre système d'évacuation.

Ainsi, il est essentiel de faire des choix éclairés concernant les conduites qui composent le réseau, en tenant compte de leur forme, de leur matériau de construction et de leur méthode de pose. Ces décisions sont cruciales pour assurer l'efficacité et la performance optimale du système d'évacuation.

CHAPITRE VII

ORGANISATION DU CHANTIER ET SECURITE DE TRAVAIL

**CHAPITRE VII : ORGANISATION DU CHANTIER ET SECURITE DE
TRAVAIL****VII.1 Introduction**

L'organisation de chantier englobe la planification et la coordination des ressources requises pour accomplir de manière optimale les travaux à exécuter. Avant même de mettre en œuvre les travaux sur le terrain, une phase préparatoire s'impose. Cela commence par une étude théorique suivie de sa mise en pratique. Dans la phase théorique, des éléments tels que le temps de réalisation précis, le matériel à utiliser, la main-d'œuvre nécessaire et les matériaux de construction requis sont définis. La seconde phase englobe l'exécution concrète des travaux sur le terrain.

Pour obtenir des résultats optimaux, il est crucial de se conformer aux principes de l'organisation de chantier de manière générale. Parmi les méthodes les plus couramment utilisées figure la méthode CPM (Critical Path Method), qui vise à réduire les délais de réalisation, à maîtriser les coûts et à accroître l'efficacité du travail. Cette méthode repose sur la création d'un réseau qui illustre la séquence des opérations composant le projet en question, et aboutit à ce que l'on appelle le chemin critique.

L'objectif fondamental de l'organisation de chantier est de concrétiser des projets dans des délais réduits et à des coûts maîtrisés.

VII.2 Les étapes de réalisation du projet (organisation du chantier)**VII.2.1 Exécution des travaux**

- Les principales étapes en opérations à exécuter pour la réalisation du réseau d'égout sont comme suite :
- Vérification, manutention des conduites.
- Décapage de la couche de goudron (si elle existe) ou celle de végétation.
- Emplacement des jalons des piquets.
- Exécution des tranchées et des fouilles pour les regards.
- Aménagement du lit de pose.
- La mise en place des canalisations en tranchée.
- Essais d'étanchéité pour les conduites et les joints
- Assemblage des conduites.

- Remblai des tranchées.

VII.2.1.1 Décapage de la couche de terre végétale

Avant d'entamer l'excavation des tranchées, on doit tout d'abord commencer par l'opération de décapage des terres végétales sur des faibles profondeurs, (source : KAHLERRAS, D.2021) le volume de la couche à décapier est

$$V = B \cdot h \cdot L \text{ (m}^3\text{)} \quad (\text{VII.1})$$

Avec :

B : largeur de la couche végétale (m) ;

h : hauteur de la couche (h=0.1m) ;

L : longueur totale des tranchées (m) ;

VII.2.1.2 Emplacement des jalons des piquets

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

VII.2.1.3 Exécution des tranchées et des fouilles pour les regards

La largeur de la tranchée, doit être au moins égale au diamètre extérieur de la conduite avec des sur largeurs de 30 cm de part et d'autre.

a. Largeur de la tranchée

La largeur d'ouverture de tranchée est donnée par la formule :

$$B = D_{\text{ext}} + (2 \times 0,3) \quad (\text{VII.2})$$

B : largeur de la tranchée en (m) ;

Dext : diamètre extérieur de la conduite en (m) ;

b. Profondeur de la tranchée

La profondeur est donnée par la formule suivante :

$$H = e + D_{\text{ext}} + h \quad (\text{VII.3})$$

H : profondeur de la tranchée en (m) ;

e : épaisseur de lit de sable en (m), e = 15 cm ;

d : diamètre extérieur de la conduite en (m) ;

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

VII.2.1.4 Aménagement du lit de pose

Les tubes ne doivent pas être posés à même fond de fouille mais sur un lit de pose, d'une hauteur de 10cm au minimum, constitué de sable propre contenant moins de 12% de fines (particules inférieures à 80 μ). Le lit de pose doit être soigneusement compacté.

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

Le volume du sable est calculé par la formule suivante :

$$V_s = L \cdot B \cdot e \quad (\text{VII.4})$$

V_s = volume du sable en (m³).

L : Longueur de la tranchée en (m).

B : Largeur de la tranchée en (m).

e : épaisseur du sable, e = 15 cm.

VII.2.1.5 La mise en place des canalisations en tranchée

a. Serpentage

La rectitude de la conduite ne doit pas être recherchée systématiquement.

b. Butées et ancrages

Les assemblages avec bague ne peuvent s'opposer au recul du à la pression qui s'exerce sur les bouts d'extrémité et aux changements de direction.

Il est donc indispensable de prévoir des massifs en béton pour répartir sur la paroi de la tranchée la charge de poussée correspondant à la pression d'épreuve.

VII.2.1.6 Faire les essais d'étanchéité pour les conduites et les joints

La pression d'épreuve du tronçon de conduite est en règle générale, la pression maximale en service majorée de 50 % lorsqu'elle est inférieure à 10 bars et majorée de 5 bars lorsqu'elle égale ou supérieure à 10 bars.

L'épreuve doit être effectuée sur des tronçons d'une longueur maximale de 500 m dans le plus bref délai après la pose en respectant toutefois un délai de 48 heures après le dernier assemblage dans le cas du collage.

VII.2.1.7 Assemblage des conduites

Les joints pour emboîtement de tubes ronds sont réalisés avec un anneau renforcé de barres d'acier et coulé en place dans un moule.

VII.2.1.8 Remblaiement des tranchées

Après avoir posé la canalisation dans la tranchée, on procède au remblaiement par la méthode suivante

- L'enrobage de (10-15 cm) au-dessus de la génératrice supérieure de la conduite.
- A l'aide des engins, on continue à remblayer par des couches successives de 0.25 m compactées l'une après l'autre.

VII.2.1.9 Extraction des regards

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

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

VII.2.1.10 Choix des engins de terrassement

Le choix des engins de terrassement est important car les travaux de terrassement sont une étape cruciale de tout chantier. Ils consistent à modifier le relief d'un terrain en déplaçant des quantités importantes de matériaux (généralement de la terre), en créant des ouvrages en remblai (ajout de matière) ou en déblai (enlèvement de matière). Ils se composent généralement de 3 actions principales :

- L'extraction ;
- Le transport ;
- La mise en œuvre.

(source : KAHLERRAS, D.2021)

Pour réaliser ces travaux, on doit utiliser différents types d'engins, car chaque opération nécessite un engin précis. Ces engins sont répartis comme suit :

- ▶ Les engins de chargement :
 - Les chargeuses
 - Les pelles hydrauliques
 - Les pelles mécaniques à câbles (dragline)
- ▶ Les engins de transport :
 - La brouette
 - Les camions
 - Bennes, citerne, à bitume.
 - Les dumper moto
 - Basculeurs les tombereaux
 - Les véhicules utilitaires
- ▶ Les engins effectuant à la fois les opérations de chargement et transport :
 - Les scrapers
 - Les bulldozers ou boteurs
- ▶ Les engins de mise en place des matériaux :
 - Les niveleuses ou graders
 - Les compacteurs
 - Les finisseurs
- ▶ Les matériels d'appui ou divers :

- Les bétonnières
- Les grues
- Les camions-toupies
- Les motopompes
- Les compresseurs d'air (marteaux piqueurs, les aiguilles vibrantes...)
- Les groupes électrogènes, les groupes de soudure
- Les dames sauteuses ou pilonne uses
- Les remorques diverses

Afin d'optimiser l'efficacité et la rentabilité des travaux, les équipements suivants seront employés dans notre situation :

- Pour l'enlèvement de la couche végétale et le remblayage des tranchées, on fera appel à un "bulldozer" ou un "grader".
- Pour l'excavation de la tranchée, une "pelle hydraulique" équipée en « retro », on peut également utiliser un excavateur.
- La pose des conduites sera effectuée à l'aide d'un "pipe layer".
- Pour le compactage, l'usage d'un "compacteur" sera privilégié, c'est l'un des engins de compactage utilisés après le remblayage

VII.2.2 Manutention et stockage des conduites

a. Chargement et transport

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

Eviter :

- Les manutentions brutales, les flèches importantes, les ballants.
- Tout contact des tubes et des raccords avec des pièces métalliques saillantes.

Les tubes avec emboîture doivent être alternés. Les emboîtures doivent dépasser la pile.

a. Déchargement

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

b. Stockage

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

VII.3 Détermination des différents volumes

VII.3.1 Volume de la couche et terre végétale

$$V_{\text{dev}} = H_v \cdot L \cdot B \quad (\text{VII.5})$$

Avec

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

H_v : Profondeur de la couche de terre végétale en(m). (H_v=0.1m)

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

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

VII.3.2 Volume des déblais des tranchées

$$V_d = L \cdot B \cdot H \quad (\text{VII.6})$$

V_d : Volume de déblais de la tranchée en (m³)

L : Longueur de la tranchée en (m)

B : Largeur de la tranchée en (m)

H : Profondeur de la tranchée en (m)

VII.3.3 Volume du lit de sable

avec :

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

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

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

$$V_{\text{ls}} = e \cdot L \cdot B \quad (\text{VII.7})$$

VII.3.4 Volume des conduites

$$V_c = [\pi D^2/4]*L \quad (\text{VII.8})$$

Avec :

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

L : longueur totale de la tranchée en (m) ;

D : Diamètre de la conduite en (m)

$$V_{dcv} = H_v \cdot L \cdot B \quad (\text{VII.5})$$

VII.3.5 Volume des Remblais des tranchées

$$V_r = V_d - (V_c + V_d + V_{ls}) \quad (\text{VII.9})$$

V_r : volume de remblai de la tranchée

V_c : volume de la conduite

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

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

VII.3.6 Volume excédentaire

$$V_{exc} = V_f - V_r \quad (\text{VII.10})$$

V_{exc} : Volume du sol excédentaire en (m³)

V_f : Volume du sol foisonné en (m³)

Tel que :

$$V_f = V_d \cdot K_f$$

K_f : Coefficient de foisonnement dépend de la nature de sol

Tableau VII.1 Coefficient de foisonnement

Type de sol	Kf
sable, matériaux fins	1.08-1.17
Limon argileux	1.14-1.28
Argile	1.25-1.3

➤ Pour notre cas on a : $K_f = 1,25$.

VII.4 Devis quantitatif et estimatif de projet

Tableau VII.2 : Devis quantitatif et estimatif de projet

N°	Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire DA	Montant DA
Travaux de terrassement					
1	Décapage du tranché	M3	2283.546	200	456709.230
2	Déblai	M3	57784.263	300	17335279.016
3	Pose du tranché	M3	14582.888	1500	21874331.564
4	Grillage avertisseur	MI	19348.1	70	1354367.000
5	Remblai du tranché	M3	40917.830	200	8183565.906
6	Evacuation des déblais excédentaires	M3	31312.4997	400	12524999.882
Transport fourniture et pose de canalisation					

1	PEHDAnnelé315mm	ML	9804.7	2200.00	21570340
2	PEHDAnnelé 400mm	ML	2302.7	3200.00	7368640
3	PEHDAnnelé 500mm	ML	967.8	4200.00	4064760
4	PEHDAnnelé 630mm	ML	1394.7	5600.00	7810320
5	Béton armé800mm	ML	1323.7	8500.00	11251450
6	Béton armé1000mm	ML	1729.1	12000.00	20749200
7	Béton armé1200mm	ML	226.6	15000.00	3399000
8	Béton armé1500mm	ML	277.8	18000.00	5000400
9	Béton armé1800mm	ML	1321	20000.00	26420000
Réalisation de regards en béton armé y compris toutes sujétion de bonne exécution					
1	Regard	U	434	60000.00	26040000.00
2	Exécution de DO	U	1	800000.00	800000.00
3	Réalisation d'ouvrage de rejeté(bassin de décantation)	U	1	150000.00	150000.00
THT				196353362.598	
TVA				19%	
TTC				233660501.5	

VII.4 Sécurité de travail

La sécurité au travail est ancrée dans un système sociotechnique, une entité gérée par diverses mesures de prévention des risques, à la fois collectives et individuelles. La mise en œuvre de ces mesures peut varier en fonction de la culture de prévention et de protection des travailleurs contre les accidents professionnels et les maladies liées au travail.

L'objectif primordial est de garantir la sécurité des travailleurs qui s'exposent à des risques, qu'ils soient physiques ou psychologiques, quel que soit leur domaine d'activité. Cependant, les implications de la sécurité au travail comportent des avantages non seulement pour les travailleurs, mais aussi pour les employeurs et les entreprises en général.

Lorsque l'on aborde les accidents du travail, il est courant de penser qu'une seule cause est à l'origine de la situation. En ce qui concerne les accidents professionnels, on peut attribuer la responsabilité soit à la machine, soit à l'opérateur humain. Dans l'autre scénario, on cherche à démêler les facteurs humains et mécaniques. C'est pourquoi les préoccupations relatives aux risques professionnels doivent être considérées conjointement avec l'analyse du travail lui-même et les conditions dans lesquelles les travailleurs accomplissent leurs tâches.

L'analyse des causes d'accidents n'est pertinente que lorsqu'elle est mise en corrélation avec le travail effectué par les opérateurs. Elle prend place au sein d'un diagnostic global de la situation de travail et de ses répercussions sur la charge de travail, les risques pour la santé et la sécurité.

VII.4.1 Les Causes Des Accidents

Un accident du travail n'est jamais une simple coïncidence ou un événement inévitable. Ses causes sont le résultat de divers éléments regroupés en deux catégories distinctes : les facteurs matériels et les facteurs humains. Les facteurs matériels englobent les conditions dangereuses qui peuvent évoluer pendant le déroulement du travail. (source : KAHLERRAS, D.2022)

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

- De la profession en général et du poste de travail en particulier ;
- De la nature de la forme des matériaux mis en œuvre ;
- Des outils et machines utilisés, implantation, entretien ;
- De l'exécution du travail, difficultés particulières ;

- Du lieu de travail, éclairage, conditions climatiques ;
- Des conditions d'hygiène et de sécurité, ventilation, protection etc...

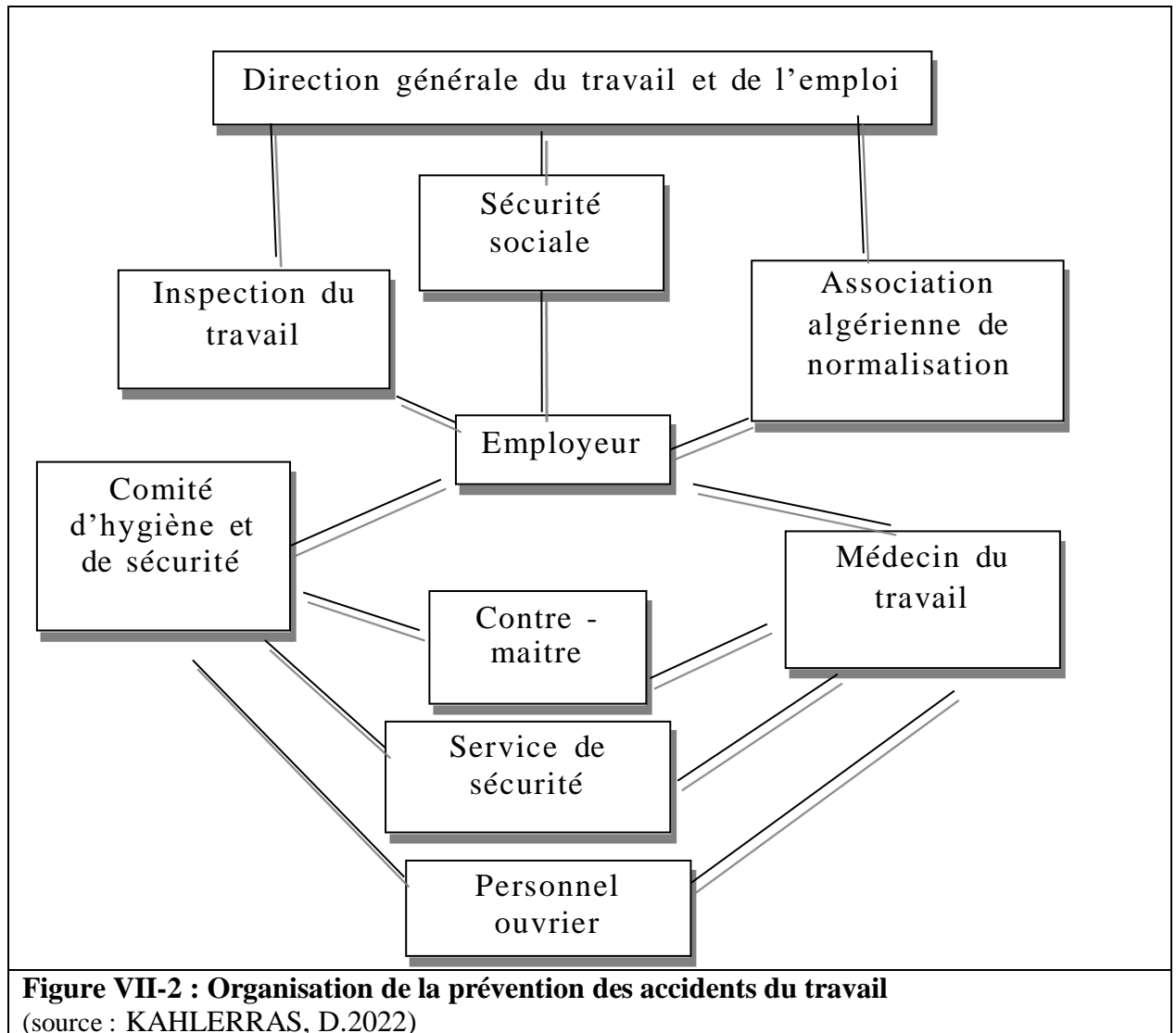
Contrairement aux éléments pouvant être repérés techniquement et pratiquement, les comportements à risque en milieu professionnel sont souvent le résultat de facteurs humains, nécessitant parfois l'intervention de spécialistes en psychologie pour leur gestion. Certaines de ces actions à risque consistent en des réactions psychologiques imprévisibles, car chaque individu réagit de manière singulière en fonction des circonstances qui se présentent.



Figure VII-1 : Les plaques d'organisation de chantier.
(source : KAHLERRAS, D.2022)

VII.4.2 Organisation de La Prévention des Accidents du Travail

L'instauration d'une stratégie préventive se manifeste dans le tissu des activités professionnelles du pays sous la forme d'une vaste chaîne de solidarité. Cette chaîne est constituée de nombreux éléments qui correspondent à différents services ou parties prenantes, comme illustré dans le schéma organisationnel ci-dessous :



VII.5 Planification du projet

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

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

- Simplification des méthodes.
- Stabilisation des postes de travail.

VII.5.1 Techniques de la planification

Il existe deux principales méthodes de planification à savoir :

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

VII.5.2 méthodes basées sur le réseau

VII.6.2.1 Définition du réseau

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

1. Réseau à flèches

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

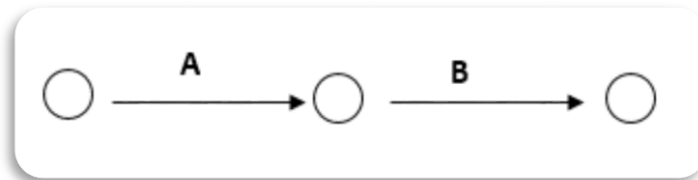


L'opération **A** précède l'opération **B**

2. Réseau à nœuds

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

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



VII.6.2.2 Construction du réseau

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

- **Etablissement d'une liste des tâches**

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

- **Détermination des tâches antérieures :**

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

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

VII.5.3 Méthode C.P.M (méthode du chemin critique)

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

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

VII.5.4 Les étapes de la planification

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

VII.6.4.1 Collection des informations

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

VII.6.4.2 Décomposition du projet

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

VII.6.4.3 Relations entre les tâches

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

VII.6.4.4 Les paramètres de la méthode C.P.M

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

Tableau VII.3: Les paramètres de la méthode C.P.M.

DCP	TR
DFP	DCPP
DFPP	MT

Avec :

TR : temps de réalisation.

DCP : date de commencement au plus tôt.

DCPP : date de commencement au plus tard.

DFP : date de finition au plus tôt.

DFPP : date de finition au plus tard.

MT: marge totale.

Et : **DFP= DCP+TR**

DCPP=DFPP-TR

Chemin critique (C.C)

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

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

$$C.C \leftrightarrow \begin{cases} MT=0 \\ \Sigma TR_{c.c}=DTP \end{cases}$$

VII.6.4.5 .5 Attribution des durées de chaque opération

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

- ✓ Le nombre de ressources (moyens humains et matériels).
- ✓ Dimensions du projet.

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

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

Avec :

n : Nombre d'équipes

N : Rendement

Q : Quantité de travail

VII.6.4.6 Symboles des différentes opérations

Les principales opérations à exécuter sont :

- A. Décapage de la couche de terre.
- B. Piquetage.
- C. Exécution des tranchées et des fouilles pour les regards.
- D. Aménagement du lit de pose.
- E. La mise en place des canalisations en tranchée

F. Assemblage des tuyaux.

G. Faire les essais d'étanchéité pour les conduites et joints.

H. construction des regards.

I. remblai des tranchées.

J. Travaux de finition.

Tableau VII.4 Détermination des délais

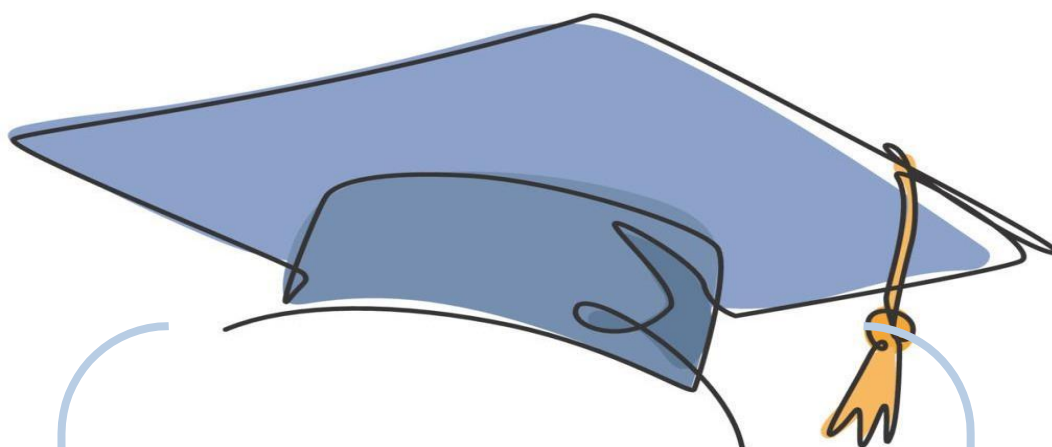
Opération	TR(jours)	DP		DPP		MT
		DCP	DFP	DCPP	DFPP	
A	15	0	15	0	15	0
B	20	15	35	15	35	0
C	80	35	115	35	115	0
D	15	115	130	115	130	0
E	40	130	170	130	170	0
F	30	170	200	170	200	0
G	15	200	215	200	215	0
H	25	130	155	190	215	60
I	25	215	240	215	240	0
J	20	240	260	240	260	0

✓ Le chemin critique : $\Sigma TR_{C.C} = 260$ jours

➤ Chemin critique : **A-B-C-D-E-F-G-I-J**

VII.6 Conclusion

Ce chapitre nous offre l'opportunité d'évaluer le coût prévisionnel et la qualité de notre projet. La planification du chantier s'avère essentielle pour la mise en place d'un système d'assainissement, dans le but de réaliser des économies en termes de coûts, d'énergie et de temps, tout en améliorant l'efficacité du travail. L'analyse estimative des volumes de travail nous permet d'établir une estimation du coût global du projet, qui s'élève à 233 660 501.5 DA, avec une période de réalisation de 260 jours.



CONCLUSION GENERALE

CONCLUSION GENERALE

En conclusion, dans ce mémoire, nous avons élaboré un système d'évacuation des eaux usées et pluviales de la commune d'Oued Fodda vers un exutoire dans le but de préserver la santé publique et l'environnement. Le processus a débuté par une présentation de la zone d'étude et de ses caractéristiques. Ensuite, une étude hydrologique a été réalisée pour déterminer l'intensité moyenne maximale de 113,36 L/s/ha en utilisant une série pluviométrique ajustée à la loi Log-normale.

Le réseau conçu est de type unitaire, avec un schéma d'évacuation par déplacement latéral. Les eaux usées sont dirigées vers un point de rejet qui se décharge dans l'OUED FODDA. Pour estimer les débits des eaux usées, nous avons pris en compte les débits domestiques, publics, industriels et parasites. Pour les débits pluviaux, la zone d'étude a été divisée en 09 surfaces élémentaires, et la méthode rationnelle a été utilisée.

Les collecteurs choisis sont en PEHD annelé (ϕ 315, 400, 500, 630 mm) et en CAO (ϕ 800, 1000, 1200, 1500, 1800 mm), caractérisés par leur étanchéité, facilité de pose, propriétés hydrauliques et résistance mécanique. Pour garantir l'entretien aisé et la sécurité du réseau, un déversoir d'orages de type à seuil frontal a été dimensionné en amont de la future station d'épuration (STEP), qui sera installée ultérieurement. De plus, un bassin de décantation a été dimensionné en raison de la présence de deux flux opposés (surface élémentaire 1 et 2) ayant des pentes différentes.

En ce qui concerne les éléments du réseau d'égout, des regards simples de visite ainsi que des regards de chute ont été planifiés.

Enfin, à la suite de l'étude d'organisation de chantier, le coût du projet a été estimé à **233 660 501.5 DA**, avec une durée de réalisation de **260 jours** pour le projet complet.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **Azari, S. (2019)**. Dimensionnement d'un réseau d'assainissement de la nouvelle ville de BOUINAN - Lot: B ET D - (W. Blida). Mémoire fin d'étude d'assainissement, École nationale supérieure d'Hydraulique de Blida, Algérie.
- **Bourrier, R., Satin, M., & Selmi, B. (2017)**. Guide technique de l'assainissement : Collecte, épuration, conception, exploitation (5e éd). Éditions « Le Moniteur ».
- **KAHLERRAS, D.** Cours organisation de chantier, 4ème année, ENSH (2021).
- **KAHLERRAS, D.** Cours Sécurité de travail, 5ème année, ENSH (2022).
- **Selmi, B. (1999)**. Guide technique de l'assainissement, 2ème édition, Moniteur, France.
- **SALAH BOUALEM 2022**, « principe de dimensionnement d'un déversoir d'orage », ENSH, Blida.
- **SALAH BOUALEM 2022**, « les ouvrages annexes », ENSH Blida.
- **TOUAÏBIA, B. (2004)**. Manuel pratique d'hydrologie. École Nationale Supérieure d'Hydraulique (ENSH), Blida.

Annexes N°1

Table du χ^2 .

TABLE DU χ^2

La table donne la probabilité α pour que χ^2 égale ou dépasse une valeur donnée, en fonction du nombre de degrés de liberté v .

Exemple : avec $v = 3$, pour $\chi^2 = 0,11$ la probabilité $\alpha = 0,99$.

α	0,99	0,975	0,95	0,90	0,10	0,05	0,025	0,01	0,001
v									
1	0,0002	0,001	0,004	0,016	2,71	3,84	5,02	6,63	10,83
2	0,02	0,05	0,10	0,21	4,61	5,99	7,38	9,21	13,82
3	0,11	0,22	0,35	0,58	6,25	7,81	9,35	11,34	16,27
4	0,30	0,48	0,71	1,06	7,78	9,49	11,14	13,28	18,47
5	0,55	0,83	1,15	1,61	9,24	11,07	12,83	15,09	20,51
6	0,87	1,24	1,64	2,20	10,64	12,59	14,45	16,81	22,46
7	1,24	1,69	2,17	2,83	12,02	14,07	16,01	18,48	24,32
8	1,65	2,18	2,73	3,49	13,36	15,51	17,53	20,09	26,12
9	2,09	2,70	3,33	4,17	14,68	16,92	19,02	21,67	27,88
10	2,56	3,25	3,94	4,87	15,99	18,31	20,48	23,21	29,59
11	3,05	3,82	4,57	5,58	17,28	19,68	21,92	24,73	31,26
12	3,57	4,40	5,23	6,30	18,55	21,03	23,34	26,22	32,91
13	4,11	5,01	5,89	7,04	19,81	22,36	24,74	27,69	34,53
14	4,66	5,63	6,57	7,79	21,06	23,68	26,12	29,14	36,12
15	5,23	6,26	7,26	8,55	22,31	25,00	27,49	30,58	37,70
16	5,81	6,91	7,96	9,31	23,54	26,30	28,85	32,00	39,25
17	6,41	7,56	8,67	10,09	24,77	27,59	30,19	33,41	40,79
18	7,01	8,23	9,39	10,86	25,99	28,87	31,53	34,81	42,31
19	7,63	8,91	10,12	11,65	27,20	30,14	32,85	36,19	43,82
20	8,26	9,59	10,85	12,44	28,41	31,41	34,17	37,57	45,31
21	8,90	10,28	11,59	13,24	29,62	32,67	35,48	38,93	46,80
22	9,54	10,98	12,34	14,04	30,81	33,92	36,78	40,29	48,27
23	10,20	11,69	13,09	14,85	32,01	35,17	38,08	41,64	49,73
24	10,86	12,40	13,85	15,66	33,20	36,42	39,36	42,98	51,18
25	11,52	13,12	14,61	16,47	34,38	37,65	40,65	44,31	52,62
26	12,20	13,84	15,38	17,29	35,56	38,89	41,92	45,64	54,05
27	12,88	14,57	16,15	18,11	36,74	40,11	43,19	46,96	55,48
28	13,56	15,31	16,93	18,94	37,92	41,34	44,46	48,28	56,89
29	14,26	16,05	17,71	19,77	39,09	42,56	45,72	49,59	58,30
30	14,95	16,79	18,49	20,60	40,26	43,77	46,98	50,89	59,70

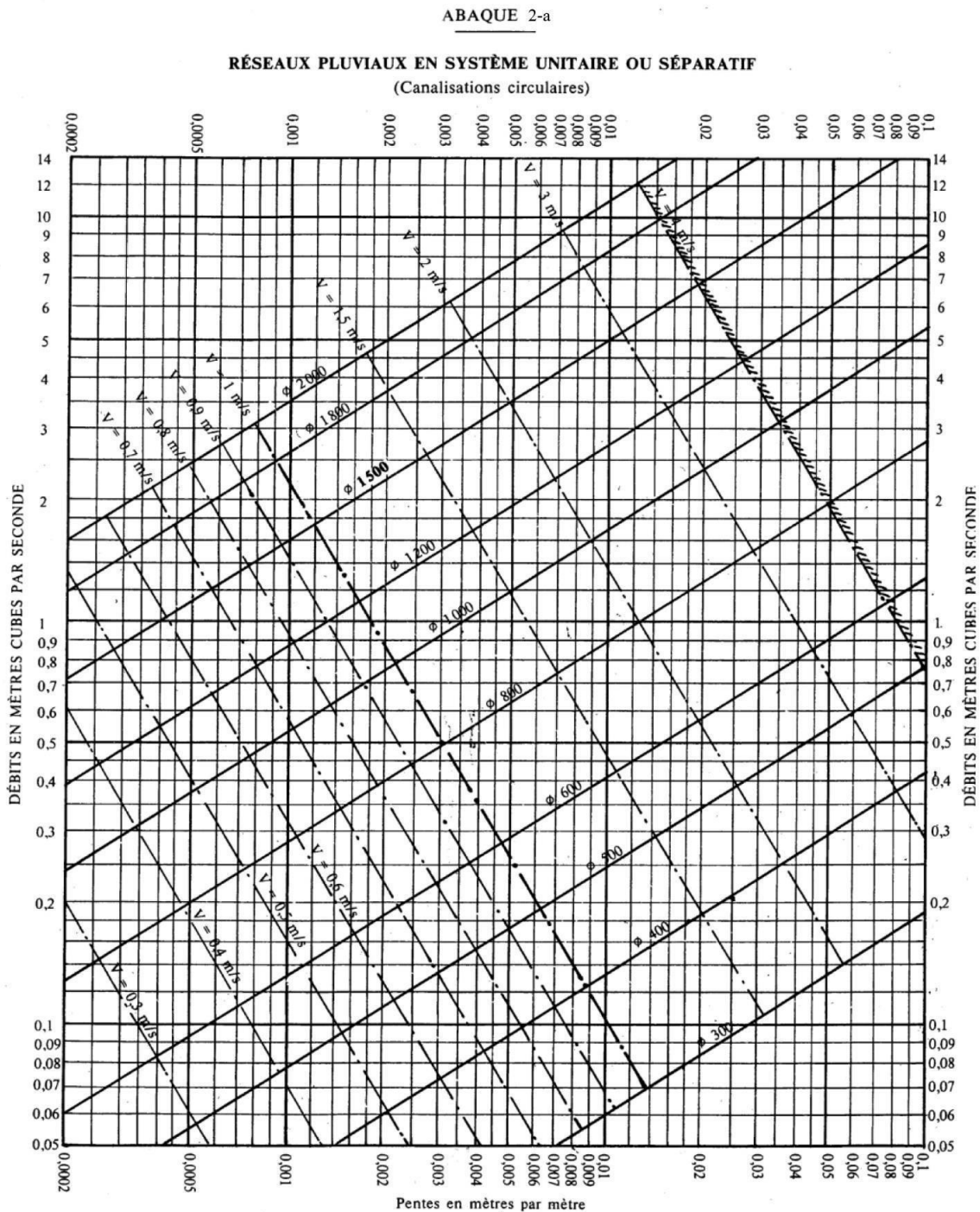
Annexes N°2

Tableau de coefficient correcteur (α) de l'intensité prenant en compte la distribution de la pluie dans l'espace,

(P-2) en	200	400	600	800	1000	1200	1400
$y < x/2$	0.91	0.88	0.85	0.83	0.81	0.79	0.77
$y > x/2$	0.9	0.86	0.83	0.8	0.78	0.76	0.75
(P-2) en	1600	1800	2000	2200	2400	2600	2800
$y < x/2$	0.76	0.75	0.73	0.72	0.7	0.69	0.68
$y > x/2$	0.72	0.7	0.69	0.67	0.66	0.64	0.63

Annexe N°3

Abaque N01 : réseaux pluviaux en système unitaire ou séparatif (canalisation circulaire)



Nota. - La valeur du coefficient de Bazin a été prise égale à 0,46. Lorsque la pose des canalisations aura été particulièrement soignée, et surtout si le réseau est bien entretenu, les débits pourront être majorés de 20 % ($\gamma = 0,30$). A débit égal, les pentes pourront être réduites d'un tiers.

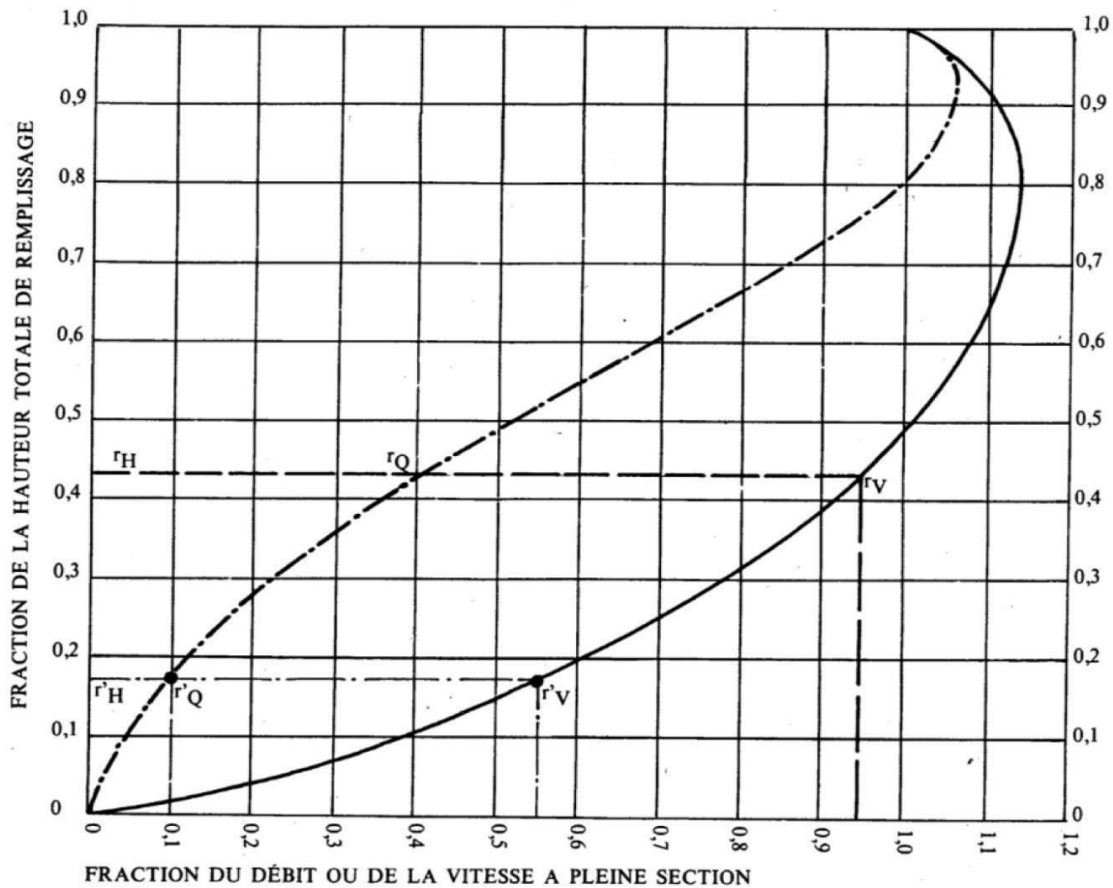
Annexe N°4

Abaque N°2: variations des débits et des vitesses en fonction du remplissage

ABAQUE 3-a

VARIATIONS DES DÉBITS ET DES VITESSES EN FONCTION DU REMPLISSAGE

a) Ouvrages circulaires



MODE D'EMPLOI.

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

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

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

Exemples :

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

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

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

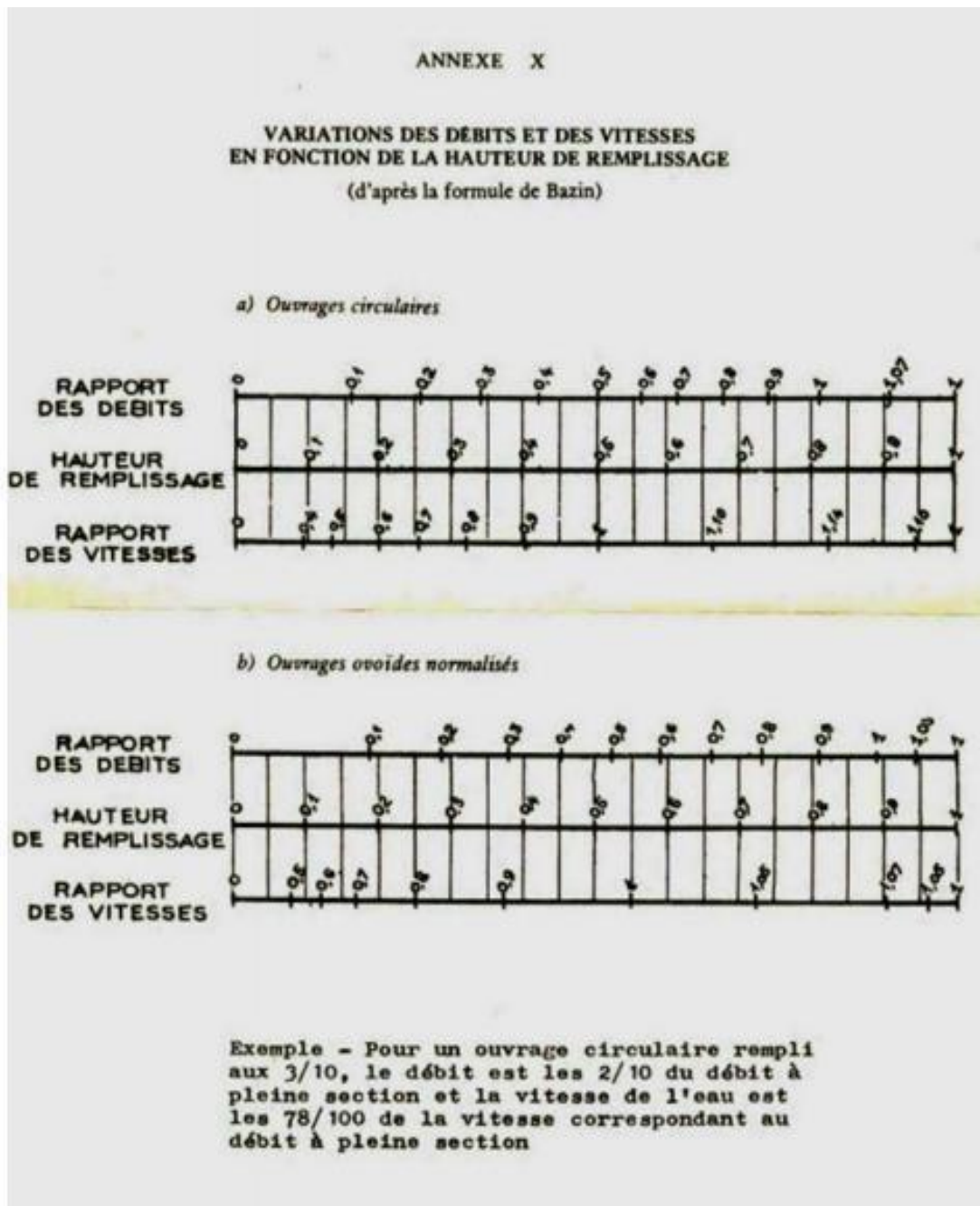
Le débit maximum ($r_Q = 1,07$) est obtenu avec $r_H = 0,95$.

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

Ces dernières conditions d'écoulement à caractère assez théorique ne peuvent être obtenues que dans des conditions très particulières d'expérimentation.

Annexe °5

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



Annexe N°6

Tableau N°1 : Estimation des débits

Surface élémentaire -1-

Tronçon	L(m)	Qmoy uni	Qtrançon	Qtransit	Qtotale(l/s)
R1-R2	50	0.39339	19.67	0.00	19.67
R2-R3	46.6	0.39339	18.33	19.67	38.00
R19-R20	40	0.39339	15.74	0.00	15.74
R20-R21	47	0.39339	18.49	15.74	34.22
R21-R23	43	0.39339	16.92	34.22	51.14
R22-R23	46	0.39339	18.10	0.00	18.10
R23-R25	46	0.39339	18.10	69.24	87.33
R24-R25	43	0.39339	16.92	0.00	16.92
R25-R3	45	0.39339	17.70	104.25	121.95
R3-R4	48.5	0.39339	19.08	159.95	179.03
R4-R5	55	0.39339	21.64	179.03	200.67
R26-R27	30	0.39339	11.80	0.00	11.80
R27-R30	55	0.39339	21.64	11.80	33.44
R28-R29	45	0.39339	17.70	0.00	17.70
R29-R30	45	0.39339	17.70	17.70	35.41
R30-R31	43	0.39339	16.92	68.84	85.76
R32-R31	55	0.39339	21.64	0.00	21.64
R31-R5	46	0.39339	18.10	107.40	125.49
R5-R6	45	0.39339	17.70	326.16	343.86
R6-R7	50	0.39339	19.67	343.86	363.53
R7-R8	45	0.39339	17.70	363.53	381.23
R37-R38	47	0.39339	18.49	0.00	18.49
R38-R39	45	0.39339	17.70	18.49	36.19
R39-R8	44	0.39339	17.31	36.19	53.50
R8-R66	48.5	0.39339	19.08	434.74	453.81
R9-R10	50	0.39339	19.67	0.00	19.67
R10-R11	46	0.39339	18.10	19.67	37.77
R11-R12	46	0.39339	18.10	37.77	55.86
R12-R13	53	0.39339	20.85	55.86	76.71
R13-R14	50	0.39339	19.67	76.71	96.38
R14-R15	47	0.39339	18.49	96.38	114.87
R15-R16	45	0.39339	17.70	114.87	132.57
R16-R17	44	0.39339	17.31	132.57	149.88
R17-R18	52	0.39339	20.46	149.88	170.34
R18-R36	46.7	0.39339	18.37	170.34	188.71
R33-R34	33	0.39339	12.98	0.00	12.98

Tronçon	L(m)	Qmoy uni	Qtrançon	Qtransit	Qtotale(l/s)
R34-36	50	0.39339	19.67	12.98	32.65
R35-R36	40	0.39339	15.74	0.00	15.74
R36-R48	45.3	0.39339	17.82	237.10	254.92
R47-R48	45	0.39339	17.70	0.00	17.70
R48-R49	36	0.39339	14.16	272.62	286.78
R49-R65	36.5	0.39339	14.36	286.78	301.14

Surface élémentaire -2-

Tronçon	L(m)	Qmoy uni	Qtrançon	Qtransit	Qtotale(l/s)
R55-R56	42	0.4876004	29.24	0.00	29.24
R56-R57	25	0.4876004	17.41	29.24	46.65
R57-R58	40	0.4876004	27.85	46.65	74.50
R58-R59	33	0.4876004	22.98	74.50	97.48
R59-R60	47	0.4876004	32.72	97.48	130.20
R60-R61	45	0.4876004	31.33	130.20	161.53
R61-R62	46	0.4876004	32.03	161.53	193.56
R62-R63	50	0.4876004	34.81	193.56	228.37
R63-R64	50	0.4876004	34.81	228.37	263.19
R40-R41	43	0.4876004	29.94	0.00	29.94
R41-R42	43	0.4876004	29.94	29.94	59.88
R42-R43	46	0.4876004	32.03	59.88	91.91
R43-R44	46	0.4876004	32.03	91.91	123.93
R44-R45	47	0.4876004	32.72	123.93	156.66
R45-R46	47	0.4876004	32.72	156.66	189.38
R46-R54	45	0.4876004	31.33	189.38	220.71
R50-R51	46	0.4876004	32.03	0.00	32.03
R51-R52	46	0.4876004	32.03	32.03	64.06
R52-R53	46	0.4876004	32.03	64.06	96.08
R53-R54	46	0.4876004	32.03	96.08	128.11
R54-R64	54	0.4876004	37.60	348.83	386.42
R64-R65	50	0.4876004	34.81	649.61	684.42
R65-R66	49.7	0.4876004	19.55	985.56	1005.12
R66-BD	50	0.3933904	19.67	1485.93	1478.6

Surface élémentaire -3-

Tronçon	L(m)	Qmoy uni	Qtrançon	Qtransit	Qtotale(l/s)
R67-R68	50	0.4876004	24.38	0	24.38
R68-R69	50	0.4876004	24.38	24.38	48.76
R69-R70	35	0.4876004	17.07	48.76	65.83
R70-R71	40	0.4876004	19.50	48.76	68.26
R71-R72	40	0.4876004	19.50	68.26	87.77
R72-R73	35	0.4876004	17.07	87.77	104.83
R73-R74	34	0.4876004	16.58	104.83	121.41
R74-R75	48	0.4876004	23.40	121.41	144.82
R75-R76	48	0.4876004	23.40	144.82	168.22
R76-R87	38	0.4876004	18.53	168.22	186.75
R77-R78	45	0.4876004	21.94	0.00	21.94
R78-R79	33	0.4876004	16.09	21.94	38.03
R79-R80	50	0.4876004	24.38	38.03	62.41
R80-R81	46	0.4876004	22.43	62.41	84.84
R81-R82	50	0.4876004	24.38	84.84	109.22
R82-R83	41	0.4876004	19.99	109.22	129.21
R83-R84	40	0.4876004	19.50	129.21	148.72
R84-R85	38	0.4876004	18.53	148.72	167.25
R85-R86	42	0.4876004	20.48	167.25	187.73
R86-R87	38	0.4876004	18.53	187.73	206.25
R87-R88	50	0.4876004	24.38	393.01	317.39
R88-R89	50	0.4876004	24.38	317.39	417.39
R89-R90	50	0.4876004	24.38	417.39	441.77
R90-R91	40	0.4876004	19.50	441.77	461.27
R91-R103	45	0.4876004	21.94	461.27	483.21
R92-R93	45	0.4876004	21.94	0.00	21.94
R93-R94	40	0.4876004	19.50	21.94	41.45
R94-R95	34	0.4876004	16.58	41.45	58.02
R95-R96	37	0.4876004	18.04	58.02	76.07
R96-R97	36	0.4876004	17.55	76.07	93.62
R97-R98	40	0.4876004	19.50	93.62	113.12
R98-R99	40	0.4876004	19.50	113.12	132.63
R99-R100	45	0.4876004	21.94	132.63	154.57
R100-R101	50	0.4876004	24.38	154.57	178.95
R101-R102	40	0.4876004	19.50	178.95	198.45
R102-R103	40	0.4876004	19.50	198.45	217.96
R103-R104	35	0.4876004	17.07	701.17	718.24
R104-R105	40	0.4876004	19.50	718.24	737.74

Tronçon	L(m)	Qmoy uni	Qtrançon	Qtransit	Qtotale(l/s)
R105-R106	40	0.4876004	19.50	737.74	757.24
R106-R107	50	0.4876004	24.38	757.24	781.62
R107-R108	30	0.4876004	14.63	781.62	796.25
R108-R109	50	0.4876004	24.38	796.25	820.63
R109-R110	35	0.4876004	17.07	820.63	837.70
R110-R111	50	0.4876004	24.38	837.70	862.08
R111-R'1	30	0.4876004	14.63	862.08	876.71

Surface élémentaire -4-

Tronçon	L(m)	Qmoy uni	Qtrançon	Qtransit	Qtotale(l/s)
R128-R129	47	0.7194662	33.81	0	33.81
R129-R130	45	0.7194662	32.38	33.81	66.19
R130-R131	45	0.7194662	32.38	66.19	98.57
R123-R125	42	0.7194662	30.22	0	30.22
R124-R125	44	0.7194662	31.66	0	31.66
R125-R126	36	0.7194662	25.90	61.87	87.77
R126-R127	34	0.7194662	24.46	87.77	112.24
R127-R131	42	0.7194662	30.22	112.24	142.45
R131-R132	36	0.7194662	25.90	241.02	266.92
R132-R133	37.5	0.7194662	26.98	266.92	293.90
R112-R113	40	0.7194662	28.78	0	28.78
R113-R114	30	0.7194662	21.58	28.78	50.36
R114-R115	40	0.7194662	28.78	50.36	79.14
R115-R116	35	0.7194662	25.18	79.14	104.32
R116-R119	38	0.7194662	27.34	104.32	131.66
R117-R118	42	0.7194662	30.22	0	30.22
R118-R119	50	0.7194662	35.97	30.22	66.19
R119-R120	40	0.7194662	28.78	197.85	226.63
R120-R121	46	0.7194662	33.10	226.63	259.73
R121-R122	47	0.7194662	33.81	259.73	293.54
R122-R133	50	0.7194662	35.97	293.54	329.52
R133-R134	39	0.7194662	28.06	623.42	651.48
R134-R137	38	0.7194662	27.34	651.48	678.82
R135-R136	47	0.7194662	33.81	0	33.81
R136-R137	50	0.7194662	35.97	33.81	69.79
R137-R138	53	0.7194662	38.13	748.60	786.74
R138-R150	55	0.7194662	39.57	786.74	826.31
R139-R140	40	0.7194662	28.78	0	28.78
R140-R141	45	0.7194662	32.38	28.78	61.15
R141-R142	40	0.7194662	28.78	61.15	89.93

Tronçon	L(m)	Qmoy uni	Qtrançon	Qtransit	Qtotale(l/s)
R142-R143	53	0.7194662	38.13	89.93	128.06
R143-R147	53.6	0.7194662	38.56	128.06	166.63
R144-R145	50	0.7194662	35.97	0	35.97
R145-R146	46	0.7194662	33.10	35.97	69.07
R146-R147	50	0.7194662	35.97	69.07	105.04
R147-R148	49	0.7194662	35.25	271.67	306.92
R148-R149	49	0.7194662	35.25	306.92	342.18
R149-R150	50	0.7194662	35.97	342.18	378.15

Surface élémentaire -5-

Tronçon	L(m)	Qmoy uni	Qtrançon	Qtransit	Qtotale(l/s)
R199-R200	40	0.6029775	24.12	0	24.12
R200-R201	50	0.6029775	30.15	24.12	54.27
R201-R202	50	0.6029775	30.15	54.27	84.42
R202-R203	50	0.6029775	30.15	84.42	114.57
R203-R204	48	0.6029775	28.94	114.57	143.51
R204-R205	37	0.6029775	22.31	143.51	165.82
R205-R206	36	0.6029775	21.71	165.82	187.53
R206-R207	36	0.6029775	21.71	187.53	209.23
R207-R208	40	0.6029775	24.12	209.23	233.35
R208-R209	34	0.6029775	20.50	233.35	253.85
R209-R220	40.6	0.6029775	24.48	253.85	278.33
R210-R211	50	0.6029775	30.15	0	30.15
R211-R212	45	0.6029775	27.13	30.15	57.28
R212-R213	50	0.6029775	30.15	57.28	87.43
R213-R214	40	0.6029775	24.12	87.43	111.55
R214-R215	35	0.6029775	21.10	111.55	132.66
R215-R216	40	0.6029775	24.12	132.66	156.77
R216-R217	34	0.6029775	20.50	156.77	177.28
R217-R218	40	0.6029775	24.12	177.28	201.39
R218-R219	35	0.6029775	21.10	201.39	222.50
R219-R220	40	0.6029775	24.12	222.50	246.62
R220-R221	50	0.6029775	30.15	524.95	555.10
R221-R222	50	0.6029775	30.15	555.10	585.25
R222-R232	48	0.6029775	28.94	585.25	614.19

Tronçon	L(m)	Qmoy uni	Qtrançon	Qtransit	Qtotale(l/s)
R223-R224	47	0.6029775	28.34	0	28.34
R224-R225	45	0.6029775	27.13	28.34	55.47
R225-R226	45	0.6029775	27.13	55.47	82.61
R226-R227	45	0.6029775	27.13	82.61	109.74
R227-R228	50	0.6029775	30.15	109.74	139.89
R228-R229	40	0.6029775	24.12	139.89	164.01
R229-R230	34	0.6029775	20.50	164.01	184.51
R230-R231	36	0.6029775	21.71	184.51	206.22
R231-R232	40	0.6029775	24.12	206.22	230.34
R232-R233	47	0.6029775	28.34	844.53	872.87
R233-R240	33	0.6029775	19.90	872.87	892.77
R234-R235	50	0.6029775	30.15	0	30.15
R235-R236	45	0.6029775	27.13	30.15	57.28
R236-R237	45	0.6029775	27.13	57.28	84.42
R237-R238	45	0.6029775	27.13	84.42	111.55
R238-239	50	0.6029775	30.15	111.55	141.70
R239-R240	48.7	0.6029775	29.37	141.70	171.06

Surface élémentaire -6-

Tronçon	L(m)	Qmoy uni	Qtrançon	Qtransit	Qtotale(l/s)
R247-R248	50	0.5698075	28.49	0.00	28.49
R248-R249	50	0.5698075	28.49	28.49	56.98
R249-R255	50	0.5698075	28.49	56.98	85.47
R250-R251	33	0.5698075	18.80	0.00	18.80
R251-R252	32	0.5698075	18.23	18.80	37.04
R252-R253	28	0.5698075	15.95	37.04	52.99
R253-R254	31	0.5698075	17.66	52.99	70.66
R254-R255	35	0.5698075	19.94	70.66	90.60
R255-R256	33	0.5698075	18.80	176.07	194.87
R256-R257	31	0.5698075	17.66	194.87	212.54
R257-R258	35.6	0.5698075	20.29	212.54	232.82
R258-R261	53	0.5698075	30.20	232.82	263.02
R259-R260	46	0.5698075	26.21	0.00	26.21
R260-R261	38	0.5698075	21.65	26.21	47.86
R261-R279	51	0.5698075	29.06	310.89	339.95
R262-R263	45	0.5698075	25.64	0.00	25.64
R263-R264	45	0.5698075	25.64	25.64	51.28
R264-R265	52	0.5698075	29.63	51.28	80.91
R265-R266	25	0.5698075	14.25	80.91	95.16

Tronçon	L(m)	Qmoy uni	Qtrançon	Qtransit	Qtotale(l/s)
R266-R267	52	0.5698075	29.63	95.16	124.79
R267-R268	46	0.5698075	26.21	124.79	151.00
R268-R269	44.3	0.5698075	25.24	151.00	176.24
R269-R270	32.6	0.5698075	18.58	176.24	194.82
R270-R271	45	0.5698075	25.64	194.82	220.46
R271-R272	50	0.5698075	28.49	220.46	248.95
R272-R273	40	0.5698075	22.79	248.95	271.74
R273-R274	55	0.5698075	31.34	271.74	303.08
R274-R275	55	0.5698075	31.34	303.08	334.42
R275-R276	55	0.5698075	31.34	334.42	365.76
R276-R277	52	0.5698075	29.63	365.76	395.39
R277-R278	34	0.5698075	19.37	395.39	414.76
R278-R279	54	0.5698075	30.77	414.76	445.53
R279-R297	35.8	0.5698075	20.40	785.48	805.88
R280-R281	52	0.5698075	29.63	0.00	29.63
R281-R288	55	0.5698075	31.34	29.63	60.97
R282-R283	37.8	0.5698075	21.54	0.00	21.54
R283-R284	34	0.5698075	19.37	21.54	40.91
R284-R285	32	0.5698075	18.23	40.91	59.15
R285-R286	49.5	0.5698075	28.21	59.15	87.35
R286-R287	45	0.5698075	25.64	87.35	112.99
R287-R288	50	0.5698075	28.49	112.99	141.48
R288-R289	55	0.5698075	31.34	202.45	233.79
R289-R293	37	0.5698075	21.08	233.79	254.87
R290-R291	43	0.5698075	24.50	0.00	24.50
R291-R292	41	0.5698075	23.36	24.50	47.86
R292-R293	41	0.5698075	23.36	47.86	71.23
R293-R294	43	0.5698075	24.50	326.10	350.60
R294-R295	32	0.5698075	18.23	350.60	368.84
R295-R296	54	0.5698075	30.77	368.84	399.61
R296-R297	54.7	0.5698075	31.17	399.61	430.77
R297-R298	40	0.5698075	22.79	1236.65	1259.45
R298-R299	44	0.5698075	25.07	1259.45	1284.52
R299-R300	42	0.5698075	23.93	1284.52	1308.45
R300-R301	51	0.5698075	29.06	1308.45	1337.51
R301-R302	50	0.5698075	28.49	1337.51	1366.00
R302-R303	50	0.5698075	28.49	1366.00	1394.49
R303-R305	49	0.5698075	27.92	1394.49	1422.41
R304-R305	45	0.5698075	25.64	0.00	25.64
R305-R306	40	0.5698075	22.79	1448.05	1470.84
R306-R307	40	0.5698075	22.79	1470.84	1493.64

Tronçon	L(m)	Qmoy uni	Qtrançon	Qtransit	Qtotale(l/s)
R307-R316	40	0.5698075	22.79	1493.64	1516.43
R308-R309	40	0.5698075	22.79	0.00	22.79
R309-R310	53	0.5698075	30.20	22.79	52.99
R310-R311	50	0.5698075	28.49	52.99	81.48
R311-R312	50	0.5698075	28.49	81.48	109.97
R312-R313	45	0.5698075	25.64	109.97	135.61
R313-R314	40	0.5698075	22.79	135.61	158.41
R314-R315	44	0.5698075	25.07	158.41	183.48
R315-R316	37	0.5698075	21.08	183.48	204.56
R316-R317	35	0.5698075	19.94	1720.99	1740.93
R317-R318	45	0.5698075	25.64	1740.93	1766.57
R240-R241	60	0.5698075	39.32	1740.93	1780.25
R241-R242	40	0.5698075	26.21	1780.25	1806.46
R242-R243	35	0.5698075	22.94	1806.46	1829.40
R243-R244	45	0.5698075	29.49	1829.40	1858.88
R244-R245	45	0.5698075	29.49	1858.88	1888.37
R245-R246	45	0.5698075	29.49	1888.37	1917.86
R246-R318	51.3	0.5698075	33.62	1917.86	1951.48
R318-R319	30	0.5698075	19.66	3040.95	3060.61
R319-R320	45	0.5698075	29.49	3060.61	3090.10
R320-R321	50	0.5698075	32.76	5702.90	5735.66

Surface élémentaire -7-

Tronçon	L(m)	Qmoy uni	Qtrançon	Qtransit	Qtotale(l/s)
R162-R163	46	0.6552866	30.14	0.00	30.14
R163-R167	50	0.6552866	32.76	30.14	62.91
R156-R157	40	0.6552866	26.21	0.00	26.21
R157-R158	40	0.6552866	26.21	26.21	52.42
R158-R161	35	0.6552866	22.94	52.42	75.36
R159-R160	32	0.6552866	20.97	0.00	20.97
R160-R161	40	0.6552866	26.21	20.97	47.18
R161-R167	73.2	0.6552866	47.97	122.54	170.51
R164-R165	47	0.6552866	30.80	0.00	30.80
R165-R166	47	0.6552866	30.80	30.80	61.60
R166-R167	47	0.6552866	30.80	61.60	92.40
R167-R168	32	0.6552866	20.97	325.81	346.78
R168-R184	41.7	0.6552866	27.33	346.78	374.10
R169-R170	50	0.6552866	32.76	0.00	32.76
R170-R171	45	0.6552866	29.49	32.76	62.25
R171-R184	45	0.6552866	29.49	62.25	91.74
R172-R173	45	0.6552866	29.49	0.00	29.49
R173-R174	45	0.6552866	29.49	29.49	58.98
R174-R176	45	0.6552866	29.49	58.98	88.46
R175-R176	40	0.6552866	26.21	0.00	26.21
R176-R177	40	0.6552866	26.21	114.68	140.89
R177-R180	33.4	0.6552866	21.89	140.89	162.77
R178-R179	36	0.6552866	23.59	0.00	23.59
R179-R180	42	0.6552866	27.52	23.59	51.11
R180-R181	45	0.6552866	29.49	213.89	243.37
R181-R182	45	0.6552866	29.49	243.37	272.86
R182-R183	50	0.6552866	32.76	272.86	305.63
R183-R184	50	0.6552866	32.76	305.63	338.39
R184-R185	40	0.6552866	26.21	804.23	830.44
R185-R188	37.8	0.6552866	24.77	830.44	855.21
R186-R187	50	0.6552866	32.76	0.00	32.76
R187-R188	50	0.6552866	32.76	32.76	65.53
R188-R189	42.4	0.6552866	27.78	920.74	948.53
R190-R191	50	0.6552866	32.76	0.00	32.76
R191-R192	50	0.6552866	32.76	32.76	65.53
R192-R193	49.9	0.6552866	32.70	65.53	98.23
R193-R189	49.8	0.6552866	32.63	98.23	130.86
R189-R194	40	0.6552866	26.21	1079.39	1105.60
R194-R195	32	0.6552866	20.97	1105.60	1126.57
R195-R155	35	0.6552866	22.94	1126.57	1149.50
R150-R151	50	0.6552866	32.76	1204.46	1237.22
R151-R152	50	0.6552866	32.76	1237.22	1269.99

Tronçon	L(m)	Qmoy uni	Qtrançon	Qtransit	Qtotale(l/s)
R152-R153	50	0.6552866	32.76	1269.99	1302.75
R153-R154	50	0.6552866	32.76	1302.75	1335.52
R154-R155	50	0.6552866	32.76	1335.52	1368.28
R155-R196	45	0.6552866	29.49	2517.78	2547.27
R196-R198	50	0.6552866	32.76	2547.27	2580.04
R198-R320	50	0.6552866	32.76	2580.04	2612.80

Surface élémentaire -8-

Tronçon	L(m)	Qmoy uni	Qtrançon	Qtransit	Qtotale(l/s)
R333-R334	50	0.9401545	47.01	0.00	47.01
R334-R335	50	0.9401545	47.01	47.01	94.02
R335-R336	50	0.9401545	47.01	94.02	141.02
R336-R337	20	0.9401545	18.80	141.02	159.83
R337-R338	40	0.9401545	37.61	159.83	197.43
R338-R339	45	0.9401545	42.31	197.43	239.74
R339-R346	49	0.9401545	46.07	239.74	285.81
R340-R341	46	0.9401545	43.25	0.00	43.25
R341-R344	47	0.9401545	44.19	43.25	87.43
R342-R343	54.5	0.9401545	51.24	0.00	51.24
R343-R344	43.7	0.9401545	41.08	51.24	92.32
R344-R345	51.4	0.9401545	48.32	179.76	228.08
R345-R346	45	0.9401545	42.31	228.08	270.39
R346-R347	35	0.9401545	32.91	556.20	589.10
R347-R348	45	0.9401545	42.31	589.10	631.41
R348-R349	37	0.9401545	34.79	631.41	666.19
R349-R350	43	0.9401545	40.43	666.19	706.62
R350-R351	40	0.9401545	37.61	706.62	744.23
R351-R356	40	0.9401545	37.61	744.23	781.83
R352-R353	50	0.9401545	47.01	0.00	47.01
R353-R354	46	0.9401545	43.25	47.01	90.25
R354-R355	40	0.9401545	37.61	90.25	127.86
R355-R356	40	0.9401545	37.61	127.86	165.47
R356-R357	40	0.9401545	37.61	947.30	984.91
R357-R364	43	0.9401545	40.43	984.91	1025.33
R358-R359	35	0.9401545	32.91	0.00	32.91
R359-R361	35	0.9401545	32.91	32.91	65.81
R360-R361	40	0.9401545	37.61	0.00	37.61
R361-R362	42	0.9401545	39.49	103.42	142.90
R362-R363	42	0.9401545	39.49	142.90	182.39
R363-R364	44.5	0.9401545	41.84	182.39	224.23
R364-R365	40	0.9401545	37.61	1249.56	1287.17
R365-R369	48	0.9401545	45.13	1287.17	1332.29
R366-R367	50	0.9401545	47.01	0.00	47.01
R367-R368	50	0.9401545	47.01	47.01	94.02
R368-R369	47.7	0.9401545	44.85	94.02	138.86

Tronçon	L(m)	Qmoy uni	Qtrançon	Qtransit	Qtotale(l/s)
R369-R370	34.6	0.9401545	32.53	1471.15	1503.68
R370-R371	38.8	0.9401545	36.48	1503.68	1540.16
R322-R323	50	0.9401545	47.01	0.00	47.01
R323-R324	50	0.9401545	47.01	47.01	94.02
R324-R325	50	0.9401545	47.01	94.02	141.02
R325-R326	50	0.9401545	47.01	141.02	188.03
R326-R327	50	0.9401545	47.01	188.03	235.04
R327-R328	50	0.9401545	47.01	235.04	282.05
R328-R329	50	0.9401545	47.01	282.05	329.05
R329-R330	50	0.9401545	47.01	329.05	376.06
R330-R331	50	0.9401545	47.01	376.06	423.07
R331-R332	50	0.9401545	47.01	423.07	470.08
R332-R371	50	0.9401545	47.01	470.08	517.08
R371-R372	50	0.9401545	47.01	2057.25	2104.25
R372-R373	50	0.9401545	47.01	2104.25	2151.26
R373-R374	50	0.9401545	47.01	2151.26	2198.27
R374-R375	49.3	0.9401545	46.35	2198.27	2244.62
R375-R376	50	0.9401545	47.01	2244.62	2291.63
R376-R377	42	0.9401545	39.49	2291.63	2331.11

Surface élémentaire -9-

Tronçon	L(m)	Qmoy uni	Qtrançon	Qtransit	Qtotale(l/s)
R'1-R'2	37	0.3222465	11.92	876.71	888.63
R'2-R'3	50	0.3222465	16.11	888.63	904.74
R'3-R'4	50	0.3222465	16.11	904.74	920.85
R'4-R'5	50	0.3222465	16.11	920.85	936.97
R'5-R'6	50	0.3222465	16.11	936.97	953.08
R'6-R'7	50	0.3222465	16.11	953.08	969.19
R'7-R'8	50	0.3222465	16.11	969.19	985.30
R'8-R'9	50	0.3222465	16.11	985.30	1001.41
R'9-R'10	50	0.3222465	16.11	1001.41	1017.53
R'10-R'11	50	0.3222465	16.11	1017.53	1033.64
R'11-R'12	50	0.3222465	16.11	1033.64	1049.75
R'12-R'13	50	0.3222465	16.11	1049.75	1065.86
R'13-R'14	50	0.3222465	16.11	1065.86	1081.98
R'14-R'15	50	0.3222465	16.11	1081.98	1098.09
R'15-R'16	50	0.3222465	16.11	1098.09	1114.20
R'16-R'17	50	0.3222465	16.11	1114.20	1130.31

Tronçon	L(m)	Qmoy uni	Qtrançon	Qtransit	Qtotale(l/s)
R321-R'17	27.8	0.3222465	8.96	5735.66	5744.62
R'17-R'18	50	0.3222465	16.11	6874.93	6891.05
R'18-R'19	50	0.3222465	16.11	6891.05	6907.16
R'19-R'20	50	0.3222465	16.11	6907.16	6923.27
R'20-R'21	50	0.3222465	16.11	6923.27	6939.38
R'21-R'22	50	0.3222465	16.11	6939.38	6955.50
R'22-R'23	50	0.3222465	16.11	6955.50	6971.61
R'23-R'24	50	0.3222465	16.11	6971.61	6987.72
R'24-R'25	50	0.3222465	16.11	6987.72	7003.83
R'25-R'26	50	0.3222465	16.11	7003.83	7019.95
R'26-R'27	50	0.3222465	16.11	7019.95	7036.06
R'27-R'28	50	0.3222465	16.11	7036.06	7052.17
R'28-R'29	50	0.3222465	16.11	7052.17	7068.28
R'29-R'30	50	0.3222465	16.11	7068.28	7084.39
R'30-R'31	50	0.3222465	16.11	7084.39	7100.51
R'31-R'32	50	0.3222465	16.11	7100.51	7116.62
R'32-R'33	50	0.3222465	16.11	7116.62	7132.73
R'33-R'34	50	0.3222465	16.11	7132.73	7148.84
R'34-R'35	50	0.3222465	16.11	7148.84	7164.96
R'35-R'36	50	0.3222465	16.11	7164.96	7181.07
R'36-R'37	50	0.3222465	16.11	7181.07	7197.18
R'37-R'38	50	0.3222465	16.11	7197.18	7213.29
R'38-R'39	50	0.3222465	16.11	7213.29	7229.41
R'39-R'40	50	0.3222465	16.11	7229.41	7245.52
R'40-R'41	50	0.3222465	16.11	7245.52	7261.63
R377-R387	42	0.3222465	13.53	2331.11	2344.65
R378-R379	50	0.3222465	16.11	0.00	16.11
R379-R380	50	0.3222465	16.11	16.11	32.22

Tronçon	L(m)	Qmoy uni	Qtrançon	Qtransit	Qtotale(l/s)
R380-R381	50	0.3222465	16.11	32.22	48.34
R381-R382	51.9	0.3222465	16.72	48.34	65.06
R382-R383	50	0.3222465	16.11	65.06	81.17
R383-R384	53.7	0.3222465	17.30	81.17	98.48
R384-R385	50	0.3222465	16.11	98.48	114.59
R385-R386	50	0.3222465	16.11	114.59	130.70
R386-R387	36	0.3222465	11.60	130.70	142.30
R387-R'42	42.6	0.3222465	13.73	2486.95	2500.68
R'41-R'42	50	0.3222465	16.11	7261.63	7277.74
R'42-R'43	50	0.3222465	16.11	9778.42	9794.53
R'43-R'44	50	0.3222465	16.11	9794.53	9810.65
R'44-R'45	50	0.3222465	16.11	9810.65	9826.76
R'45-R'46	50	0.3222465	16.11	9826.76	9842.87
R'46-R'47	35	0.3222465	11.28	9842.87	9854.15
R'47-R'48	36	0.3222465	11.60	9854.15	9865.75
R'48-R'49	50	0.3222465	14.25	9865.75	9880.00
R'49-RO	80	0.3222465	25.78	2044.23	2070.00
R'49-RDO	40	0.3222465	12.89	7797.12	7810.00

Tableau N°2 : Calcul des paramètres hydraulique

Surface élémentaire -1-

Tronçon	L(m)	débit (L/s)	pente du radier (%)	Dcal (mm)	D(mm)	Pleine section		Rq	Rh	Rv	H (mm)	V (m/s)	V (1/10 Qps) m/s	Condition
						Qps (l/s)	Vps (m/s)							
R1-R2	50	19.67	1.37	182.89	315	167.43	2.15	0.12	0.2	0.62	63	1.32	1.14	Vérifie
R2-R3	46.6	38.00	3.91	149.68	315	283.13	3.63	0.13	0.21	0.63	66.15	2.30	1.92	Vérifie
R19-R20	40	15.74	0.35	169.05	315	84.74	1.09	0.19	0.26	0.72	81.9	0.78	0.58	Vérifie
R20-R21	47	34.22	0.36	224.85	315	86.14	1.10	0.40	0.43	0.93	135.45	1.03	0.59	Vérifie
R21-R23	43	51.14	0.56	225.74	315	107.01	1.37	0.48	0.485	0.99	152.775	1.35	0.73	Vérifie
R22-R23	46	18.10	0.35	164.04	315	84.48	1.08	0.21	0.28	0.75	88.2	0.81	0.57	Vérifie
R23-R25	46	87.33	0.43	271.03	315	94.45	1.21	0.92	0.81	1.14	255.15	1.38	0.64	Vérifie
R24-R25	43	16.92	0.42	154.61	315	92.67	1.19	0.18	0.25	0.70	78.75	0.83	0.63	Vérifie
R25-R3	45	121.95	1.56	334.10	315	178.65	2.29	0.68	0.6	1.07	189	2.46	1.21	Vérifie
R3-R4	48.5	179.03	3.46		315	266.59	3.42	0.67	0.62	1.08	195.3	3.71	1.81	Vérifie
R4-R5	55	200.67	3.93	268.40	315	283.86	3.64	0.71	0.65	1.10	204.75	4.00	1.93	Vérifie
R26-R27	30	11.80	2.47	97.20	315	224.96	2.89	0.05	0.12	0.45	37.8	1.30	1.529	Vérifie
R27-R30	55	33.44	4.42	209.06	315	301.07	3.86	0.11	0.18	0.58	56.7	2.23	2.047	Vérifie
R28-R29	45	17.70	1.96	127.97	315	200.30	2.57	0.09	0.17	0.56	53.55	1.43	1.362	Vérifie

Tronçon	L(m)	débit (L/s)	pente du radier (%)	Dcal (mm)	D(mm)	Pleine section		Rq	Rh	Rv	H (mm)	V (m/s)	V (1/10 Qps) m/s	Condition
						Qps (l/s)	Vps (m/s)							
R29-R30	45	35.41	3.20	151.32	315	256.23	3.29	0.14	0.22	0.65	69.3	2.14	1.742	Vérifie
R30-R31	43	85.76	4.19	196.57	315	293.06	3.76	0.29	0.345	0.84	108.675	3.14	1.992	Vérifie
R32-R31	55	21.64	4.11	116.42	315	290.35	3.72	0.07	0.14	0.50	44.1	1.84	1.974	Vérifie
R31-R5	46	125.49	2.91	247.52	315	244.47	3.14	0.51	0.51	1.01	160.65	3.16	1.662	Vérifie
R5-R6	45	343.86	2.22	273.62	400	403.75	3.21	0.85	0.72	1.13	288	3.62	1.702	Vérifie
R6-R7	50	363.53	0.74	374.38	500	422.44	2.15	0.86	0.76	1.14	380	2.44	1.140	Vérifie
R7-R8	45	381.23	0.64	338.65	500	394.22	2.01	0.97	0.85	1.14	425	2.28	1.064	Vérifie
R37-R38	47	18.49	0.53	166.03	315	104.47	1.34	0.18	0.25	0.70	78.75	0.94	0.710	Vérifie
R38-R39	45	36.19	0.42	180.35	315	93.07	1.19	0.39	0.42	0.92	132.3	1.10	0.633	Vérifie
R39-R8	44	53.50	3.95	178.30	315	284.84	3.65	0.19	0.26	0.72	81.9	2.62	1.936	Vérifie
R8-R66	48.5	453.81	0.57	345.13	630	686.55	2.20	0.66	0.61	1.08	384.3	2.37	1.167	Vérifie
R9-R10	50	19.67	0.34	184.81	315	83.52	1.07	0.24	0.31	0.79	97.65	0.85	0.57	Vérifie
R10-R11	46	37.77	0.59	192.02	315	109.74	1.41	0.34	0.385	0.89	121.275	1.25	0.75	Vérifie
R11-R12	46	55.86	0.49	210.70	315	100.57	1.29	0.56	0.54	1.03	170.1	1.33	0.68	Vérifie
R12-R13	53	76.71	0.80	208.93	315	128.24	1.64	0.60	0.57	1.05	179.55	1.73	0.87	Vérifie

Tronçon	L(m)	débit (L/s)	pente du radier (%)	Dcal (mm)	D(mm)	Pleine section		Rq	Rh	Rv	H (mm)	V (m/s)	V (1/10 Qps) m/s	Condition
						Qps (l/s)	Vps (m/s)							
R13-R14	50	96.38	0.66	262.36	315	116.32	1.49	0.83	0.735	1.13	231.525	1.69	0.79	Vérifie
R14-R15	47	114.87	0.83	303.02	315	130.48	1.67	0.88	0.77	1.14	242.55	1.90	0.89	Vérifie
R15-R16	45	132.57	1.24	375.36	315	159.61	2.05	0.83	0.735	1.13	231.525	2.31	1.09	Vérifie
R16-R17	44	149.88	4.26	246.42	315	295.47	3.79	0.51	0.51	1.01	160.65	3.82	2.01	Vérifie
R17-R18	52	170.34	2.59	283.66	315	230.73	2.96	0.74	0.67	1.11	211.05	3.28	1.57	Vérifie
R18-R36	46.7	188.71	3.39	263.99	315	263.62	3.38	0.72	0.655	1.10	206.325	3.73	1.79	Vérifie
R33-R34	33	12.98	4.00	95.86	315	286.47	3.67	0.05	0.12	0.45	37.8	1.65	1.95	Vérifie
R34-R36	50	32.65	4.37	138.48	315	299.33	3.84	0.11	0.19	0.60	59.85	2.29	2.03	Vérifie
R35-R36	40	15.74	3.18	103.94	315	255.59	3.28	0.06	0.13	0.47	40.95	1.55	1.74	Vérifie
R36-R48	45.3	254.92	1.40	370.18	400	321.02	2.55	0.79	0.705	1.12	282	2.86	1.35	Vérifie
R47-R48	45	17.70	3.67	111.33	315	274.28	3.52	0.06	0.13	0.47	40.95	1.66	1.9	Vérifie
R48-R49	36	286.78	2.53	456.22	400	430.61	3.43	0.67	0.62	1.08	248	3.71	1.815	Vérifie
R49-R65	36.5	301.14	1.89	474.68	400	372.39	2.96	0.81	0.72	1.13	288	3.34	1.570	Vérifie

Surface élémentaire -2-

Tronçon	L(m)	débit (L/s)	pente du radier (%)	Dcal (mm)	D(mm)	Plaine section		Rq	Rh	Rv	H (mm)	V (m/s)	V (1/10 Qps) m/s	Condition
						Qps (l/s)	Vps (m/s)							
R55-R56	42	29.24	4.7	129.95	315	309.75	3.97	0.09	0.16	0.54	50.4	2.14	0.16	Vérifie
R56-R57	25	46.65	4.8	154.18	315	313.16	4.02	0.15	0.23	0.67	72.45	2.68	0.23	Vérifie
R57-R58	40	74.50	3.27	197.33	315	259.02	3.32	0.29	0.345	0.84	108.675	2.78	0.345	Vérifie
R58-R59	33	97.48	4.15	208.76	315	291.64	3.74	0.33	0.38	0.88	119.7	3.29	0.38	Vérifie
R59-R60	47	130.20	4.13	232.87	315	291.08	3.73	0.45	0.465	0.97	146.475	3.62	0.465	Vérifie
R60-R61	45	161.53	1.26	315.64	315	160.49	2.06	1.01	0.52	1.02	163.8	2.09	0.52	Vérifie
R61-R62	46	193.56	4.75	263.16	315	312.33	4.01	0.62	0.5	1.00	157.5	4.01	0.5	Vérifie
R62-R63	50	228.37	3.34	299.20	315	261.67	3.36	0.87	0.765	1.14	240.975	3.81	0.765	Vérifie
R63-R64	50	263.19	1.09	389.31	400	282.59	2.25	0.93	0.82	1.14	328	2.56	0.82	Vérifie
R40-R41	43	29.94	4.74	130.74	315	311.98	4.00	0.10	0.18	0.58	56.7	2.31	0.18	Vérifie
R41-R42	43	59.88	1.81	203.05	315	192.91	2.47	0.31	0.36	0.86	113.4	2.12	0.36	Vérifie
R42-R43	46	91.91	3.55	210.25	315	269.82	3.46	0.34	0.385	0.89	121.275	3.06	0.385	Vérifie
R43-R44	46	123.93	1.52	275.82	315	176.41	2.26	0.70	0.64	1.09	201.6	2.48	0.64	Vérifie
R44-R45	47	156.66	1.40	305.67	315	169.55	2.17	0.92	0.81	1.14	255.15	2.48	0.81	Vérifie
R45-R46	47	189.38	4.58	262.85	315	306.55	3.93	0.62	0.585	1.06	184.275	4.18	0.585	Vérifie
R46-R54	45	220.71	4.34	281.15	315	298.54	3.83	0.74	0.665	1.11	209.475	4.24	0.665	Vérifie

Tronçon	L(m)	débit (L/s)	pente du radier (%)	Dcal (mm)	D(mm)	Pleine section		Rq	Rh	Rv	H (mm)	V (m/s)	V (1/10 Qps) m/s	Condition
						Qps (l/s)	Vps (m/s)							
R50-R51	46	32.03	0.58	198.85	315	109.09	1.40	0.29	0.345	0.84	108.675	1.17	0.345	Vérifie
R51-R52	46	64.06	1.24	223.67	315	159.45	2.05	0.40	0.43	0.93	135.45	1.91	0.43	Vérifie
R52-R53	46	96.08	0.46	313.91	315	96.87	1.24	0.99	0.87	1.13	274.05	1.41	0.87	Vérifie
R53-R54	46	128.11	4.66	226.25	315	309.29	3.97	0.41	0.435	0.94	137.025	3.73	0.435	Vérifie
R54-R64	54	386.42	3.55	360.16	400	510.61	4.06	0.76	0.68	1.11	272	3.52	0.68	Vérifie
R64-R65	50	684.42	0.71	603.74	630	765.88	2.46	0.89	0.78	1.14	491.4	2.80	0.78	Vérifie
R65-R66	49.7	1005.12	1.63	596.58	630	1161.08	3.72	0.87	0.765	1.14	481.95	4.23	1.97	Vérifie
R66-BD	50	1478.60	1.60	770.70	800	1631.50	3.24	0.91	0.8	1.14	640	3.70	1.72	Vérifie

Surface élémentaire -3-

Tronçon	L(m)	débit (L/s)	pente du radier (%)	Dcal (mm)	D(mm)	Pleine section		Rq	Rh	Rv	H (mm)	V (m/s)	V (1/10 Qps) m/s	Condition
						Qps (l/s)	Vps (m/s)							
R67-R68	50	24.38	0.40	192.47	315	90.59	1.16	0.27	0.33	0.82	103.95	0.95	0.62	Vérifie
R68-R69	50	48.76	0.40	249.60	315	90.59	1.16	0.54	0.53	1.02	166.95	1.19	0.62	Vérifie
R69-R70	35	65.83	0.73	202.88	315	122.80	1.58	0.31	0.36	0.86	113.4	1.35	0.83	Vérifie
R70-R71	40	68.26	0.88	244.15	315	134.53	1.73	0.51	0.51	1.01	160.65	1.74	0.91	Vérifie
R71-R72	40	87.77	1.00	261.89	315	143.45	1.84	0.61	0.58	1.06	182.7	1.95	0.98	Vérifie
R72-R73	35	104.83	1.61	256.31	315	181.47	2.33	0.58	0.555	1.04	174.825	2.43	1.23	Vérifie

Tronçon	L(m)	débit (L/s)	pente du radier (%)	Dcal (mm)	D(mm)	Plaine section		Rq	Rh	Rv	H (mm)	V (m/s)	V (1/10 Qps) m/s	Condition
						Qps (l/s)	Vps (m/s)							
R73-R74	34	121.41	0.81	307.79	315	129.01	1.65	0.94	0.5	1.00	157.5	1.65	0.88	Vérifie
R74-R75	48	144.82	0.52	357.55	400	195.11	1.55	0.74	0.665	1.11	266	1.72	0.82	Vérifie
R75-R76	48	168.22	0.75	353.35	400	233.89	1.86	0.72	0.655	1.10	262	2.05	0.99	Vérifie
R76-R87	38	186.75	0.32	431.72	500	275.96	1.40	0.68	0.625	1.09	312.5	1.53	0.74	Vérifie
R77-R78	45	21.94	0.40	185.39	315	90.10	1.16	0.24	0.31	0.79	97.65	0.91	0.61	Vérifie
R78-R79	33	38.03	0.73	202.88	315	122.80	1.58	0.31	0.36	0.86	113.4	1.35	0.83	Vérifie
R79-R80	50	62.41	4.54	173.61	315	305.32	3.92	0.20	0.27	0.73	85.05	2.87	2.08	Vérifie
R80-R81	46	84.84	0.68	278.24	315	117.99	1.51	0.72	0.655	1.10	206.325	1.67	0.80	Vérifie
R81-R82	50	109.22	1.08	280.13	315	149.18	1.91	0.73	0.66	1.10	207.9	2.11	1.01	Vérifie
R82-R83	41	129.21	2.16	262.23	315	210.47	2.70	0.61	0.58	1.06	182.7	2.86	1.43	Vérifie
R83-R84	40	148.72	4.50	240.86	315	303.87	3.90	0.49	0.49	0.99	154.35	3.86	2.07	Vérifie
R84-R85	38	167.25	4.16	255.40	315	292.28	3.75	0.57	0.55	1.04	173.25	3.90	1.99	Vérifie
R85-R86	42	187.73	1.16	338.96	400	291.63	2.32	0.64	0.6	1.07	240	2.49	1.23	Vérifie
R86-R87	38	206.25	0.89	368.89	400	255.69	2.03	0.81	0.72	1.13	288	2.29	1.08	Vérifie
R87-R88	50	417.39	1.25	450.66	500	550.02	2.80	0.76	0.68	1.11	340	3.11	1.48	Vérifie
R89-R90	50	441.77	1.40	450.99	500	581.04	2.96	0.76	0.68	1.11	340	3.29	1.57	Vérifie
R90-R91	40	461.27	0.47	563.29	630	621.01	1.99	0.74	0.67	1.11	422.1	2.21	1.06	Vérifie
R91-R103	45	483.21	0.77	521.38	630	799.52	2.56	0.60	0.57	1.05	359.1	2.70	1.36	Vérifie

Tronçon	L(m)	débit (L/s)	pente du radier (%)	Dcal (mm)	D(mm)	Plaine section		Rq	Rh	Rv	H (mm)	V (m/s)	V (1/10 Qps) m/s	Condition
						Qps (l/s)	Vps (m/s)							
R92-R93	45	21.94	0.70	166.57	315	119.86	1.54	0.18	0.25	0.70	78.75	1.08	0.81	Vérifie
R93-R94	40	41.45	1.30	188.21	315	163.48	2.10	0.25	0.29	0.76	91.35	1.60	1.11	Vérifie
R94-R95	34	58.02	0.92	227.77	315	137.61	1.77	0.42	0.44	0.94	138.6	1.67	0.94	Vérifie
R95-R96	37	76.07	4.11	190.52	315	290.43	3.73	0.26	0.32	0.80	100.8	2.99	1.97	Vérifie
R96-R97	36	93.62	3.02	218.23	315	248.85	3.19	0.38	0.415	0.92	130.725	2.93	1.69	Vérifie
R97-R98	40	113.12	4.79	214.84	315	313.53	4.02	0.36	0.4	0.90	126	3.63	2.13	Vérifie

Surface élémentaire -4-

Tronçon	L(m)	débit (L/s)	pente du radier (%)	Dcal (mm)	D(mm)	Plaine section		Rq	Rh	Rv	H (mm)	V (m/s)	V (1/10 Qps) m/s	Condition
						Qps (l/s)	Vps (m/s)							
R128-R129	47	33.81	0.47	211.27	315	98.0	1.26	0.35	0.395	0.90	124	1.13	0.7	Vérifie
R129-R130	45	66.19	4.76	175.97	315	312.4	4.01	0.21	0.28	0.75	88	2.99	2.1	Vérifie
R130-R131	45	98.57	4.82	203.82	315	314.4	4.03	0.31	0.36	0.86	113	3.45	2.1	Vérifie
R123-R125	42	30.22	1.36	165.78	315	167.2	2.14	0.18	0.25	0.70	79	1.50	1.1	Vérifie
R124-R125	44	31.66	3.15	144.18	315	254.2	3.26	0.12	0.2	0.62	63	2.01	1.7	Vérifie
R125-R126	36	87.77	4.40	198.46	315	300.6	3.86	0.29	0.345	0.84	109	3.23	2.0	Vérifie
R126-R127	34	112.24	1.72	259.54	315	187.9	2.41	0.60	0.57	1.05	180	2.54	1.3	Vérifie
R127-R131	42	142.45	0.56	350.72	400	202.1	1.61	0.71	0.65	1.10	260	1.77	0.9	Vérifie

Tronçon	L(m)	débit (L/s)	pente du radier (%)	Dcal (mm)	D(mm)	Pleine section		Rq	Rh	Rv	H (mm)	V (m/s)	V (1/10 Qps) m/s	Condition
						Qps (l/s)	Vps (m/s)							
R131-R132	36	266.92	1.97	350.06	400	380.5	3.03	0.70	0.64	1.09	256	3.31	1.6	Vérifie
R132-R133	37.5	293.90	0.80	429.89	500	439.2	2.24	0.67	0.62	1.08	310	2.42	1.2	Vérifie
R113-R114	30	50.36	1.40	199.76	315	169.5	2.17	0.30	0.35	0.84	110	1.83	1.2	Vérifie
R114-R115	40	79.14	4.47	190.32	315	303.0	3.89	0.26	0.32	0.80	101	3.12	2.1	Vérifie
R115-R116	35	104.32	4.29	212.81	315	296.5	3.80	0.35	0.39	0.89	123	3.39	2.0	Vérifie
R116-R119	38	131.66	1.13	298.09	315	152.4	1.95	0.86	0.755	1.13	238	2.22	1.0	Vérifie
R117-R118	42	30.22	2.67	146.16	315	233.9	3.00	0.13	0.21	0.63	66	1.90	1.6	Vérifie
R118-R119	50	66.19	0.68	253.41	315	118.1	1.52	0.56	0.54	1.03	170	1.56	0.8	Vérifie
R119-R120	40	226.63	2.90	306.31	315	243.9	3.13	0.93	0.815	1.14	257	3.57	1.7	Vérifie
R120-R121	46	259.73	4.39	298.24	315	300.2	3.85	0.87	0.765	1.14	241	4.37	2.0	Vérifie
R121-R122	47	293.54	1.36	388.91	400	316.1	2.51	0.93	0.815	1.14	326	2.87	1.3	Vérifie
R122-R133	50	329.52	2.00	377.90	400	383.0	3.05	0.86	0.755	1.13	302	3.46	1.6	Vérifie
R133-R134	39	651.48	1.97	489.14	500	690.0	3.51	0.94	0.825	1.14	413	4.00	1.9	Vérifie
R134-R137	38	678.82	0.92	573.08	630	872.9	2.80	0.78	0.7	1.12	441	3.13	1.5	Vérifie

Tronçon	L(m)	débit (L/s)	pente du radier (%)	Dcal (mm)	D(mm)	Pleine section		Rq	Rh	Rv	H (mm)	V (m/s)	V (1/10 Qps) m/s	Condition
						Qps (l/s)	Vps (m/s)							
R135-R136	47	33.81	1.34	173.45	315	165.8	2.13	0.20	0.33	0.82	104	1.74	1.1	Vérifie
R136-R137	50	69.79	1.72	217.21	315	187.9	2.41	0.37	0.41	0.91	129	2.20	1.3	Vérifie
R137-R138	53	786.74	2.13	517.49	630	1328.0	4.26	0.59	0.56	1.05	353	4.46	2.3	Vérifie
R138-R150	55	826.31	2.05	530.77	630	1303.6	4.18	0.63	0.59	1.07	372	4.46	2.2	Vérifie
R139-R140	40	28.78	0.75	182.05	315	124.0	1.59	0.23	0.3	0.78	95	1.23	0.8	Vérifie
R140-R141	45	61.15	0.60	251.84	315	111.0	1.42	0.55	0.535	1.03	169	1.46	0.8	Vérifie
R141-R142	40	89.93	0.63	288.81	315	113.2	1.45	0.79	0.705	1.12	222	1.63	0.8	Vérifie
R142-R143	53	128.06	1.50	279.82	315	175.4	2.25	0.73	0.66	1.10	208	2.48	1.2	Vérifie
R143-R147	53.6	166.63	1.80	298.47	315	192.2	2.46	0.87	0.765	1.14	241	2.80	1.3	Vérifie
R144-R145	50	35.97	0.42	220.67	315	92.8	1.19	0.39	0.42	0.92	132	1.10	0.63	Vérifie
R145-R146	46	69.07	3.26	191.91	315	258.7	3.32	0.27	0.33	0.82	104	2.71	1.8	Vérifie
R146-R147	50	105.04	3.68	219.55	315	274.8	3.52	0.38	0.415	0.92	131	3.24	1.9	Vérifie
R147-R148	49	306.92	1.65	381.35	400	348.2	2.77	0.88	0.49	0.99	196	2.75	1.5	Vérifie
R148-R149	49	342.18	1.84	389.45	400	367.1	2.92	0.93	0.82	1.14	328	3.33	1.5	Vérifie
R149-R150	50	378.15	0.36	548.82	630	545.7	1.75	0.69	0.63	1.09	397	1.91	0.9	Vérifie

Tronçon	L(m)	débit (L/s)	pente du radier (%)	Dcal (mm)	D(mm)	Plaine section		Rq	Rh	Rv	H (mm)	V (m/s)	V (1/10 Qps) m/s	Condition
						Qps (l/s)	Vps (m/s)							
R130-R131	45	98.57	4.82	203.82	315	314.4	4.03	0.31	0.36	0.86	113	3.45	2.1	Vérifie
R123-R125	42	30.22	1.36	165.78	315	167.2	2.14	0.18	0.25	0.70	79	1.50	1.1	Vérifie
R124-R125	44	31.66	3.15	144.18	315	254.2	3.26	0.12	0.2	0.62	63	2.01	1.7	Vérifie
R125-R126	36	87.77	4.40	198.46	315	300.6	3.86	0.29	0.345	0.84	109	3.23	2.0	Vérifie
R126-R127	34	112.24	1.72	259.54	315	187.9	2.41	0.60	0.57	1.05	180	2.54	1.3	Vérifie
R127-R131	42	142.45	0.56	350.72	400	202.1	1.61	0.71	0.65	1.10	260	1.77	0.9	Vérifie
R131-R132	36	266.92	1.97	350.06	400	380.5	3.03	0.70	0.64	1.09	256	3.31	1.6	Vérifie
R132-R133	37.5	293.90	0.80	429.89	500	439.2	2.24	0.67	0.62	1.08	310	2.42	1.2	Vérifie
R112-R113	40	28.78	0.85	177.83	315	132.1	1.69	0.22	0.2	0.62	63	1.04	0.9	Vérifie
R113-R114	30	50.36	1.40	199.76	315	169.5	2.17	0.30	0.35	0.84	110	1.83	1.2	Vérifie
R114-R115	40	79.14	4.47	190.32	315	303.0	3.89	0.26	0.32	0.80	101	3.12	2.1	Vérifie
R115-R116	35	104.32	4.29	212.81	315	296.5	3.80	0.35	0.39	0.89	123	3.39	2.0	Vérifie
R116-R119	38	131.66	1.13	298.09	315	152.4	1.95	0.86	0.755	1.13	238	2.22	1.0	Vérifie
R117-R118	42	30.22	2.67	146.16	315	233.9	3.00	0.13	0.21	0.63	66	1.90	1.6	Vérifie
R118-R119	50	66.19	0.68	253.41	315	118.1	1.52	0.56	0.54	1.03	170	1.56	0.8	Vérifie
R119-R120	40	226.63	2.90	306.31	315	243.9	3.13	0.93	0.815	1.14	257	3.57	1.7	Vérifie
Tronçon	L(m)	débit (L/s)	pente du (%)	Dcal (mm)	D(mm)	Plaine section		Rq	Rh	Rv	H (mm)	V (m/s)	V (1/10	Condition

	radier (%)										Qps) m/s			
R120-R121	46	259.73	4.39	298.24	315	300.2	3.85	0.87	0.765	1.14	241	4.37	2.0	Vérifie
R121-R122	47	293.54	1.36	388.91	400	316.1	2.51	0.93	0.815	1.14	326	2.87	1.3	Vérifie

Surface élémentaire -4-

Tronçon	L(m)	débit (L/s)	pente du radier (%)	Dcal (mm)	D(mm)	Pleine section		Rq	Rh	Rv	H (mm)	V (m/s)	V (1/10 Qps) m/s	Condition
						Qps (l/s)	Vps (m/s)							
R128-R129	47	33.81	0.47	211.27	315	98.0	1.26	0.35	0.395	0.90	124	1.13	0.7	Vérifie
R129-R130	45	66.19	4.76	175.97	315	312.4	4.01	0.21	0.28	0.75	88	2.99	2.1	Vérifie
R130-R131	45	98.57	4.82	203.82	315	314.4	4.03	0.31	0.36	0.86	113	3.45	2.1	Vérifie
R123-R125	42	30.22	1.36	165.78	315	167.2	2.14	0.18	0.25	0.70	79	1.50	1.1	Vérifie
R124-R125	44	31.66	3.15	144.18	315	254.2	3.26	0.12	0.2	0.62	63	2.01	1.7	Vérifie
R125-R126	36	87.77	4.40	198.46	315	300.6	3.86	0.29	0.345	0.84	109	3.23	2.0	Vérifie
R126-R127	34	112.24	1.72	259.54	315	187.9	2.41	0.60	0.57	1.05	180	2.54	1.3	Vérifie
R127-R131	42	142.45	0.56	350.72	400	202.1	1.61	0.71	0.65	1.10	260	1.77	0.9	Vérifie
R131-R132	36	266.92	1.97	350.06	400	380.5	3.03	0.70	0.64	1.09	256	3.31	1.6	Vérifie
R132-R133	37.5	293.90	0.80	429.89	500	439.2	2.24	0.67	0.62	1.08	310	2.42	1.2	Vérifie
R112-R113	40	28.78	0.85	177.83	315	132.1	1.69	0.22	0.2	0.62	63	1.04	0.9	Vérifie
R113-R114	30	50.36	1.40	199.76	315	169.5	2.17	0.30	0.35	0.84	110	1.83	1.2	Vérifie

			radier (%)			Qps (l/s)	Vps (m/s)						Qps) m/s	
R114-R115	40	79.14	4.47	190.32	315	303.0	3.89	0.26	0.32	0.80	101	3.12	2.1	Vérifie
R115-R116	35	104.32	4.29	212.81	315	296.5	3.80	0.35	0.39	0.89	123	3.39	2.0	Vérifie
R116-R119	38	131.66	1.13	298.09	315	152.4	1.95	0.86	0.755	1.13	238	2.22	1.0	Vérifie
R117-R118	42	30.22	2.67	146.16	315	233.9	3.00	0.13	0.21	0.63	66	1.90	1.6	Vérifie
R118-R119	50	66.19	0.68	253.41	315	118.1	1.52	0.56	0.54	1.03	170	1.56	0.8	Vérifie
R119-R120	40	226.63	2.90	306.31	315	243.9	3.13	0.93	0.815	1.14	257	3.57	1.7	Vérifie
R120-R121	46	259.73	4.39	298.24	315	300.2	3.85	0.87	0.765	1.14	241	4.37	2.0	Vérifie
R121-R122	47	293.54	1.36	388.91	400	316.1	2.51	0.93	0.815	1.14	326	2.87	1.3	Vérifie
R122-R133	50	329.52	2.00	377.90	400	383.0	3.05	0.86	0.755	1.13	302	3.46	1.6	Vérifie
R133-R134	39	651.48	1.97	489.14	500	690.0	3.51	0.94	0.825	1.14	413	4.00	1.9	Vérifie
R134-R137	38	678.82	0.92	573.08	630	872.9	2.80	0.78	0.7	1.12	441	3.13	1.5	Vérifie
R135-R136	47	33.81	1.34	173.45	315	165.8	2.13	0.20	0.33	0.82	104	1.74	1.1	Vérifie
R136-R137	50	69.79	1.72	217.21	315	187.9	2.41	0.37	0.41	0.91	129	2.20	1.3	Vérifie
R137-R138	53	786.74	2.13	517.49	630	1328.0	3.26	0.59	0.56	1.05	353	3.46	2.3	Vérifie
R138-R150	55	826.31	2.05	530.77	630	1303.6	3.18	0.63	0.59	1.07	372	3.46	2.2	Vérifie
Tronçon	L(m)	débit (L/s)	pente du	Dcal (mm)	D(mm)	Pleine section	Rq	Rh	Rv	H (mm)	V (m/s)	V (1/10)	Condition	

			radier (%)			Qps (l/s)	Vps (m/s)						Qps) m/s	
R139-R140	40	28.78	0.75	182.05	315	124.0	1.59	0.23	0.3	0.78	95	1.23	0.8	Vérifie
R140-R141	45	61.15	0.60	251.84	315	111.0	1.42	0.55	0.535	1.03	169	1.46	0.8	Vérifie
R141-R142	40	89.93	0.63	288.81	315	113.2	1.45	0.79	0.705	1.12	222	1.63	0.8	Vérifie
R142-R143	53	128.06	1.50	279.82	315	175.4	2.25	0.73	0.66	1.10	208	2.48	1.2	Vérifie
R143-R147	53.6	166.63	1.80	298.47	315	192.2	2.46	0.87	0.765	1.14	241	2.80	1.3	Vérifie
R144-R145	50	35.97	0.42	220.67	315	92.8	1.19	0.39	0.42	0.92	132	1.10	0.6	Vérifie
R145-R146	46	69.07	3.26	191.91	315	258.7	3.32	0.27	0.33	0.82	104	2.71	1.8	Vérifie
R146-R147	50	105.04	3.68	219.55	315	274.8	3.52	0.38	0.415	0.92	131	3.24	1.9	Vérifie
R147-R148	49	306.92	1.65	381.35	400	348.2	2.77	0.88	0.49	0.99	196	2.75	1.5	Vérifie
R148-R149	49	342.18	1.84	389.45	400	367.1	2.92	0.93	0.82	1.14	328	3.33	1.5	Vérifie
R149-R150	50	378.15	0.36	548.82	630	545.7	1.75	0.69	0.63	1.09	397	1.91	0.9	Vérifie
R122-R133	50	329.52	2.00	377.90	400	383.0	3.05	0.86	0.755	1.13	302	3.46	1.6	Vérifie
R133-R134	39	651.48	1.97	489.14	500	690.0	3.51	0.94	0.825	1.14	413	4.00	1.9	Vérifie
R134-R137	38	678.82	0.92	573.08	630	872.9	2.80	0.78	0.7	1.12	441	3.13	1.5	Vérifie
R135-R136	47	33.81	1.34	173.45	315	165.8	2.13	0.20	0.33	0.82	104	1.74	1.1	Vérifie
R136-R137	50	69.79	1.72	217.21	315	187.9	2.41	0.37	0.41	0.91	129	2.20	1.3	Vérifie
R137-R138	53	786.74	2.13	517.49	630	1328.0	4.26	0.59	0.56	1.05	353	4.46	2.3	Vérifie
R138-R150	55	826.31	2.05	530.77	630	1303.6	4.18	0.63	0.59	1.07	372	4.46	2.2	Vérifie
R139-R140	40	28.78	0.75	182.05	315	124.0	1.59	0.23	0.3	0.78	95	1.23	0.8	Vérifie
R140-R141	45	61.15	0.60	251.84	315	111.0	1.42	0.55	0.535	1.03	169	1.46	0.8	Vérifie
R141-R142	40	89.93	0.63	288.81	315	113.2	1.45	0.79	0.705	1.12	222	1.63	0.8	Vérifie
R142-R143	53	128.06	1.50	279.82	315	175.4	2.25	0.73	0.66	1.10	208	2.48	1.2	Vérifie
R143-R147	53.6	166.63	1.80	298.47	315	192.2	2.46	0.87	0.765	1.14	241	2.80	1.3	Vérifie
R144-R145	50	35.97	0.42	220.67	315	92.8	1.19	0.39	0.42	0.92	132	1.10	0.6	Vérifie

Surface élémentaire -5-

Tronçon	L(m)	débit (L/s)	pente du radier (%)	Dcal (mm)	D(mm)	Plaine section		Rq	Rh	Rv	H (mm)	V (m/s)	V (1/10 Qps) m/s	Condition
						Qps (l/s)	Vps (m/s)							
R199-R200	40	24.12	0.57	179.09	315	108.61	1.39	0.22	0.29	0.76	91.35	1.06	0.74	Vérifie
R200-R201	50	54.27	4.38	165.88	315	299.77	3.85	0.18	0.25	0.70	78.75	2.69	2.04	Vérifie
R201-R202	50	84.42	1.70	233.78	315	186.76	2.40	0.45	0.465	0.97	146.475	2.32	1.27	Vérifie
R202-R203	50	114.57	4.32	220.09	315	297.71	3.82	0.38	0.415	0.92	130.725	3.51	2.02	Vérifie
R203-R204	48	143.51	0.50	358.83	400	191.52	1.52	0.75	0.67	1.11	268	1.69	0.81	Vérifie
R204-R205	37	165.82	0.68	358.01	400	222.63	1.77	0.74	0.665	1.11	266	1.96	0.94	Vérifie
R205-R206	36	187.53	2.44	294.60	400	423.46	3.37	0.44	0.46	0.96	184	3.25	1.79	Vérifie
R206-R207	36	209.23	2.89	297.48	400	460.34	3.66	0.45	0.76	1.14	304	4.16	1.94	Vérifie
R207-R208	40	233.35	3.03	307.24	400	471.06	3.75	0.50	0.825	1.14	330	4.27	1.99	Vérifie
R208-R209	34	253.85	1.91	345.59	400	374.49	2.98	0.68	0.625	1.09	250	3.24	1.58	Vérifie
R209-R220	40.6	278.33	0.71	430.26	500	415.03	2.11	0.67	0.62	1.08	310	2.29	1.12	Vérifie
R210-R211	50	30.15	0.55	196.32	315	106.27	1.36	0.28	0.34	0.83	107.1	1.13	0.72	Vérifie
R211-R212	45	57.28	2.09	194.45	315	207.13	2.66	0.28	0.34	0.83	107.1	2.21	1.41	Vérifie

Tronçon	L(m)	débit (L/s)	pente du radier (%)	Dcal (mm)	D(mm)	Pleine section		Rq	Rh	Rv	H (mm)	V (m/s)	V (1/10 Qps) m/s	Condition
						Qps (l/s)	Vps (m/s)							
R212-R213	50	87.43	4.57	196.82	315	306.10	3.93	0.29	0.345	0.84	108.675	3.28	2.08	Vérifie
R213-R214	40	111.55	4.25	218.54	315	295.40	3.79	0.38	0.34	0.83	107.1	3.15	2.01	Vérifie
R214-R215	35	132.66	4.10	234.80	315	290.11	3.72	0.46	0.47	0.97	148.05	3.62	1.97	Vérifie
R215-R216	40	156.77	2.21	280.65	315	213.07	2.73	0.74	0.75	1.13	236.25	3.10	1.45	Vérifie
R216-R217	34	177.28	4.48	257.50	315	303.12	3.89	0.58	0.555	1.04	174.825	4.05	2.06	Vérifie
R217-R218	40	201.39	4.42	270.81	315	301.06	3.86	0.67	0.62	1.08	195.3	4.19	2.05	Vérifie
R218-R219	35	222.50	4.53	279.82	315	304.80	3.91	0.73	0.66	1.10	207.9	4.32	2.07	Vérifie
R219-R220	40	246.62	3.67	302.44	315	274.58	3.52	0.90	0.79	1.14	248.85	4.01	1.87	Vérifie
R220-R221	50	555.10	0.75	552.61	630	786.48	2.52	0.71	0.65	1.10	409.5	2.77	1.34	Vérifie
R221-R222	50	585.25	0.52	602.68	630	657.97	2.11	0.89	0.78	1.14	491.4	2.40	1.12	Vérifie
R222-R232	48	614.19	1.30	517.55	630	1036.44	3.32	0.59	0.56	1.05	352.8	3.48	1.76	Vérifie
R223-R224	47	28.34	0.38	205.31	315	88.64	1.14	0.32	0.37	0.87	116.55	0.99	0.60	Vérifie
R224-R225	45	55.47	3.71	172.53	315	275.93	3.54	0.20	0.27	0.73	85.05	2.59	1.88	Vérifie
R225-R226	45	82.61	0.73	271.49	315	122.66	1.57	0.67	0.62	1.08	195.3	1.71	0.83	Vérifie

Tronçon	L(m)	débit (L/s)	pente du radier (%)	Dcal (mm)	D(mm)	Pleine section		Rq	Rh	Rv	H (mm)	V (m/s)	V (1/10 Qps) m/s	Condition
						Qps (l/s)	Vps (m/s)							
R226-R227	45	109.74	1.09	280.43	315	149	1.92	0.73	0.66	1.10	207.9	2.12	1.02	Vérifie
R227-R228	50	139.89	1.00	312.09	315	143.24	1.84	0.98	0.86	1.14	270.9	2.09	0.97	Vérifie
R228-R229	40	164.01	3.37	263.72	315	263.14	3.38	0.62	0.585	1.06	184.275	3.59	1.79	Vérifie
R229-R230	34	184.51	4.35	262.79	315	298.84	3.83	0.62	0.585	1.06	184.275	4.08	2.03	Vérifie
R230-R231	36	206.22	4.58	271.34	315	306.65	3.93	0.67	0.62	1.08	195.3	4.26	2.08	Vérifie
R231-R232	40	230.34	2.72	311.80	400	447.10	3.56	0.52	0.515	1.01	206	3.60	1.88	Vérifie
R232-R233	47	872.87	1.17	602.10	630	983.86	3.15	0.89	0.78	1.14	491.4	3.59	1.67	Vérifie
R233-R240	33	892.77	1.58	574.26	630	1141.68	3.66	0.78	0.7	1.12	441	4.10	1.94	Vérifie
R234-R235	50	30.15	1.66	159.61	315	184.55	2.37	0.16	0.24	0.68	75.6	1.62	1.25	Vérifie
R235-R236	45	57.28	1.33	211.80	315	164.90	2.12	0.35	0.39	0.89	122.85	1.88	1.12	Vérifie
R236-R237	45	84.42	3.00	210.17	315	248.07	3.18	0.34	0.385	0.89	121.275	2.82	1.69	Vérifie
R239-R240	48.7	171.2	3.23	270.10	315	257.49	3.30	0.66	0.61	1.08	192.15	3.56	1.75	Vérifie

Surface élémentaire -6-

Tronçon	L(m)	débit (L/s)	pente du radier (%)	Dcal (mm)	D(mm)	Pleine section		Rq	Rh	Rv	H (mm)	V (m/s)	V (1/10 Qps) m/s	Condition
						Qps (l/s)	Vps (m/s)							
R247-R248	50	28.49	4.68	128.66	315	309.87	3.97	0.09	0.21	0.63	66.15	1.96	1.64	Vérifie
R248-R249	50	56.98	4.56	167.67	315	305.87	3.92	0.19	0.315	0.80	99.23	2.57	1.71	Vérifie
R249-R255	50	85.47	3.76	202.39	315	277.75	3.56	0.31	0.34	0.83	107.10	0.99	0.63	Vérifie
R250-R251	33	18.80	4.51	110.88	315	304.07	3.90	0.06	0.4	0.90	126.00	1.70	1.00	Vérifie

ronçon	L(m)	débit (L/s)	pente du radier (%)	Dcal (mm)	D(mm)	Plaine section		Rq	Rh	Rv	H (mm)	V (m/s)	V (1/10 Qps) m/s	Condition
						Qps (l/s)	Vps (m/s)							
R251-R252	32	37.04	3.61	149.07	315	272.04	3.49	0.14	0.46	0.96	144.90	2.14	1.18	Vérifie
R252-R253	28	52.99	3.48	171.68	315	267.11	3.43	0.20	0.24	0.68	75.60	1.13	0.88	Vérifie
R253-R254	31	70.66	3.84	187.73	315	280.60	3.60	0.25	0.39	0.89	122.85	1.53	0.91	Vérifie
R254-R255	35	90.60	4.22	202.45	315	294.18	3.77	0.31	0.765	1.14	306.00	1.77	0.83	Vérifie
R255-R256	33	194.87	1.62	323.02	400	344.22	2.74	0.57	0.35	0.84	110.25	1.11	0.70	Vérifie
R256-R257	31	212.54	1.92	323.07	400	375.27	2.99	0.57	0.55	1.04	220.00	3.10	1.58	Vérifie
R257-R258	35.6	232.82	0.88	386.60	400	254.69	2.03	0.91	0.8	1.14	320.00	2.31	1.07	Vérifie
R258-R261	53	263.02	0.62	432.21	500	387.49	1.97	0.68	0.625	1.09	312.50	2.14	1.05	Vérifie
R259-R260	46	26.21	1.83	148.77	315	193.56	2.48	0.14	0.65	1.10	409.50	1.86	0.90	Vérifie
R260-R261	38	47.86	2.45	176.50	315	224.08	2.87	0.21	0.37	0.87	116.55	1.15	0.70	Vérifie
R261-R279	51	339.95	4.35	330.46	400	565.08	4.49	0.60	0.6	1.07	189.00	1.35	0.67	Vérifie
R262-R263	45	25.64	3.52	130.47	315	268.73	3.45	0.10	0.535	1.03	214.00	1.36	0.70	Vérifie
R263-R264	45	51.28	3.61	168.35	315	272.32	3.49	0.19	0.19	0.60	59.85	2.01	1.78	Vérifie
R264-R265	52	80.91	3.35	202.66	315	262.02	3.36	0.31	0.3	0.78	94.50	2.54	1.74	Vérifie
R265-R266	25	95.16	3.50	213.51	315	268.12	3.44	0.35	0.38	0.88	119.70	2.98	1.80	Vérifie
R266-R267	52	124.79	1.00	298.75	315	143.56	1.84	0.87	0.16	0.54	50.40	2.08	2.05	Vérifie
R267-R268	46	151.00	1.18	311.48	315	155.43	1.99	0.97	0.52	1.02	163.80	3.49	1.82	Vérifie

Tronçon	L(m)	débit (L/s)	pente du radier (%)	Dcal (mm)	D(mm)	Pleine section		Rq	Rh	Rv	H (mm)	V (m/s)	V (1/10 Qps) m/s	Condition
						Qps (l/s)	Vps (m/s)							
R268-R269	44.3	176.24	0.60	374.48	400	209.88	1.67	0.84	0.535	1.03	168.53	3.94	2.03	Vérifie
R269-R270	32.6	194.82	0.69	379.18	400	224.43	1.79	0.87	0.23	0.67	72.45	1.37	1.09	Vérifie
R270-R271	45	220.46	0.74	392.06	400	232.32	1.85	0.95	0.435	0.94	137.03	1.51	0.85	Vérifie
R271-R272	50	248.95	1.72	349.94	400	355.21	2.83	0.70	0.86	1.14	344.00	2.25	1.05	Vérifie
R272-R273	40	271.74	2.52	336.58	400	430.13	3.42	0.63	0.59	1.07	236.00	3.65	1.81	Vérifie
R273-R274	55	303.08	1.33	395.54	400	311.94	2.48	0.97	0.55	1.04	275.00	2.82	1.44	Vérifie
R274-R275	55	334.42	3.02	351.73	400	470.72	3.74	0.71	0.65	1.10	260.00	4.12	1.98	Vérifie
R275-R276	55	365.76	2.50	376.88	400	428.24	3.41	0.85	0.73	1.13	459.90	3.68	1.73	Vérifie
R276-R277	52	395.39	0.40	548.43	630	571.66	1.83	0.69	0.69	1.12	552.00	2.46	1.17	Vérifie
R277-R278	34	414.76	0.44	546.92	630	604.10	1.94	0.69	0.28	0.75	88.20	1.47	1.04	Vérifie
R278-R279	54	445.53	2.05	421.32	630	1301.20	4.17	0.34	0.515	1.01	162.23	1.62	0.85	Vérifie
R279-R297	35.8	805.88	2.38	511.69	630	1401.82	4.50	0.57	0.675	1.11	425.25	4.50	2.15	Vérifie
R280-R281	52	29.63	2.04	152.54	315	204.67	2.63	0.14	0.245	0.69	77.18	1.70	1.30	Vérifie
R281-R288	55	60.97	3.12	184.66	315	253.03	3.25	0.24	0.31	0.79	97.65	2.56	1.72	Vérifie
R282-R283	37.8	21.54	0.56	172.76	315	106.76	1.37	0.20	0.62	1.08	195.30	2.03	0.99	Vérifie
R283-R284	34	40.91	1.21	211.67	315	117.97	1.51	0.35	0.73	1.13	229.95	2.31	1.09	Vérifie
R284-R285	32	59.15	1.12	221.05	315	151.92	1.95	0.39	0.87	1.13	696.00	2.52	1.18	Vérifie
R285-R286	49.5	87.35	1.72	236.35	315	187.70	2.41	0.47	0.75	1.13	600.00	3.00	1.40	Vérifie
R286-R287	45	112.99	2.69	239.31	315	176.16	2.26	0.64	0.82	1.14	656.00	2.80	1.30	Vérifie
R287-R288	50	141.48	0.30	393.47	400	147.67	1.17	0.96	0.82	1.14	516.60	4.84	2.25	Vérifie
R288-R289	55	233.79	0.39	451.85	500	305.93	1.56	0.76	0.825	1.14	660.00	3.07	1.43	Vérifie
R289-R293	37	254.87	0.83	404.53	500	447.97	2.28	0.57	0.85	1.14	680.00	3.03	1.41	Vérifie
R293-R294	43	350.60	0.80	459.56	500	438.55	2.23	0.80	0.71	1.12	355.00	2.51	1.18	Vérifie

Tronçon	L(m)	débit (L/s)	pente du radier (%)	Dcal (mm)	D(mm)	Plaine section		Rq	Rh	Rv	H (mm)	V (m/s)	V (1/10 Qps) m/s	Condition
						Qps (l/s)	Vps (m/s)							
R294-R295	32	368.84	0.72	477.30	500	417.03	2.12	0.88	0.77	1.14	385.00	2.41	1.13	Vérifie
R295-R296	54	399.61	2.87	379.60	500	832.16	4.24	0.48	0.49	0.99	245.00	4.20	2.25	Vérifie
R296-R297	54.7	430.77	1.60	435.62	500	621.45	3.16	0.69	0.63	1.09	315.00	3.45	1.68	Vérifie
R297-R298	40	1259.45	1.00	792.18	800	1291.46	2.57	0.98	0.86	1.14	688.00	2.92	1.36	Vérifie
R298-R299	44	1284.52	1.30	760.46	800	1958.46	3.89	0.66	0.61	1.08	488.00	4.20	2.06	Vérifie
R299-R300	42	1308.45	1.17	780.67	800	1860.19	3.70	0.70	0.64	1.09	512.00	4.05	1.96	Vérifie
R300-R301	51	1337.51	0.78	848.50	1000	2760.79	3.51	0.48	0.485	0.99	485.00	3.47	1.86	Vérifie
R301-R302	50	1366.00	0.48	936.18	1000	2169.18	2.76	0.63	0.59	1.07	590.00	2.94	1.46	Vérifie
R302-R303	50	1394.49	0.54	924.39	1000	2290.52	2.92	0.61	0.58	1.06	580.00	3.09	1.55	Vérifie
R303-R305	49	1422.41	0.67	893.61	1000	2557.19	3.25	0.56	0.54	1.03	540.00	3.36	1.72	Vérifie
R305-R306	40	1470.84	1.78	848.29	1000	190.98	2.45	0.13	0.19	0.60	59.85	1.46	1.30	Vérifie
R306-R307	40	1493.64	0.57	931.89	1000	1773.32	2.26	0.83	0.735	1.13	735.00	2.55	1.20	Vérifie
R307-R316	40	1516.43	0.88	981.00	1000	2193.78	2.79	0.68	0.625	1.09	625.00	3.03	1.48	Vérifie
R308-R309	40	22.79	0.28	999.07	1000	1226.36	1.56	0.97	0.85	1.14	850.00	1.78	0.83	Vérifie
R309-R310	53	52.99	0.45	251.60	315	96.39	1.24	0.55	0.535	1.03	168.53	1.27	0.66	Vérifie
R310-R311	50	81.48	1.02	216.11	315	144.58	1.85	0.37	0.41	0.91	129.15	1.69	0.98	Vérifie
R311-R312	50	109.97	0.88	261.02	315	134.37	1.72	0.61	0.58	1.06	182.70	1.83	0.91	Vérifie
R312-R313	45	135.61	0.76	300.22	315	124.87	1.60	0.88	0.77	1.14	242.55	1.82	0.85	Vérifie

Tronçon	L(m)	débit (L/s)	pente du radier (%)	Dcal (mm)	D(mm)	Plaine section		Rq	Rh	Rv	H (mm)	V (m/s)	V (1/10 Qps) m/s	Condition
						Qps (l/s)	Vps (m/s)							
R313-R314	40	158.41	1.91	273.20	315	198.01	2.54	0.68	0.625	1.09	196.88	2.76	1.35	Vérifie
R314-R315	44	183.48	4.36	262.11	315	299.21	3.84	0.61	0.58	1.06	182.70	4.07	2.03	Vérifie
R315-R316	37	204.56	3.23	277.37	315	257.32	3.30	0.71	0.65	1.10	204.75	3.63	1.75	Vérifie
R316-R317	35	1740.93	1.55	824.28	1000	2911.51	3.71	0.60	0.57	1.05	570.00	3.90	1.96	Vérifie
R317-R318	45	1766.57	1.23	860.99	1000	2592.11	3.30	0.67	0.62	1.08	620.00	3.58	1.75	Vérifie
R240-R241	60	1780.25	1.20	869.55	1000	2561.79	3.26	0.69	0.69	1.12	690.00	3.64	1.73	Vérifie
R241-R242	40	1806.46	1.47	701.89	800	1562.04	3.11	0.71	0.65	1.10	520.00	3.41	1.65	Vérifie
R242-R243	35	1829.40	0.86	782.63	800	1196.15	2.38	0.94	0.825	1.14	660.00	2.71	1.26	Vérifie
R243-R244	45	1858.88	1.51	709.39	800	1585.99	3.15	0.73	0.66	1.10	528.00	3.48	1.67	Vérifie
R244-R245	45	1888.37	1.28	739.32	800	1456.86	2.90	0.81	0.72	1.13	576.00	3.26	1.54	Vérifie
R245-R246	45	1917.86	1.49	724.67	800	1575.08	3.13	0.77	0.74	1.13	592.00	3.54	1.66	Vérifie
R246-R318	51.3	1951.48	1.68	714.99	800	1672.36	3.33	0.74	0.64	1.09	512.00	3.64	1.76	Vérifie
R318-R319	30	3060.61	1.55	733.69	800	1603.37	3.19	0.79	0.46	0.96	368.00	3.07	1.69	Vérifie
R319-R320	45	3090.10	1.81	989.53	1000	3144.34	4.00	0.97	0.85	1.14	850.00	4.55	2.12	Vérifie
R320-R321	50	5735.66	1.76	998.57	1000	3098.56	3.94	1.00	0.89	1.13	890.00	4.45	2.09	Vérifie

Surface élémentaire -7-

Tronçon	L(m)	débit (L/s)	pente du radier (%)	Dcal (mm)	D(mm)	Plaine section		Rq	Rh	Rv	H (mm)	V (m/s)	V (1/10 Qps) m/s	Condition
						Qps (l/s)	Vps (m/s)							
R162-R163	46	30.14	2.83	144.45	315	240.79	3.09	0.13	0.21	0.63	66.15	1.96	1.64	Vérifie
R163-R167	50	62.91	3.09	187.22	315	251.64	3.23	0.25	0.315	0.80	99.23	2.57	1.71	Vérifie
R156-R157	40	26.21	0.42	195.54	315	93.38	1.20	0.28	0.34	0.83	107.10	0.99	0.63	Vérifie
R157-R158	40	52.42	1.05	214.02	315	146.77	1.88	0.36	0.4	0.90	126.00	1.70	1.00	Vérifie
R158-R161	35	75.36	1.46	230.61	315	172.90	2.22	0.44	0.46	0.96	144.90	2.14	1.18	Vérifie
R159-R160	32	20.97	0.81	159.26	315	129.11	1.66	0.16	0.24	0.68	75.60	1.13	0.88	Vérifie
R160-R161	40	47.18	0.87	212.89	315	133.99	1.72	0.35	0.39	0.89	122.85	1.53	0.91	Vérifie
R161-R167	73.2	170.51	0.52	379.51	400	195.95	1.56	0.87	0.765	1.14	306.00	1.77	0.83	Vérifie
R164-R165	47	30.80	0.51	200.70	315	102.36	1.31	0.30	0.35	0.84	110.25	1.11	0.70	Vérifie
R165-R166	47	61.60	0.83	237.63	315	130.48	1.67	0.47	0.48	0.98	151.20	1.64	0.89	Vérifie
R166-R167	47	92.40	1.11	261.82	315	151.12	1.94	0.61	0.58	1.06	182.70	2.05	1.03	Vérifie
R167-R168	32	346.78	3.30	350.63	400	492.21	3.92	0.70	0.64	1.09	256.00	4.29	2.08	Vérifie
R168-R184	41.7	374.10	0.34	553.81	630	526.98	1.69	0.71	0.65	1.10	409.50	1.86	0.90	Vérifie
R169-R170	50	32.76	0.52	204.71	315	103.29	1.32	0.32	0.37	0.87	116.55	1.15	0.70	Vérifie
R170-R171	45	62.25	0.47	265.76	315	97.85	1.26	0.64	0.6	1.07	189.00	1.35	0.67	Vérifie
R171-R184	45	91.74	0.38	319.77	400	166.47	1.32	0.55	0.535	1.03	214.00	1.36	0.70	Vérifie

Tronçon	L(m)	débit (L/s)	pente du radier (%)	Dcal (mm)	D(mm)	Plaine section		Rq	Rh	Rv	H (mm)	V (m/s)	V (1/10 Qps) m/s	Condition
						Qps (l/s)	Vps (m/s)							
R172-R173	45	29.49	3.36	138.72	315	262.38	3.37	0.11	0.19	0.60	59.85	2.01	1.78	Vérifie
R173-R174	45	58.98	3.18	181.75	315	255.34	3.28	0.23	0.3	0.78	94.50	2.54	1.74	Vérifie
R174-R176	45	88.46	3.40	208.93	315	264.11	3.39	0.33	0.38	0.88	119.70	2.98	1.80	Vérifie
R175-R176	40	26.21	4.43	126.02	315	301.31	3.86	0.09	0.16	0.54	50.40	2.08	2.05	Vérifie
R176-R177	40	140.89	3.50	247.42	315	267.97	3.44	0.53	0.52	1.02	163.80	3.49	1.82	Vérifie
R177-R180	33.4	162.77	4.34	250.84	315	298.44	3.83	0.55	0.535	1.03	168.53	3.94	2.03	Vérifie
R178-R179	36	23.59	1.25	153.54	315	160.14	2.05	0.15	0.23	0.67	72.45	1.37	1.09	Vérifie
R179-R180	42	51.11	0.76	225.14	315	125.03	1.60	0.41	0.435	0.94	137.03	1.51	0.85	Vérifie
R180-R181	45	243.37	0.84	396.49	400	248.89	1.98	0.98	0.86	1.14	344.00	2.25	1.05	Vérifie
R181-R182	45	272.86	0.40	476.11	500	310.58	1.58	0.88	0.76	1.14	380.00	1.80	0.84	Vérifie
R182-R183	50	305.63	1.18	405.59	500	533.44	2.72	0.57	0.55	1.04	275.00	2.82	1.44	Vérifie
R183-R184	50	338.39	0.38	521.12	630	560.65	1.80	0.60	0.57	1.05	359.10	1.89	0.95	Vérifie
R184-R185	40	830.44	1.25	583.69	630	1016.84	3.26	0.82	0.73	1.13	459.90	3.68	1.73	Vérifie
R185-R188	37.8	855.21	0.74	725.16	800	1110.09	2.21	0.77	0.69	1.12	552.00	2.46	1.17	Vérifie
R186-R187	50	32.76	1.14	176.69	315	152.93	1.96	0.21	0.28	0.75	88.20	1.47	1.04	Vérifie

Tronçon	L(m)	débit (L/s)	pente du radier (%)	Dcal (mm)	D(mm)	Plaine section		Rq	Rh	Rv	H (mm)	V (m/s)	V (1/10 Qps) m/s	Condition
						Qps (l/s)	Vps (m/s)							
R187-R188	50	65.53	0.76	247.24	315	124.87	1.60	0.52	0.515	1.01	162.23	1.62	0.85	Vérifie
R188-R189	42.4	948.53	1.93	565.33	630	1264.80	4.06	0.75	0.675	1.11	425.25	4.50	2.15	Vérifie
R190-R191	50	32.76	1.78	162.53	315	191.10	2.45	0.17	0.245	0.69	77.18	1.70	1.30	Vérifie
R191-R192	50	65.53	2.02	205.84	315	203.58	2.61	0.32	0.37	0.87	116.55	2.27	1.38	Vérifie
R192-R193	49.9	98.23	1.04	271.23	315	146.22	1.88	0.67	0.62	1.08	195.30	2.03	0.99	Vérifie
R193-R189	49.8	130.86	1.24	292.13	315	159.82	2.05	0.82	0.73	1.13	229.95	2.31	1.09	Vérifie
R189-R194	40	1105.60	0.75	796.60	800	1117.01	2.22	0.99	0.87	1.13	696.00	2.52	1.18	Vérifie
R194-R195	32	1126.57	1.06	751.52	800	1329.51	2.64	0.85	0.75	1.13	600.00	3.00	1.40	Vérifie
R195-R155	35	1149.50	0.91	778.85	800	1233.29	2.45	0.93	0.82	1.14	656.00	2.80	1.30	Vérifie
R150-R151	50	1237.22	2.12	725.00	800	2288.00	4.55	0.54	0.53	1.02	424.00	4.66	2.41	Vérifie
R151-R152	50	1269.99	1.10	780.96	800	1352.76	2.69	0.94	0.825	1.14	660.00	3.07	1.43	Vérifie
R152-R153	50	1302.75	1.08	791.17	800	1340.41	2.67	0.97	0.85	1.14	680.00	3.03	1.41	Vérifie
R153-R154	50	1335.52	0.38	971.35	1000	1441.60	1.83	0.93	0.82	1.14	820.00	2.09	0.97	Vérifie
R154-R155	50	1368.28	0.61	898.09	1000	1820.49	2.32	0.75	0.675	1.11	675.00	2.57	1.23	Vérifie
R155-R196	45	2547.27	0.64	894.66	1000	1867.61	2.38	0.70	0.64	1.09	640.00	2.60	1.26	Vérifie
R196-R198	50	2580.04	1.80	928.89	1000	3137.54	3.99	0.82	0.73	1.13	730.00	4.51	2.12	Vérifie
R198-R320	50	2612.80	1.24	898.49	1000	2604.13	3.31	1.00	0.89	1.13	890.00	3.74	1.76	Vérifie

Surface élémentaire -8-

Tronçon	L(m)	débit (L/s)	pente du radier (%)	Dcal (mm)	D(mm)	Pleine section		Rq	Rh	Rv	H (mm)	V (m/s)	V (1/10 Qps) m/s	Conclusion
						Qps (l/s)	Vps (m/s)							
R333-R334	50	47.01	4.73	154.92	315	311.59	4.00	0.15	0.23	0.67	72.45	2.67	2.12	Vérifie
R334-R335	50	94.02	3.62	211.23	315	272.60	3.50	0.34	0.385	0.89	121.28	3.10	1.85	Vérifie
R335-R336	50	141.02	0.90	319.23	315	135.94	1.74	1.04	0.94	1.10	296.10	1.92	0.92	Vérifie
R336-R337	20	159.83	1.68	297.62	315	185.74	2.38	0.86	0.76	1.14	239.40	2.70	1.26	Vérifie
R337-R338	40	197.43	0.78	371.71	400	239.83	1.91	0.82	0.73	1.13	292.00	2.15	1.01	Vérifie
R338-R339	45	239.74	1.09	375.91	400	282.62	2.25	0.85	0.75	1.13	300.00	2.55	1.19	Vérifie
R339-R346	49	285.81	0.68	438.68	500	404.69	2.06	0.71	0.65	1.10	325.00	2.26	1.09	Vérifie
R340-R341	46	43.25	2.46	169.79	315	224.50	2.88	0.19	0.26	0.72	81.90	2.06	1.53	Vérifie
R341-R344	47	87.43	0.53	294.54	315	104.47	1.34	0.84	0.74	1.13	233.10	1.52	0.71	Vérifie
R342-R343	54.5	51.24	0.61	235.27	315	111.46	1.43	0.46	0.47	0.97	148.05	1.39	0.76	Vérifie
R343-R344	43.7	92.32	2.91	218.64	315	244.18	3.13	0.38	0.415	0.92	130.73	2.88	1.66	Vérifie
R344-R345	51.4	228.08	3.07	303.71	315	251.13	3.22	0.91	0.8	1.14	252.00	3.67	1.71	Vérifie
R345-R346	45	270.39	0.38	478.14	500	304.28	1.55	0.89	0.78	1.14	390.00	1.76	0.82	Vérifie
R346-R347	35	589.10	0.71	571.33	630	763.72	2.45	0.77	0.69	1.12	434.70	2.73	1.30	Vérifie

Tronçon	L(m)	débit (L/s)	pente du radier (%)	Dcal (mm)	D(mm)	Pleine section		Rq	Rh	Rv	H (mm)	V (m/s)	V (1/10 Qps) m/s	Conclusion
						Qps (l/s)	Vps (m/s)							
R347-R348	45	631.41	1.23	528.45	630	1007.84	3.23	0.63	0.59	1.07	371.70	3.45	1.7 1	Vérifie
R348-R349	37	666.19	0.84	578.92	630	833.78	2.67	0.80	0.71	1.12	447.30	3.00	1.4 2	Vérifie
R349-R350	43	706.62	1.04	568.42	630	928.64	2.98	0.76	0.68	1.11	428.40	3.31	1.5 8	Vérifie
R350-R351	40	744.23	1.55	538.27	630	1131.02	3.63	0.66	0.61	1.08	384.30	3.91	1.9 2	Vérifie
R351-R356	40	781.83	1.73	537.20	630	1194.52	3.83	0.65	0.605	1.08	381.15	4.12	2.0 3	Vérifie
R352-R353	50	47.01	0.40	246.20	315	90.59	1.16	0.52	0.515	1.01	162.23	1.18	0.6 2	Vérifie
R353-R354	46	90.25	1.87	235.49	315	195.85	2.51	0.46	0.47	0.97	148.05	2.45	1.3 3	Vérifie
R354-R355	40	127.86	3.73	235.81	315	276.45	3.55	0.46	0.47	0.97	148.05	3.45	1.8 8	Vérifie
R355-R356	40	165.47	1.05	329.44	400	277.33	2.21	0.60	0.57	1.05	228.00	2.32	1.1 7	Vérifie
R356-R357	40	984.91	2.35	552.97	630	1393.06	4.47	0.71	0.65	1.10	409.50	4.91	2.3 7	Vérifie
R357-R364	43	1025.33	0.59	810.95	1000	1671.54	2.13	0.61	0.58	1.06	580.00	2.25	1.1 3	Vérifie
R358-R359	35	32.91	1.51	167.80	315	176.26	2.26	0.19	0.26	0.72	81.90	1.62	1.2 0	Vérifie
R359-R361	35	65.81	2.31	200.98	315	217.90	2.79	0.30	0.35	0.84	110.25	2.36	1.4 8	Vérifie

Tronçon	L(m)	débit (L/s)	pente du radier (%)	Dcal (mm)	D(mm)	Pleine section		Rq	Rh	Rv	H (mm)	V (m/s)	V (1/10 Qps) m/s	Conclusion
						Qps (l/s)	Vps (m/s)							
R360-R361	40	37.61	4.25	145.38	315	295.29	3.79	0.13	0.21	0.63	66.15	2.40	2.01	Vérifie
R361-R362	42	142.90	3.69	246.28	315	275.17	3.53	0.52	0.515	1.01	162.23	3.57	1.87	Vérifie
R362-R363	42	182.39	1.67	313.25	315	184.92	2.37	0.99	0.87	1.13	274.05	2.69	1.26	Vérifie
R363-R364	44.5	224.23	0.74	393.97	400	233.24	1.86	0.96	0.84	1.14	336.00	2.11	0.98	Vérifie
R364-R365	40	1287.17	0.42	938.12	1000	1524.57	1.94	0.84	0.74	1.13	740.00	2.20	1.03	Vérifie
R365-R369	48	1332.29	4.10	621.17	1000	4737.67	3.03	0.28	0.655	1.10	655.00	3.64	3.20	Vérifie
R366-R367	50	47.01	3.72	162.07	315	276.26	3.54	0.17	0.245	0.69	77.18	2.45	1.88	Vérifie
R367-R368	50	94.02	2.66	223.82	315	233.61	3.00	0.40	0.43	0.93	135.45	2.80	1.59	Vérifie
R368-R369	47.7	138.86	0.63	339.50	400	214.79	1.71	0.65	0.605	1.08	242.00	1.84	0.91	Vérifie
R369-R370	34.6	1503.68	2.43	717.34	800	2009.04	3.00	0.75	0.675	1.11	540.00	3.44	2.12	Vérifie
R370-R371	38.8	1540.16	0.58	948.10	1000	1773.45	2.26	0.87	0.765	1.14	765.00	2.56	1.20	Vérifie
R322-R323	50	47.01	1.58	190.27	315	180.11	2.31	0.26	0.32	0.80	100.80	1.86	1.22	Vérifie
R323-R324	50	94.02	2.59	225.02	315	230.31	2.95	0.41	0.435	0.94	137.03	2.78	1.57	Vérifie
R324-R325	50	141.02	0.92	318.23	400	259.21	2.06	0.54	0.53	1.02	212.00	2.11	1.09	Vérifie
R325-R326	50	188.03	0.93	353.31	400	261.51	2.08	0.72	0.655	1.10	262.00	2.29	1.10	Vérifie
R326-R327	50	235.04	1.59	347.42	400	341.90	2.72	0.69	0.63	1.09	252.00	2.96	1.44	Vérifie
R327-R328	50	282.05	2.16	351.33	400	398.21	3.17	0.71	0.65	1.10	260.00	3.48	1.68	Vérifie
R328-R329	50	329.05	0.80	449.02	500	437.88	2.23	0.75	0.675	1.11	337.50	2.48	1.18	Vérifie
R329-R330	50	376.06	0.75	476.95	500	426.03	2.17	0.88	0.77	1.14	385.00	2.47	1.15	Vérifie
R330-R331	50	423.07	0.68	508.44	630	748.55	2.40	0.57	0.55	1.04	346.50	2.49	1.27	Vérifie
R364-R365	40	1287.17	0.42	938.12	1000	1524.57	1.94	0.84	0.74	1.13	740.00	2.20	1.03	Vérifie
R365-R369	48	1332.29	4.10	621.17	1000	4737.67	3.03	0.28	0.655	1.10	655.00	3.64	3.20	Vérifie
R366-R367	50	47.01	3.72	162.07	315	276.26	3.54	0.17	0.245	0.69	77.18	2.45	1.88	Vérifie
R367-R368	50	94.02	2.66	223.82	315	233.61	3.00	0.40	0.43	0.93	135.45	2.80	1.59	Vérifie

Tronçon	L(m)	débit (L/s)	pente du radier (%)	Dcal (mm)	D(mm)	Plaine section		Rq	Rh	Rv	H (mm)	V (m/s)	V (1/10 Qps) m/s	Condition
						Qps (l/s)	Vps (m/s)							
R368-R369	47.7	138.86	0.63	339.50	400	214.79	1.71	0.65	0.605	1.08	242.00	1.84	0.91	Vérifie
R369-R370	34.6	1503.68	2.43	717.34	800	2009.04	4.00	0.75	0.675	1.11	540.00	4.44	2.12	Vérifie
R370-R371	38.8	1540.16	0.58	948.10	1000	1773.45	2.26	0.87	0.765	1.14	765.00	2.56	1.20	Vérifie
R322-R323	50	47.01	1.58	190.27	315	180.11	2.31	0.26	0.32	0.80	100.80	1.86	1.22	Vérifie
R323-R324	50	94.02	2.59	225.02	315	230.31	2.95	0.41	0.435	0.94	137.03	2.78	1.57	Vérifie
R324-R325	50	141.02	0.92	318.23	400	259.21	2.06	0.54	0.53	1.02	212.00	2.11	1.09	Vérifie
R325-R326	50	188.03	0.93	353.31	400	261.51	2.08	0.72	0.655	1.10	262.00	2.29	1.10	Vérifie
R326-R327	50	235.04	1.59	347.42	400	341.90	2.72	0.69	0.63	1.09	252.00	2.96	1.44	Vérifie
R327-R328	50	282.05	2.16	351.33	400	398.21	3.17	0.71	0.65	1.10	260.00	3.48	1.68	Vérifie
R328-R329	50	329.05	0.80	449.02	500	437.88	2.23	0.75	0.675	1.11	337.50	2.48	1.18	Vérifie
R329-R330	50	376.06	0.75	476.95	500	426.03	2.17	0.88	0.77	1.14	385.00	2.47	1.15	Vérifie
R330-R331	50	423.07	0.68	508.44	630	748.55	2.40	0.57	0.55	1.04	346.50	2.49	1.27	Vérifie
R331-R332	50	470.08	0.31	614.21	630	502.46	1.61	0.94	0.825	1.14	519.75	1.84	0.85	Vérifie
R332-R371	50	517.08	0.93	516.04	630	879.36	2.82	0.59	0.56	1.05	352.80	2.95	1.49	Vérifie
R371-R372	50	2104.25	0.77	904.80	1000	2058.49	2.62	1.02	0.91	1.12	910.00	2.93	1.39	Vérifie
R372-R373	50	2151.26	0.71	926.95	1000	1973.05	2.51	1.02	0.91	1.12	910.00	2.81	1.33	Vérifie

Surface élémentaire -9-

Tronçon	L(m)	débit (L/s)	pente du radier (%)	Dcal (mm)	D(mm)	Pleine section		Rq	Rh	Rv	H (mm)	V (m/s)	V (1/10 Qps) m/s	Condition
						Qps (l/s)	Vps (m/s)							
R'1-R'2	37	888.63	0.90	709.13	800	1224.30	2.43	0.73	0.66	1.10	528.00	2.69	1.29	Vérifie
R'2-R'3	50	904.74	1.44	654.26	800	1545.08	3.07	0.59	0.56	1.05	448.00	3.22	1.63	Vérifie
R'3-R'4	50	920.85	0.91	717.18	800	1231.08	2.45	0.75	0.68	1.11	540.00	2.72	1.30	Vérifie
R'4-R'5	50	936.97	0.36	857.35	1000	1410.92	1.80	0.66	0.61	1.08	610.00	1.94	0.95	Vérifie
R'5-R'6	50	953.08	1.86	635.49	1000	3189.40	4.06	0.30	0.35	0.84	350.00	3.42	2.15	Vérifie
R'6-R'7	50	969.19	0.44	837.96	1000	1551.24	1.97	0.62	0.59	1.06	585.00	2.10	1.05	Vérifie
R'7-R'8	50	985.30	0.88	740.40	1000	2193.78	2.79	0.45	0.47	0.97	465.00	2.70	1.48	Vérifie
R'8-R'9	50	1001.41	0.44	848.30	1000	1551.24	1.97	0.65	0.61	1.08	605.00	2.12	1.05	Vérifie
R'9-R'10	50	1017.53	0.68	786.50	1000	1928.44	2.45	0.53	0.52	1.02	520.00	2.49	1.30	Vérifie
R'10-R'11	50	1033.64	0.24	961.76	1000	1145.67	1.46	0.90	0.79	1.14	790.00	1.66	0.77	Vérifie
R'11-R'12	50	1049.75	1.58	679.40	1000	2939.55	3.74	0.36	0.4	0.90	400.00	3.38	1.98	Vérifie
R'12-R'13	50	1065.86	1.00	744.48	1000	2338.58	2.98	0.46	0.47	0.97	470.00	2.90	1.58	Vérifie
R'13-R'14	50	1081.98	0.40	889.02	1000	1479.05	1.88	0.73	0.66	1.10	660.00	2.08	1.00	Vérifie
R'14-R'15	50	1098.09	0.34	921.62	1000	1363.62	1.74	0.81	0.72	1.13	720.00	1.95	0.92	Vérifie
R'15-R'16	50	1114.20	3.16	610.08	1000	4157.15	5.29	0.27	0.33	0.82	330.00	4.32	2.80	Vérifie
R'16-R'17	50	1130.31	0.40	903.71	1000	1479.05	1.88	0.76	0.68	1.11	680.00	2.09	1.00	Vérifie
R321-R'17	27.8	5744.62	1.04	1389.15	1500	7042.16	3.98	0.82	0.73	1.13	1095.00	4.50	2.11	Vérifie

Tronçon	L(m)	débit (L/s)	pente du radier (%)	Dcal (mm)	D(mm)	Pleine section		Rq	Rh	Rv	H (mm)	V (m/s)	V (1/10 Qps) m/s	Condition
						Qps (l/s)	Vps (m/s)							
R'17-R'18	50	6891.05	1.43	1401.63	1500	7071.43	4.00	0.97	0.81	1.14	1215.00	4.56	2.12	Vérifie
R'18-R'19	50	6907.16	1.21	1447.24	1500	7248.21	4.10	0.95	0.83	1.14	1237.50	4.67	2.17	Vérifie
R'19-R'20	50	6923.27	1.15	1463.09	1500	7248.21	4.10	0.96	0.83	1.14	1237.50	4.67	2.17	Vérifie
R'20-R'21	50	6939.38	1.38	1415.75	1500	7425.00	4.20	0.93	0.82	1.14	1230.00	4.79	2.23	Vérifie
R'21-R'22	50	6955.50	1.94	1328.92	1500	7036.07	3.98	0.99	0.87	1.13	1305.00	4.51	2.11	Vérifie
R'22-R'23	50	6971.61	1.20	1455.59	1500	7545.11	4.27	0.92	0.81	1.14	1215.00	4.87	2.26	Vérifie
R'23-R'24	50	6987.72	1.24	1447.92	1500	7584.11	4.29	0.92	0.81	1.14	1215.00	4.89	2.27	Vérifie
R'24-R'25	50	7003.83	1.54	1390.16	1500	7425.00	4.20	0.94	0.83	1.14	1237.50	4.79	2.23	Vérifie
R'25-R'26	50	7019.95	1.44	1409.98	1500	7230.54	4.09	0.97	0.85	1.14	1275.00	4.65	2.17	Vérifie
R'26-R'27	50	7036.06	1.05	1496.32	1500	7074.60	4.00	0.99	0.87	1.13	1305.00	4.54	2.12	Vérifie
R'27-R'28	50	7052.17	1.37	1424.71	1500	6311.25	3.57	0.97	0.85	1.14	1275.00	4.06	1.89	Vérifie
R'28-R'29	50	7068.28	1.18	1467.14	1500	5727.86	3.24	0.88	0.77	1.14	1155.00	3.68	1.72	Vérifie
R'29-R'30	50	7084.39	1.22	1460.02	1500	5833.93	3.30	0.68	0.63	1.09	937.50	3.59	1.75	Vérifie
R'30-R'31	50	7100.51	1.15	1476.46	1500	5621.79	3.18	0.99	0.87	1.13	1305.00	3.61	1.69	Vérifie
R'31-R'32	50	7116.62	1.40	1425.13	1500	6381.96	3.61	0.69	0.63	1.09	945.00	3.93	1.91	Vérifie
R'32-R'33	50	7132.73	1.83	1355.88	1500	7566.43	4.28	0.94	0.82	1.14	1230.00	4.88	2.27	Vérifie
R'33-R'34	50	7148.84	1.25	1456.56	1500	5957.68	3.37	0.99	0.87	1.13	1305.00	3.82	1.79	Vérifie
R'34-R'35	50	7164.96	1.44	1420.62	1500	7336.61	4.15	0.98	0.86	1.14	1290.00	4.71	2.20	Vérifie
R'35-R'36	50	7181.07	1.98	1339.41	1500	6346.61	3.59	0.87	0.77	1.14	1147.50	4.08	1.90	Vérifie

Tronçon	L(m)	débit (L/s)	pente du radier (%)	Dcal (mm)	D(mm)	Pleine section		Rq	Rh	Rv	H (mm)	V (m/s)	V (1/10 Qps) m/s	Condition
						Qps (l/s)	Vps (m/s)							
R'36-R'37	50	7197.18	1.18	1477.15	1500	7053.75	3.99	0.94	0.83	1.14	1237.50	4.55	2.11	Vérifie
R'37-R'38	50	7213.29	1.62	1393.10	1500	7389.64	4.18	0.98	0.86	1.14	1290.00	4.75	2.22	Vérifie
R'38-R'39	50	7229.41	1.80	1366.99	1500	7301.25	4.13	0.99	0.87	1.13	1305.00	4.68	2.19	Vérifie
R'39-R'40	50	7245.52	1.26	1462.76	1500	7566.43	4.28	0.96	0.84	1.14	1260.00	4.87	2.27	Vérifie
R'40-R'41	50	7261.63	1.38	1439.22	1500	7531.07	4.26	0.96	0.84	1.14	1260.00	4.85	2.26	Vérifie
R377-R387	42	2344.65	0.53	1126.24	1200	2773.81	2.45	0.85	0.75	1.13	900.00	2.78	1.30	Vérifie
R378-R379	50	16.11	4.38	105.19	315	299.84	3.85	0.05	0.12	0.45	37.80	1.73	2.04	Vérifie
R379-R380	50	32.22	1.10	176.84	315	150.09	1.93	0.21	0.28	0.75	88.20	1.44	1.02	Vérifie
R380-R381	50	48.34	0.60	230.58	315	110.95	1.42	0.44	0.46	0.96	144.90	1.37	0.75	Vérifie
R381-R382	51.9	65.06	0.39	280.07	315	88.92	1.14	0.73	0.66	1.10	207.90	1.26	0.60	Vérifie
R382-R383	50	81.17	0.91	259.14	315	136.46	1.75	0.59	0.56	1.05	176.40	1.83	0.93	Vérifie
R383-R384	53.7	98.48	1.64	249.32	315	183.52	2.35	0.54	0.53	1.02	166.95	2.41	1.25	Vérifie
R384-R385	50	114.59	0.46	334.72	400	184.08	1.46	0.62	0.59	1.06	234.00	1.56	0.78	Vérifie
R385-R386	50	130.70	0.30	381.29	400	148.35	1.18	0.88	0.77	1.14	308.00	1.34	0.63	Vérifie
R386-R387	36	142.30	1.87	279.42	400	370.03	2.94	0.38	0.42	0.92	166.00	2.70	1.56	Vérifie
R387-R'42	42.6	2500.68	0.78	1074.24	1200	3355.84	2.97	0.75	0.68	1.11	810.00	3.29	1.57	Vérifie
R'41-R'42	50	7277.74	1.80	1370.41	1500	9250.51	5.23	0.79	0.71	1.12	1057.50	4.87	2.77	Vérifie
R'42-R'43	50	9794.53	0.74	1499.00	1500	5931.24	3.36	0.65	0.61	1.08	907.50	3.61	1.78	Vérifie
R'43-R'44	50	9810.65	3.79	1333.02	1500	6806.25	3.85	0.69	0.63	1.09	945.00	4.19	2.04	Vérifie
R'44-R'45	50	9826.76	3.25	1372.91	1500	6983.04	3.95	0.99	0.87	1.13	1305.00	4.48	2.09	Vérifie
R'45-R'46	50	9842.87	2.09	1491.97	1500	7318.93	4.14	0.70	0.64	1.09	960.00	4.53	2.19	Vérifie

Tronçon	L(m)	débit (L/s)	pente du radier (%)	Dcal (mm)	D(mm)	Pleine section		Rq	Rh	Rv	H (mm)	V (m/s)	V (1/10 Qps) m/s	Condition
						Qps (l/s)	Vps (m/s)							
R'46-R'47	35	9854.15	2.14	1485.76	1500	7460.36	4.22	0.76	0.68	1.11	1020.00	4.69	2.24	Vérifie
R'47-R'48	36	9865.75	0.78	1796.79	1800	9877.37	3.88	1.00	0.88	1.14	1584.00	4.42	2.06	Vérifie
R'48-R'49	50	9880.00	1.00	1715.93	1800	9877.37	3.88	1.00	0.88	1.14	1584.00	4.42	2.06	Vérifie
R'49-RO	80	2070.00	0.70	1050.88	1200	2945.63	2.60	0.90	0.88	1.13	1056.00	2.94	1.38	Vérifie
R'49-RDO	40	7810	1.51	1796.79	1800	7000.00	5.42	0.30	0.675	1.11	1215.00	4.00	2.87	Vérifie