



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

Option : CONCEPTION DES SYSTEMES D'ASSAINISSEMENT

THEME :

**ETUDE DU RESEAU D'ASSAINISSEMENT DU POS
(SUF 01) COMMUNE DE GDYEL (W. ORAN)**

Présenté par :

BENGUERDI Mohamed Alaa Edine

Devant les membres du jury

Nom et Prénoms	Grade	Qualité
SALAH Boualem	Professeur	Président
ALI SEGHIR Djamel	M.C.A	Examineur
BENCHIHEB Nedjouda	M.C.B	Examineur
KAHLERASS Malika	M.C.B	Promoteur

Session septembre 2024

DEDICACE

Du fond de mon cœur, je dédie ce travail à tous ceux qui me sont chers.

À ma chère mère et mon cher père, aucune dédicace ne saurait exprimer le respect, l'amour éternel et la reconnaissance que je ressens pour les sacrifices que vous avez consentis pour mon éducation et mon bien-être.

À mes frères et mes grands-parents, toujours prêts à tout donner, à pardonner, à être les plus courageux et les plus généreux.

À mes amis et collègues, dont l'amitié sincère et le soutien constant ont été une source d'inspiration et de motivation.

À mes enseignants, pour leur aide précieuse, que Dieu vous récompense pour tous vos bienfaits.

Enfin, à tous ceux que j'aime et qui m'aiment, je dédie ce mémoire.

Alaa

REMERCIEMENTS

Je voudrais tout d'abord exprimer ma gratitude envers Dieu, qui m'a donné la force et le courage nécessaires pour accomplir ce travail.

Je souhaite remercier sincèrement mon enseignante et promotrice, Mme M. KAHLERASS, pour sa confiance, son aide précieuse, ses conseils éclairés et sa disponibilité constante.

Je suis également reconnaissant envers les professeurs et enseignants de L'ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE D'HYDRAULIQUE. Leur guidance tout au long de ma formation d'ingénieur, ainsi que leur soutien et leurs enseignements, ont été inestimables et ont largement contribué à ma réussite.

Je tiens à adresser mes remerciements à l'ingénieur Mme S. BELAID et à toute l'équipe du bureau d'études URBOR pour leur soutien et leur collaboration. Leur expertise et leur engagement ont été essentiels à la réalisation de ce travail.

Je remercie aussi les membres de mon jury pour avoir accepté d'évaluer la qualité de mon travail. Leur temps et leurs efforts sont grandement appréciés.

Je suis particulièrement reconnaissant envers mon amie NESRINE et mon ami OTHMANE pour leur soutien précieux tout au long de ce travail. Leurs aides et encouragements ont été une source constante de motivation.

Enfin, je remercie de tout cœur tous mes proches pour leur soutien et leurs encouragements. Leur patience, leur compréhension et leur amour m'ont permis de surmonter les défis et de persévérer jusqu'à l'achèvement de ce mémoire. Sans leur soutien indéfectible, cette réalisation n'aurait pas été possible.

À toutes ces personnes, je vous exprime ma gratitude infinie !

Alaa

ملخص :

المنطقة التابعة للمدينة الجديدة SUF 01 ، الواقعة في بلدية قديل، ولاية وهران، لا تحتوي حاليًا على أي شبكة صرف صحي لمعالجة المياه المستعملة ومياه الأمطار ، مما يشكل تحديًا كبيرًا للتطوير الحضري في ظل غياب بنية تحتية ملائمة. يتمحور هذا المشروع حول تصميم نظام صرف صحي فعال ومستدام يعالج هذا النقص مع مراعاة الخصائص المحلية. يهدف المشروع إلى إنشاء شبكة صرف منفصلة تعتمد على دراسة دقيقة للتدفقات وخصائص المنطقة مثل الطبوغرافيا، المناخ، والتخطيط الحضري. يساعد هذا النظام على تحسين كفاءة الصرف من خلال توجيه كل نوع من المياه إلى منافذ ملائمة خارج المناطق الحضرية، مما يساهم في حماية البيئة وضمان ظروف صحية ملائمة للسكان.

الكلمات المفتاحية: نظام تصريف المياه، مياه الصرف الصحي، مياه الأمطار، الحفاظ على البيئة.

Résume :

La zone de la nouvelle ville SUF 01, située dans la commune de Gdyel, wilaya d'Oran, ne dispose actuellement d'aucun réseau d'assainissement pour le traitement des eaux usées et des eaux pluviales, ce qui représente un défi majeur pour le développement urbain en l'absence d'infrastructures adéquates. Ce projet se concentre sur la conception d'un système d'assainissement efficace et durable pour remédier à ce manque, tout en prenant en compte les spécificités locales. Le projet vise à mettre en place un réseau séparatif, basé sur une étude approfondie des débits et des caractéristiques de la zone telles que la topographie, le climat et la planification urbaine. Ce système permettra d'améliorer l'efficacité du drainage en orientant chaque type d'eau vers des points de décharge appropriés en dehors des zones urbaines, assurant ainsi la protection de l'environnement et des conditions sanitaires adéquates pour les habitants.

Les mots-clés : Assainissement, Eaux usées, Eaux pluviales, Protection de l'environnement.

Abstract :

The area of the new city SUF 01, located in the commune of Gdyel, wilaya of Oran, currently lacks a sewage network for the treatment of wastewater and stormwater, posing a major challenge to urban development due to the absence of proper infrastructure. This project focuses on designing an efficient and sustainable sanitation system to address this deficiency while taking local characteristics into account. The project aims to establish a separate sewage network based on a thorough study of the flows and area characteristics such as topography, climate, and urban planning. This system will significantly improve drainage efficiency by directing each type of water to appropriate outlets outside the urban areas, ensuring environmental protection and proper sanitary conditions for residents.

Keywords : Sanitation, Wastewater, Stormwater, Environmental protection.

SOMMAIRE

CHAPITRE I : PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

Introduction :.....	3
I.1 Situation géographique :.....	3
I.1.1 Situation du périmètre d'étude du POS :.....	4
I.2 Situation topographique :.....	5
I.3 Situation géologique :.....	6
I.4 Situation hydrographique :.....	7
I.4.1 Un réseau hydrographique exoréique :.....	7
I.4.2 Un réseau hydrographique endoréique :.....	7
I.5 Situation climatique :.....	8
Climat :.....	8
Température :.....	8
Humidité :.....	9
Vents :.....	10
Pluviométrie :.....	10
I.6 Sismicités :.....	11
I.7 Situation démographique :.....	11
I.8 Infrastructures de base :.....	11
I.8.1 Réseau routier :.....	11
I.8.2 Réseau énergétique :.....	12
I.9 Situation hydraulique :.....	12
I.9.1 Alimentation en eau potable :.....	12
I.9.2 Assainissement :.....	12
Conclusion :.....	12

CHAPITRE II : ÉTUDE HYDOLOGIQUE

Introduction :.....	14
II.1 Le bassin versant :.....	14
II.1.1 Les averses :.....	15
II.2 Choix de la période de retour :.....	15
II.3 Intensité moyenne maximale de précipitation :.....	15
II.3.1 Caractéristique de la station pluviométrique :.....	16
II.4 Analyse des données pluviométriques et le choix de loi d'ajustement :.....	18
II.4.1 Analyse des données statistiques :.....	18
II.4.2 Vérification de l'homogénéité de la série :.....	19
II.4.3 Choix de la loi d'ajustement :.....	21
II.4.3.1 Les paramètres de la loi choisie et vérification de son adéquation :.....	21
1. Loi de Gumbel :.....	21
2. Loi de Galton (Log Normal) :.....	24
II.4.3.2 Comparaison entre les deux lois d'ajustement :.....	27
II.5 Calcul des pluies et des intensités de courte durée :.....	30
Conclusion :.....	32

CHAPITRE III : CALCUL DE BASE

Introduction :.....	34
III.1 Estimation démographique :.....	34
III.2 Systèmes d'évacuation du réseau d'assainissement :.....	35
1. Réseau unitaire :.....	35
2. Réseau séparatif :.....	35
3. Réseau pseudo séparatif :.....	35
III.2.1 Choix du système d'évacuation :.....	37
III.3 Schéma d'évacuation :.....	37

III.3.1 Schéma perpendiculaire :	37
III.3.2 Schéma par déplacement latéral :	38
III.3.3 Schéma du collecteur par zones étagée :	38
III.3.4 Schéma radial :	38
III.4 Choix du schéma d'évacuation du réseau :	39
III.5 Principe du tracé du réseau :	39
III.6 Choix du découpage des sous bassin :	40
III.7 Évaluation du coefficient de ruissellement :	40
III.7.1 Coefficient de ruissellement pondéré :	40
III.7.2 Coefficient de ruissellement relatif à la catégorie d'urbanisation :	41
III.7.3 Coefficients de ruissellement en fonction de la densité de population :	41
III.7.4 Coefficients de ruissellement en fonction de la zone d'influence :	42
III.7.5 Coefficient de ruissellement en fonction de différentes surfaces :	42
III.8 Détermination du nombre d'habitants de chaque sous-bassin :	43
III.8.1 Estimation du coefficient de ruissellement de chaque sous-bassin :	44
Conclusion :	44

CHAPITRE IV : ÉVALUATION DES DÉBITS

Introduction :	46
IV.1 Évaluation des débits des eaux usées :	46
IV.1.1 Origines des eaux usées à évacuer :	46
1. Les eaux usées domestiques :	46
2. Les eaux résiduaires urbaines industrielle :	47
3. Les eaux parasites :	47
IV.1.2 Estimation des débits d'eaux usées :	47
IV.1.2.1 Estimation des débits d'eaux usées domestique :	47
IV.1.2.2 Évaluation du débit moyen journalier :	47
IV.1.2.3 Évaluation du débit de pointe :	48

IV.2 Évaluation des débits des eaux pluviales :	52
IV.2.1 La méthode rationnelle :	52
IV.2.1.1 Hypothèses de la méthode rationnelle :	53
IV.2.1.2 Limites de la méthode rationnelle :	53
IV.2.1.2 Le temps de concentration :	53
IV.2.2 La méthode superficielle :	54
IV.2.2.1 Limites de la méthode superficielle :	56
IV.3 Choix de la méthode de calcul :	56
IV.4 Calcul des débits des eaux pluviales :	56
Conclusion :	57

CHAPITRE V : CALCUL HYDRAULIQUE DU RÉSEAU D'ASSAINISSEMENT

Introduction :	59
V.1 Principe de conception du réseau :	59
V.2 Dimensionnement du réseau d'assainissement :	60
V.2.1 Conditions d'écoulement et de dimensionnement :	60
V.2.2 Formules d'écoulement :	61
V.2.2.1 Formule de CHEZY :	61
V.2.2.2 Formule de MANNING :	61
V.2.2.3 Formule de MANNING-STRICKLER :	62
V.2.3 Mode du calcul :	62
V.3 Conclusion :	63

CHAPITRE VI : OUVRAGES ET ÉLÉMENTS DU RÉSEAU D'ÉGOUT

Introduction :	65
VI.1 Les ouvrages principaux :	65
VI.1.1 Canalisations :	65
VI.1.1.1 Conduite en béton non armé :	65
VI.1.1.2 Conduite en béton armé :	65

VI.1.1.3 Conduite en amiante – ciment :.....	66
VI.1.1.4 Conduite en grès :.....	66
VI.1.1.5 Conduite en PVC :.....	66
1. Avantage des tubes en PVC.....	66
2. Les Joints :.....	67
a. Assemblage par collage :.....	67
b. Assemblage par bagues d'étanchéité :.....	67
VI.2 Les ouvrages annexes :.....	67
VI.2.1 Les ouvrages normaux :.....	68
VI.2.1.1 Les branchements :.....	68
VI.2.1.2 Les fossés :.....	68
VI.2.1.3 Les caniveaux :.....	68
VI.2.1.4 Les bouches d'égout :.....	69
VI.2.1.5 Les regards :.....	69
VI.2.1.5.1 Dimensionnement les regards de chute :.....	70
Conclusion :.....	71

CHAPITRE VII : ORGANISATION DE CHANTIER ET ESTIMATION DES DEVIS

Introduction :.....	73
VII.1 Données sur les Réseaux Publics Existants :.....	73
VII.2 Exécution des travaux :.....	74
VII.2.1 Manutention et stockage des conduites :.....	74
VII.2.2 Décapage de la couche de terre végétale :.....	74
VII.2.3 Emplacement des Jalons pour le Piquetage :.....	74
VII.2.4 Exécution des fouilles pour les regards et les tranchées :.....	75
VII.2.5 Aménagement du lit de pose :.....	76
VII.2.6 Mise en place des conduites :.....	76
VII.2.7 Assemblage des conduites :.....	77

VII.2.8 Essais sur les joints et les canalisations :.....	77
VII.2.9 l'installation des regards :.....	78
VII.2.10 Remblaiement et compactage de la tranchée :.....	79
VII.3 Détermination des différents volumes :.....	80
VII.3.1 Volume du découvert « V » :.....	80
VII.3.2 volumes des déblais des tranchées « Vd » :.....	80
En forme rectangulaire, il est exprimé par la relation suivante :.....	80
VII.3.3 Volume du lit de pose « VLP » :.....	81
VII.3.4 Volume de la conduite « Vc » :.....	81
VII.3.5 Volume d'enrobage tamisée « Ve.t » :.....	81
VII.3.6 Volume du remblai « Vr » :.....	81
VII.4 Détermination du devis estimatif et quantitatif :.....	82
VII.5 Planification du projet :.....	83
VII.5.1 Durée attribuée à chaque opération :.....	83
VII.5.2 Calcul du délai de réalisation du projet :.....	85
Conclusion :.....	86

LISTE DES TABLEAUX

CHAPITRE I : PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

Tableau I.1: Répartition mensuelle de la température pour la période 2007-2019.....	9
Tableau I.2: Humidités relative moyenne mensuelles pour la période 2007-2019.....	10
Tableau I.3 : Vents moyens mensuels pour la période 2007-2019.....	10
Tableau I.4 : Répartition moyenne mensuelle de la pluviométrie (2007-2019).....	10

CHAPITRE II : ÉTUDE HYDOLOGIQUE

Tableau II.1 : Coordonnées de la station pluviométrique.....	16
Tableau II.2 : Série d'observation de précipitations mensuelles et maximales journalières.....	17
Tableau II.3 : Caractéristiques de la série pluviométrique.....	18
Tableau II.4 : Classement de la série pour le calcul des paramètres du test de la médiane.....	20
Tableau II.5 : Ajustement des précipitations maximales journalières à la loi de Gumbel.....	22
Tableau II.6 : Ajustement de la série à la loi de Gumbel à l'aide du logiciel Hyfran.....	24
Tableau II.7 : Ajustement de la série à la loi de Galton à l'aide du logiciel Hyfran.....	25
Tableau II.8 : Ajustement des précipitations maximales journalières à la loi de Galton.....	26
Tableau II.9 : Les paramètres de test Khi2.....	28
Tableau II.10 : Pluies de courte durée de différentes périodes de retour et leurs intensités....	31

CHAPITRE III : CALCUL DE BASE

Tableau III.1 : Estimation démographique de la zone d'étude.....	34
Tableau III.2 : Avantages et inconvénients des divers systèmes d'Assainissement.....	36
Tableau III.3 : Coefficient de ruissellement en fonction de la catégorie d'urbanisation.....	41
Tableau III.4 : Coefficients de ruissellement en fonction de la densité de population.....	41
Tableau III.5 : Coefficients de ruissellement en fonction de la zone d'influence.....	42
Tableau III.6 : Coefficient de ruissellement en fonction de surface drainée.....	42
Tableau III.7 : Calcul du nombre d'habitants de chaque sous-bassin.....	43
Tableau III.8 : Calcul du coefficient de ruissellement de chaque sous-bassin.....	44

CHAPITRE IV : ÉVALUATION DES DÉBITS

Tableau IV.1 : Dotations des équipements.....	48
Tableau IV.2 : Détermination des débits d'eaux usées des équipements.....	49
Tableau IV.3 : Détermination des débits d'eaux usées domestique.....	50
Tableau IV.4 : Détermination des débits d'eaux usées de pointe pour chaque sous bassin.....	50
Tableau IV.5 : Estimation des débits d'Eaux Parasites.....	51
Tableau IV.6 : Débits totaux d'eaux usées pour chaque sous bassin.....	51
Tableau IV.7 : Détermination des débits pluviaux.....	57

CHAPITRE VI : OUVRAGES ET ÉLÉMENTS DU RÉSEAU D'ÉGOUT

Tableau VI.1 : Dimensionnement des regards de chute.....	71
--	----

CHAPITRE VII : ORGANISATION DE CHANTIER ET ESTIMATION DES DEVIS

Tableau VII.1 : Aménagement du lit de sable selon le type de sol.....	76
Tableau VII.2 : Calcul du volume des travaux du réseau des eaux usées.....	82
Tableau VII.3 : Calcul du volume des travaux du réseau des eaux pluviales.....	82
Tableau VII.4 : Devis quantitatif et estimatif du réseau des eaux usées.....	83
Tableau VII.5 : Devis quantitatif et estimatif du réseau des eaux Pluviale.....	84
Tableau VII.6 : Planning des opérations et durées estimées.....	85
Tableau VII.7 : Phases Avant et Après Chaque Opération de Chantier.....	85
Tableau VII.8 : Détermination des Durées et Marges de Flottement.....	86

LISTE DES FIGURES

CHAPITRE I : PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

Figure I.1 : Situation géographique de la commune de Gdyel.	4
Figure I.2 : Plan localisant le site d'étude du POS.	4
Figure I.3 : Situation Topographique de la zone d'étude.	6
Figure I.4 : Carte hydrographique de la commune de Gdyel.	8
Figure I.5 : Courbes des variations mensuelles des températures.	9
Figure I.6 : Carte de zonage sismique du nord d'Algérie.	11

CHAPITRE II : ÉTUDE HYDOLOGIQUE

Figure II.1 : Schéma d'un bassin versant.	14
Figure II.2 : Graphe d'ajustement à la loi de Gumbel des $P_{max,j}$	29
Figure II.3 : Graphe d'ajustement à la loi de Galton des $P_{max,j}$	29
Figure II.4 : Comparaison entre les deux graphes d'ajustement des $P_{max,j}$	30

CHAPITRE III : CALCUL DE BASE

Figure III.1 : Représentation des Réseaux Unitaire et Séparatif.	35
---	----

CHAPITRE VI : OUVRAGES ET ÉLÉMENTS DU RÉSEAU D'ÉGOUT

Figures VI.1 : Conduite en PVC.	66
Figures VI.2 : Schéma de branchement simple.	68
Figures VI.3 : Liaison des canalisations PVC aux regards en béton.	70

CHAPITRE VII : ORGANISATION DE CHANTIER ET ESTIMATION DES DEVIS

Figures VII.1 : Les codes de couleur et leurs applications pour les réseaux.	73
Figures VII.2 : Préparation de la tranchée.	75
Figures VII.3 : Mise en place des tubes.	76
Figures VII.4 : Assemblage des tubes.	77
Figures VII.5 : Remblaiement des conduites.	79

LISTE DES PLANCHES

Planche 01 : Plan de masse et levé topographique.

Planche 02 : Plan du réseau projeté des eaux usées.

Planche 03 : Plan du réseau projeté des eaux pluviales.

Planche 04 : Profil en long des eaux usées.

Planche 05 : Profil en long des eaux pluviales.

LISTE DES ANNEXES

Annexe I : Tableau de la fonction de répartition de la loi normale standard.

Annexe II : Tableau de la loi de khi-deux.

Annexe III : Tableau de coefficient de Manning-Strickler (ks).

Annexe IV : Abaque de variation des débits et des vitesses en fonction de l'hauteur de remplissage (d'après la formule de Bazin)

Annexe V : Abaque de dimensionnement réseau des eaux usées en système séparatif.

Annexe VI : Abaque de dimensionnement réseaux pluviaux en système unitaire ou séparatif.

Annexe VII : Abaque de variation des débits et des vitesses en fonction de remplissage.

Annexe VIII : Tableaux des calculs hydrauliques du réseau des eaux usées et des eaux pluviales.

LISTE DES SYMBOLES

Symbole	Signification
i	Intensité
h	Hauteur
T	Temp
P	Précipitation
σ	Écart type
Cv	Coefficient de variation
b	Exposant climatique
M	Médiane
N	Années d'observation
V	Volume
A	Surface élémentaire
Cr	Coefficient de ruissellement
Q	Débit
D	Dotation journalière
Kr	Coefficient de rejet
Kp	Coefficient de pointe
α	Coefficient correcteur
I	Pente
L	Longueur
V	Vitesse
C	Côte
X	Distance
B	Largeur
e	Épaisseur
H	Profondeur
C	Espacement
Kf	Coefficient de foisonnement
R	Rendement

INTRODUCTION GENERALE

L'eau, ressource précieuse et essentielle, est constamment menacée par divers types de pollution et de dégradation, ce qui a des répercussions directes sur les écosystèmes et la santé humaine. Les contaminants peuvent provenir de sources variées telles que les activités industrielles, les usages domestiques et les pratiques agricoles. Cette situation est particulièrement préoccupante dans certaines régions du monde, où la pénurie d'eau est exacerbée par le changement climatique et des périodes prolongées de sécheresse. Il est donc crucial que nous adoptiez tous une gestion rigoureuse de cette ressource vitale et que nous prenions des mesures pour éviter sa pollution, afin de préserver cette richesse indispensable pour les générations futures.

Afin d'assurer une gestion durable des eaux et de protéger la santé humaine tout en préservant la biodiversité de l'environnement, l'assainissement urbain s'attache à évacuer les eaux usées et pluviales vers des exutoires appropriés à travers un réseau hydraulique soigneusement dimensionné. Cette approche assure le transport efficace des eaux polluées hors des zones urbaines, prévient les risques d'inondations, et contribue à la sauvegarde de la faune et de la flore.

Dans cette perspective, notre projet consiste à dimensionner un réseau d'assainissement pour la nouvelle ville SUF1, située dans la commune de Gdyl, wilaya d'Oran. Ce projet vise à étudier l'ensemble du réseau d'assainissement de la ville, afin de garantir une gestion efficace des eaux usées et pluviales. L'objectif est d'assurer une infrastructure moderne et adaptée aux besoins croissants de la ville, tout en respectant les normes environnementales et en contribuant à la protection de la santé publique.

Ce travail est structuré en sept chapitres, chacun étant lié aux autres de manière cohérente.

La première traite des caractéristiques géologiques et climatiques de la zone d'étude, en fournissant des informations détaillées sur ces aspects. Le deuxième se concentre sur l'analyse hydrologique basée sur la série pluviométrique permettant de calculer l'intensité des précipitations. Le troisième examine les sous-bassins, le choix du schéma d'évacuation, ainsi que le tracé du réseau d'assainissement. Le quatrième évalue les débits des eaux usées et pluviales pour ajuster le dimensionnement du réseau. Le cinquième chapitre est dédié aux calculs hydrauliques du réseau d'assainissement. Le sixième décrit les spécifications des ouvrages principaux et annexes nécessaires. Enfin, le dernier chapitre estime les coûts des travaux et planifie les étapes de réalisation pour garantir la gestion efficace du projet.

Chapitre I

Présentation de la zone d'étude

PRÉSENTATION DE LA VILLE DE GDYEL

Introduction :

Avant de commencer à étudier la construction d'un système d'évacuation dans la zone d'étude, plusieurs facteurs qui déterminent la méthode de réalisation du projet doivent choses à considérer :

- Facteurs physiques et climatiques naturels du site.
- Facteurs démographiques liés à la population.
- Facteurs affectant l'agglomération et le développement futur.
- Facteurs spécifiques aux conditions d'hygiène.

Dans ce chapitre, nous examinerons les facteurs précédents afin de pouvoir faire une meilleure étude de la zone SUF 01 de la commune de GDYEL.

I.1 Situation géographique :

Cette commune littorale se situe en bordure de la route nationale n° 11 à 20 Km à l'Est d'Oran, elle fait partie des plaines et bassins de l'Atlas tellien de l'Ouest. Avec une latitude 35°46'56" Nord et longitude 0°25'25" Ouest. Son territoire couvre une superficie de 96,00 Km² et est délimité comme ce qui suit :

- Au Nord par la mer Méditerranée
- A l'Est par les deux communes ; Hassi Mefssoukh et Sidi Benyebka.
- Au Sud par la commune Ben Freha.
- A l'Ouest par la mer Méditerranée et la commune Hassi Ben Okba.

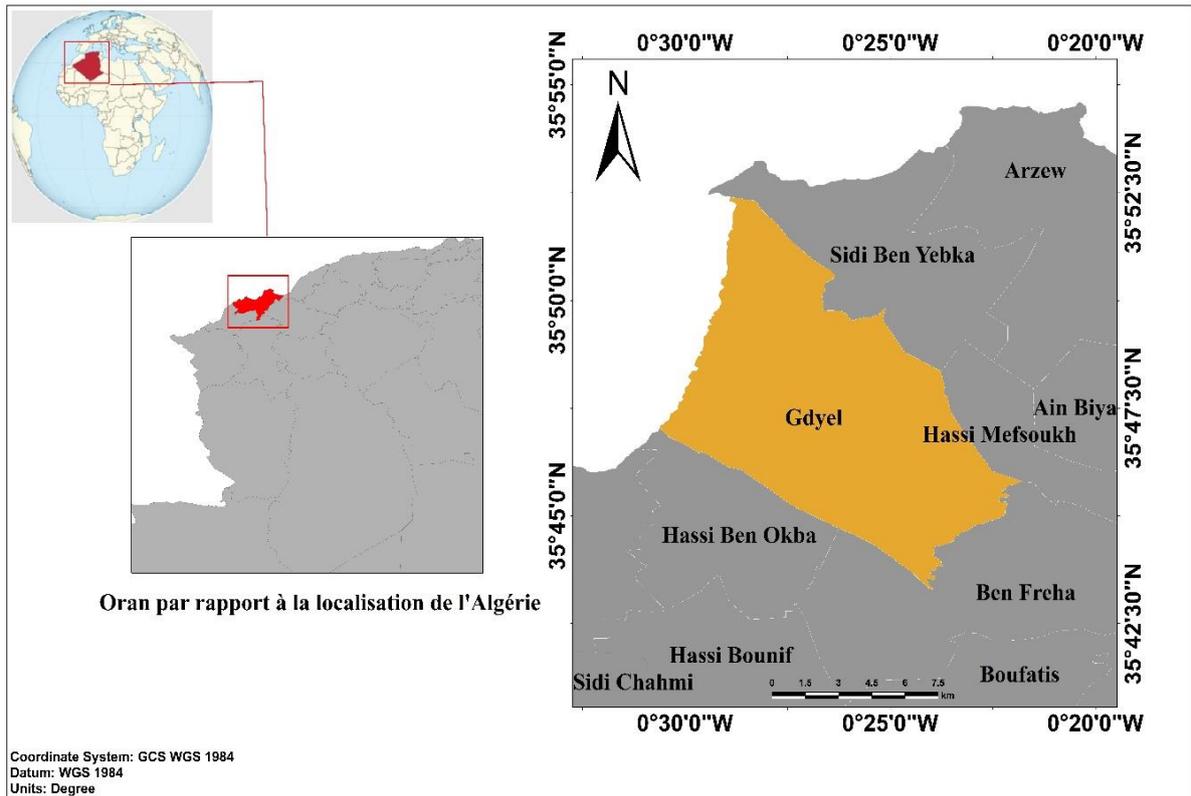


Figure I.1 : Situation géographique de la commune de Gdyl.
 Source (GADM : Global Administrative Areas <https://gadm.org/>, 2024)

I.1.1 Situation du périmètre d'étude du POS :

La zone d'étude du POS est située dans la partie orientale de la ville de Gdyl, couvrant une superficie de 48.74 hectares.

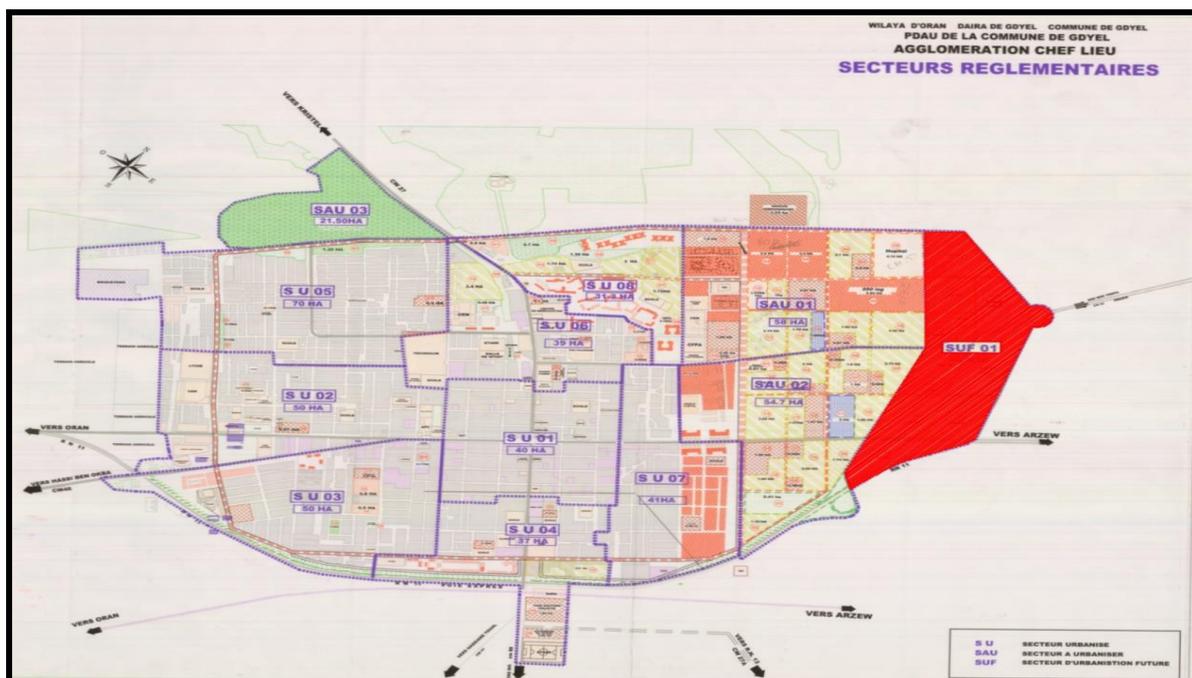


Figure I.2 : Plan localisant le site d'étude du POS.
 Source (Centre d'Étude et de Réalisation en Urbanisme, Oran, 2024)

La zone est délimitée comme suit :

- Au Nord : La forêt.
- A l'Est : Des terres agricoles.
- A l'Ouest : Secteurs à Urbaniser « SAU 01 et SAU 02 »
- Au sud : route nationale "RN11".

I.2 Situation topographique :

Le territoire de la commune se compose de cinq ensembles physiques :

- Centre de Gdyel :

Le centre de Gdyel est caractérisé par une pente douce et irrégulière, qui varie de la cote 130 m à la cote 170 m sur une longueur de 1500 m d'où une pente moyenne de 2.67 %.

- Massifs et versants côtiers :

Environ un tiers de la commune est occupé par deux ensembles montagneux : Djebel Khar (surnommé la montagne des lions) et Djebel Kristel, représentant 31.60% de la superficie.

- Plateau de Gdyel :

Ce plateau, qui s'étend sur 11% de la superficie communale, se caractérise par des pentes relativement douces, variant entre 3% et 12%.

- Zones de plaine :

Les plaines occupent la partie sud de la commune, couvrant 40% de la superficie totale. Elles offrent des altitudes allant de 85m à 150m, favorables à diverses activités agricoles.

- Collines :

Les collines au nord-est de la commune sont parsemées de chaabets et couvrent 10% de la superficie totale, ajoutant une dimension pittoresque au paysage local.



Figure I.3 : Situation Topographique de la zone d'étude.

Source (Topographic-map : <https://fr-fr.topographic-map.com/>,2024)

I.3 Situation géologique :

Le secteur d'étude est situé au centre du paysage géologique côtier d'Oran, inséré dans une vaste étendue qui englobe la zone externe de la chaîne alpine, également connue sous le nom de tellienne. Cette zone s'étend sur environ 100 Km, depuis l'ouest avec le Massif de Madagh jusqu'à l'est avec les Monts d'Arzew, et a une largeur moyenne d'environ 20 Km.

À l'intérieur de cette région, on trouve une série de reliefs tels que le Djebel Murdjadjo, Djebel Khar, les Monts d'Arzew, principalement constitués de formations géologiques datant du secondaire. Ces reliefs, fortement affectés par l'activité tectonique, constituent le substratum, souvent désigné comme para-autochtone.

Au sud de ces reliefs se trouvent des plaines encaissées telles que les plateaux d'Oran, de Bir El Djir, des Hassis, où s'accumulent d'importants dépôts sédimentaires provenant des ères néogène et quaternaire.

I.4 Situation hydrographique :

Deux types de réseaux hydrographiques drainent la plaine de Gdyel :

I.4.1 Un réseau hydrographique exoréique :

La commune bénéficie d'une hydrographie exutoire alimentée par des sources des massifs du Djebel Khar et du Kristel qui se jettent directement dans la mer. Parmi ces cours d'eau, on retrouve l'Oued Chachoune, long de 3 km, et l'Oued Rhadrane, long de 2,5 km.

En outre, il existe également de nombreux petits Chaabat dispersés dans la région, notamment dans le nord, tels que Chaabat Marsat Arnmar, Chaabat Ain-Defla, Chaabat Haiyd-Ediss, Chaabat Hadjeret, Chaabat, Chaabat Sidi Mohamed, Chaabat Tamda et Chaabat Rhemk.

I.4.2 Un réseau hydrographique endoréique :

D'après les observations de la figure ci-dessus, nous constatons que l'essentiel du réseau hydrographique provient de ces deux montagnes, notamment du Djebel Kristel. Le cours d'eau s'écoule généralement du nord-ouest vers le sud-est. Les principaux cours d'eau comprennent Ras al-Ain et Tazarhrha, qui prennent également leur source dans le plateau.

Par ailleurs, la rivière Oued El Mohgoun prend sa source dans le massif de Kristel, tandis que les oueds Gassaa, Benno et Tazdout, ainsi que le Chaabat Tafrent, contribuent également au réseau hydrographique.

Le lac de Télamine : Le lac de Télamine est un bassin qui collecte les eaux de surface du territoire, offrant ainsi une ressource précieuse pour l'irrigation. Les analyses montrent que la qualité de son eau est adaptée à un usage agricole, avec un taux de salinité bas et une conductivité électrique inférieure à 3 dS/m, rendant l'eau idéale pour la plupart des cultures. De plus, le pH compris entre 6,5 et 7,5, permet de maintenir un bon équilibre du sol sans risque pour les plantes. L'absence de contaminants biologiques majeurs et la faible présence de matières en suspension confirment que l'eau du lac Télamine est parfaitement utilisable pour une irrigation durable dans la région.

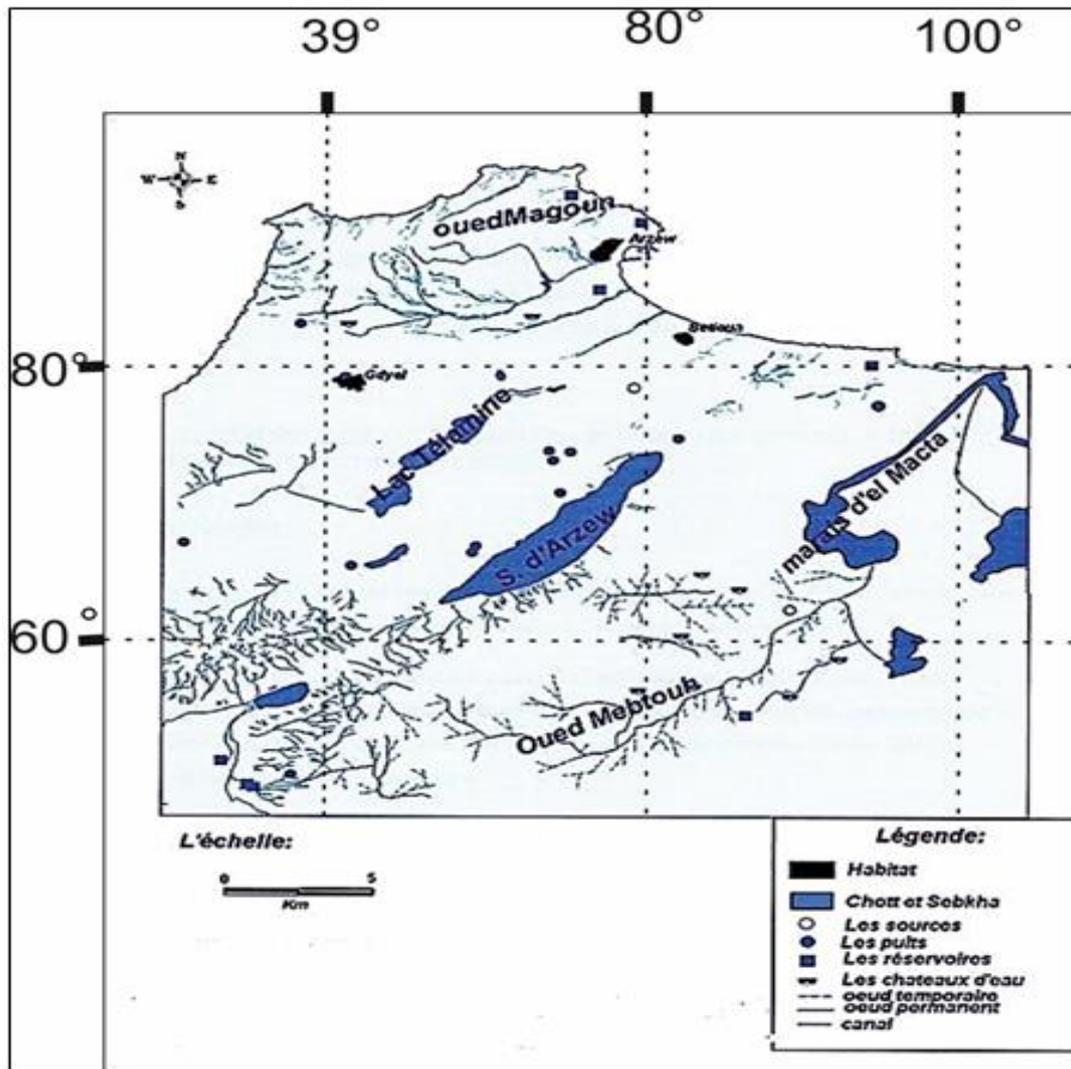


Figure I.4 : Carte hydrographique de la commune de Gdyl.
 Source (ANRH Oran, 2024)

I.5 Situation climatique :

Climat :

D'une manière générale, l'aspect climatologique de la région de Gdyl est caractérisé par un climat méditerranéen avec des hivers plus ou moins froids et des étés chauds.

Température :

Au cours de la période de 2007 à 2019, les données de température révèlent des variations saisonnières marquées. Les températures moyennes varient considérablement d'un mois à l'autre, allant de 15,04 °C en février à 27,81 °C en août. Les températures maximales observées pendant l'été sont particulièrement élevées, avec une moyenne de 31,92 °C en août, ce qui peut entraîner des conditions météorologiques chaudes et une forte évaporation.

En contraste, les températures minimales en hiver montrent des valeurs plus basses, avec un minimum absolu de 10,84 °C enregistré en janvier. Ces données suggèrent une stabilité dans les tendances climatiques sur la période étudiée, avec des variations saisonnières cohérentes au fil des ans.

Tableau I.1: Répartition mensuelle de la température pour la période 2007-2019.

MOIS	SEP	OCT	NOV	DEC	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOUT
Température moyenne mensuelle [°C]	25,95	23,12	18,83	16,29	15,29	15,04	16,13	17,87	20,39	23,59	26,67	27,81
Température maximale [°C]	30,86	28,46	24,45	20,57	19,29	19,89	21,40	23,41	25,71	28,94	31,76	31,92
Température minimale [°C]	22,47	18,41	14,43	11,89	10,84	10,68	11,13	14,01	16,14	19,58	23,16	24,97

Source (ONM Alger, 2024)

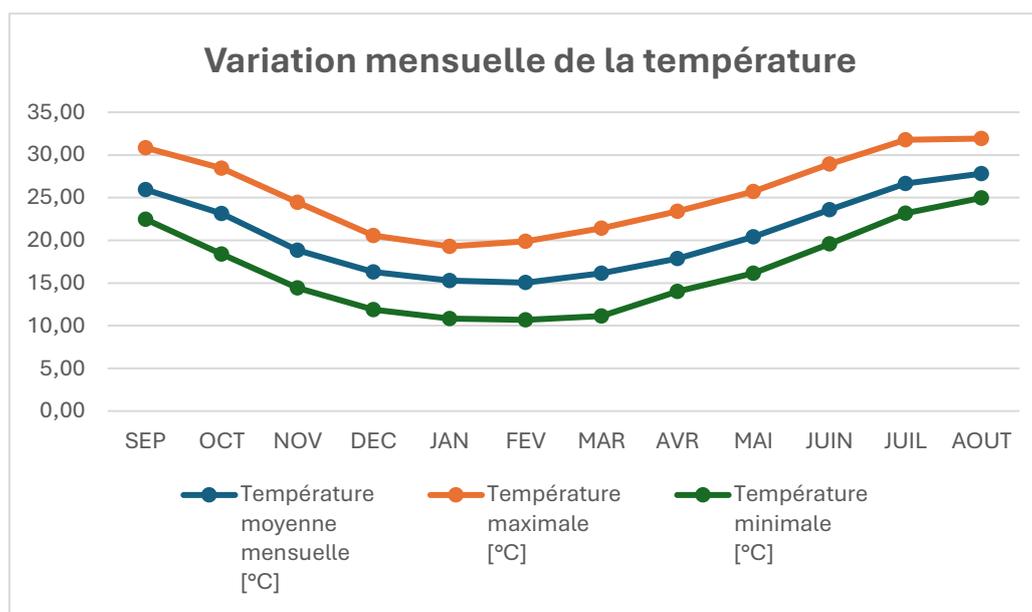


Figure I.5 : Courbes des variations mensuelles des températures.

Humidité :

L'humidité indique le degré de saturation de la vapeur d'eau dans l'air. D'après les valeurs du tableau ci-dessous, nous pouvons voir que l'humidité relative moyenne varie entre 53.62% et 85.15%.

Tableau I.2: Humidités relative moyenne mensuelles pour la période 2007-2019.

MOIS	SEP	OCT	NOV	DEC	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOUT
Humidité (%)	69,84	77,86	78,28	83,95	85,15	83,47	77,81	83,10	78,67	68,85	53,62	54,80

Source (ONM Alger, 2024)

Vents :

Les vents dominants sont du Nord-Ouest en hiver et du Sud-Est en été. Pendant les autres mois de l'année, la région connaît une variation de vitesse du vent. En été, le Sirocco, un vent chaud venant du Sud, est fréquent, soufflant en moyenne pendant environ 10 jours répartis entre juin, juillet et août. Ce vent a un effet notable de dessèchement. La vitesse moyenne des vents dans la région est généralement comprise entre 4 et 6 m/s.

Tableau I.3 : Vents moyens mensuels pour la période 2007-2019.

MOIS	SEP	OCT	NOV	DEC	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOUT
Vitesse du vent (m/s)	5,18	4,9	6,09	5,62	6,19	6,73	6,43	6,17	5,63	5,29	4,7	4,85

Source (ONM Alger, 2024)

Pluviométrie :

Les stations météorologiques disponibles sont situées à une certaine distance de la commune. Cependant, les données qu'elles fournissent restent pertinentes pour mettre en évidence les principales caractéristiques climatiques de cette localité.

Les précipitations dans la région varient considérablement d'un mois à l'autre, avec des pics en novembre et décembre et des creux en juillet et août, conformément au climat méditerranéen. Les pluies printanières sont rares, tandis que les orages estivaux, bien que peu fréquents, peuvent être soudains et violents, provoquant des crues rapides dans les oueds.

Tableau I.4 : Répartition moyenne mensuelle de la pluviométrie pour la période 2007-2019.

MOIS	SEP	OCT	NOV	DEC	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOUT
Pluviométrie (mm)	24,33	23,87	41,48	30,15	33,81	18,47	20,41	17,28	14,69	4,17	2,63	2,85

Source (ANRH Alger, 2024)

I.6 Sismicités :

Un tremblement de terre peut perturber la solidité des connexions du réseau en affectant les joints lors de la propagation de l'onde de choc. Dans la région d'Oran, classée en zone II-a selon l'échelle MERCALI, les secousses sont d'intensité moyenne, avec une période de retour estimé entre 30 et 40 ans. Il est donc nécessaire de prendre des mesures de précaution lors de l'installation des conduites pour minimiser les risques.

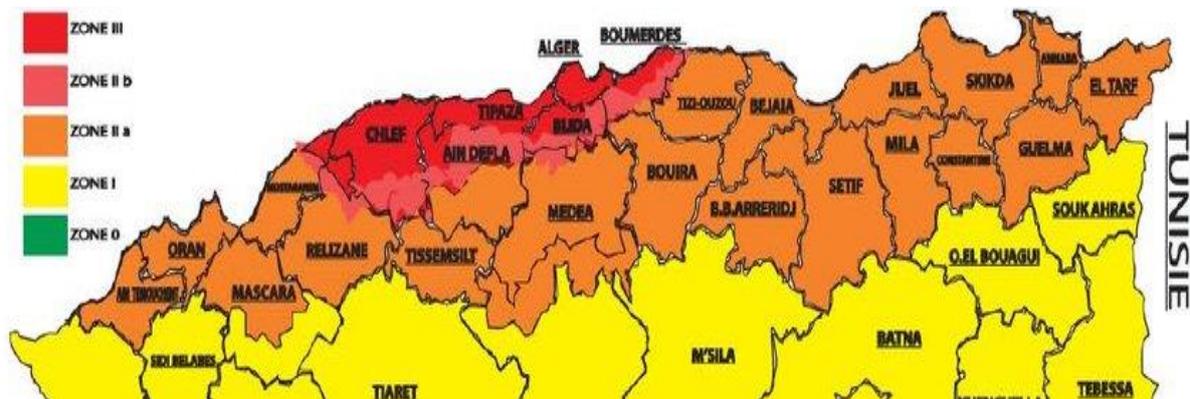


Figure I.6 : Carte de zonage sismique du nord d'Algérie.

Source : (Organisme national de Contrôle Technique des Travaux Publics (CTTP),2024)

I.7 Situation démographique :

Le programme d'habitat qui en résulte de l'aménagement fait ressortir : Un nombre d'habitat collectif de 1629 logements projetés. Selon un TOL de 7 dont la population future sera évaluée à 11403 habitants.

I.8 Infrastructures de base :

I.8.1 Réseau routier :

Le site bénéficie d'une accessibilité remarquable grâce à un réseau de voies importantes qui assurent une connectivité efficace avec les agglomérations environnantes. Sa structure est caractérisée par des artères principales dédiées à la circulation de transit, comprenant notamment :

- La route nationale "RN 11" : qui relie Gdyl à Oran en traversant le site d'intervention au sud.
- La voie "CW 32" : reliant Gdyl à Sidi Ben Yabka, cette route traverse le site d'étude d'Ouest à l'Est, offrant ainsi une liaison essentielle.
- La voie "CW46" : C'est une voie qui est greffée à la "RN 11" sert à relier le secteur à l'ACL renforçant ainsi l'accessibilité du site à d'autres zones importantes.

I.8.2 Réseau énergétique :

La zone d'étude est intégrée à deux lignes électriques de moyenne tension et bénéficie également d'un réseau de gaz de ville.

I.9 Situation hydraulique :

I.9.1 Alimentation en eau potable :

Le réseau d'alimentation en eau potable envisagé pour la zone d'étude sera prochainement alimenté par un nouveau réservoir d'une capacité de 2000 mètres cubes, visant ainsi à combler le déficit à long terme enregistré pour la ville principale de Gdyl.

Le réseau projeté sera de type maillé composé de (05) mailles, avec une dotation de 180 l/j/hab.

I.9.2 Assainissement :

Un système d'assainissement sera planifié pour couvrir l'ensemble de l'infrastructure urbaine du POS avec un système séparatif. La connexion de tous les rejets devra tenir compte des divers programmes prévus. Le volume des eaux usées rejetées du POS sera relié au réseau du POS SAU1 voisin, puis dirigé vers la future station d'épuration des Trois Hassi. Quant au volume des eaux pluviales, il sera rejeté vers le lac de Télamine.

Conclusion :

Après avoir compilé une analyse exhaustive des caractéristiques de notre agglomération, comprenant des données sur la topographie, la géologie, le climat, l'hydrographie, la population, l'urbanisation, ainsi que les infrastructures d'alimentation en eau potable et d'assainissement, nous entamons désormais la phase critique d'étude hydrologique.

Chapitre II

Étude Hydrologique

ETUDE HYDROLOGIQUE

Introduction :

L'hydrologie est le domaine scientifique qui examine les diverses étapes du cycle de l'eau dès son arrivée à la surface de la Terre. Elle inclut l'étude des précipitations, des eaux de surface, de l'évaporation, de l'évapotranspiration et des eaux souterraines, elle permet de comprendre les mécanismes complexes régissant la distribution et le déplacement de l'eau dans notre environnement.

L'objectif de cette étude hydrologique est de déterminer l'intensité des pluies qui servira de base pour le dimensionnement de notre réseau, Cette compréhension approfondie de l'hydrologie est essentielle pour une gestion durable des ressources en eau et pour la prévention des risques liés aux phénomènes hydrométéorologiques.

II.1 Le bassin versant :

Le bassin versant ou bassin d'alimentation, à l'emplacement d'une section de mesure donnée, représente l'ensemble de la surface topographique drainée par le cours d'eau et ses affluents en amont de cette section. Tous les écoulements débutant à l'intérieur de cette surface topographique doivent obligatoirement passer par la section de mesure afin de poursuivre leur cheminement vers l'aval.

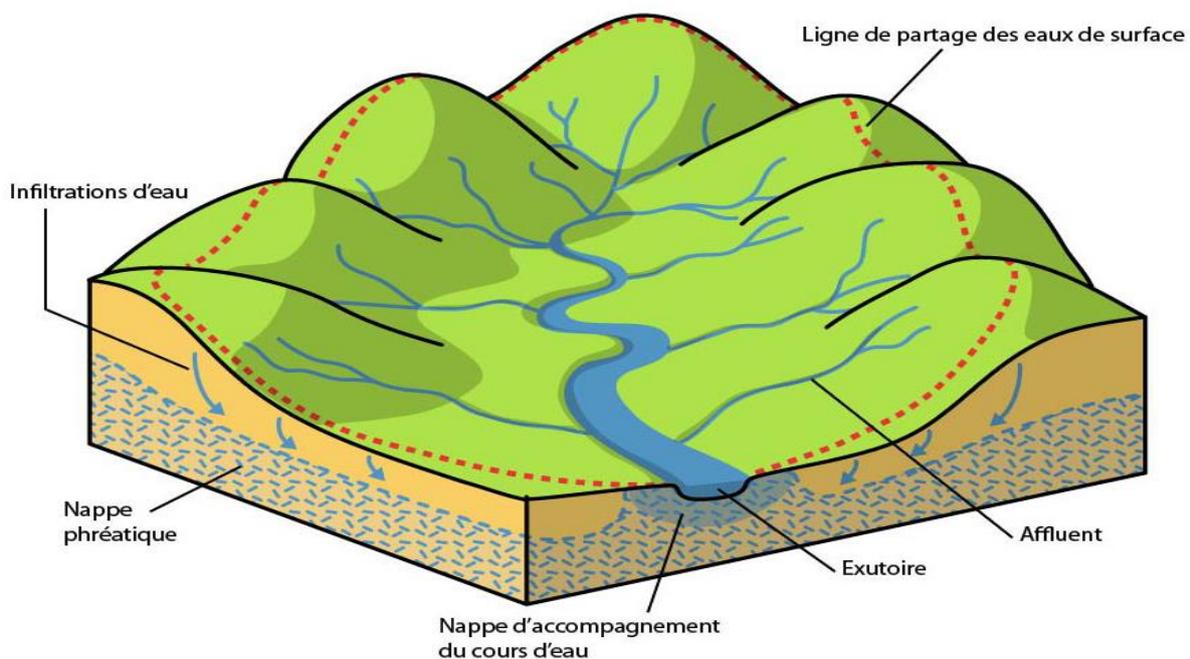


Figure II.1 : Schéma d'un bassin versant.

Source (SyBRA : <https://www.rivieres-angoumois.fr>, 2024)

II.1.1 Les averses :

Les averses sont des précipitations brusques et intenses, souvent de courte durée, pouvant aller de quelques minutes à plusieurs heures. Leur intensité varie continuellement tout au long de l'épisode pluvieux. Dans le cadre des études de réseaux, les averses se caractérisent par leur volume important, leur forte intensité par unité de temps, ainsi que les risques d'érosion associés au ruissellement. Cette situation met en évidence l'impératif d'avoir un système de drainage efficace pour faire face à de telles conditions météorologiques. (01)

II.2 Choix de la période de retour :(02)

La période de retour représente la durée nécessaire pour qu'une averse d'une intensité donnée se manifeste. Une pluie ayant une période de retour de 10 ans signifie qu'elle peut se produire une fois tous les 10 ans.

La pluviométrie, comme mentionné précédemment, constitue une donnée fondamentale dans l'évaluation du coût du réseau, notamment dans l'estimation du débit de ruissellement.

Ainsi, il est souvent nécessaire de tolérer des insuffisances occasionnelles dans les ouvrages du réseau et d'évaluer les conséquences qui en découlent.

Dans le cadre des projets d'assainissement, il est courant d'opter pour une pluie décennale comme référence pour dimensionner les infrastructures.

II.3 Intensité moyenne maximale de précipitation :

Dans le processus de dimensionnement des réseaux d'égout, l'analyse de l'intensité moyenne maximale des précipitations revêt une importance capitale. Cette mesure permet à l'ingénieur chargé d'un projet d'assainissement d'estimer l'intensité maximale de pluie qui sera atteinte ou dépassée une fois en 10, 20 ou 50 ans, sur différents points du réseau et pour des intervalles de temps spécifiques Δt .

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

i_m : intensité moyenne en mm/h.

Δh : hauteur de pluie tombée pendant la durée Δt .

Pour le calcul de l'intensité, on doit :

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

II.3.1 Caractéristique de la station pluviométrique :

Pour analyser les précipitations en assainissement, il est nécessaire d'avoir une série pluviométrique comprenant les précipitations maximales journalières sur la période la plus étendue possible.

Nous prenons comme base de calcul la série pluviométrique de la station pluviométrique d'Arzew dont les coordonnées sont les suivantes :

Tableau II.1 : Coordonnées de la station pluviométrique.

Station	Code	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Période d'observation
ARZEW	040502	35°82' N	00°27' W	7,5	1981_2022

Tableau II.2 : Série d'observation de précipitations mensuelles et maximales journalières.

Année	SEP	OCT	NOV	DEC	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	Pmax j [mm]	Pann Tot [mm]
1981-1982	5,1	13	21,5	30,1	38	12,5	13,1	7,1	0	0,8	1,3	0	38	142,5
1982-1983	12,1	3,4	39,5	15,2	8,3	2,1	17,9	17,5	18,6	0	0	5,1	39,5	139,7
1983-1984	33,5	10,7	2,5	7,3	15,8	15	3,2	30,6	25,1	0,8	0	1,4	33,5	145,9
1984-1985	10,5	20	36,1	7	32	37,5	17,3	20,2	31,8	18	0,8	0	37,5	231,2
1985-1986	2,4	11,5	9,4	21	17,6	4,7	20,3	14,4	10,4	4,9	7	0	21	123,6
1986-1987	9,8	9,5	13,3	20,9	6,8	10,3	12,9	25,1	3,7	1,7	2,7	11,9	25,1	128,6
1987-1988	9,8	29,2	18,8	16,4	27,5	21	17,6	28,1	6	0	0	0	29,2	174,4
1988-1989	6,4	36,5	19,7	13,9	26,1	15	30,1	4,3	0	2,3	0	0	36,5	154,3
1989-1990	16	16	2,3	54	27	13,4	15,1	5,1	3,7	0	0	0	54	152,6
1990-1991	2,3	6,5	13,2	29,8	18,4	18,3	13,6	19	11,7	30,2	0	0	30,2	163
1991-1992	1,8	4,2	0	3,9	11,1	16,8	11,3	8	10,9	0	0	1,9	16,8	69,9
1992-1993	4,7	22,5	33	22	0	27	2,2	2,4	3	0	1,2	6,9	33	124,9
1993-1994	5,27	42,19	60,65	44,2	47,46	58,01	5	42,19	22,09	0	2	0	60,65	329,06
1994-1995	4,9	42,19	47,1	31,64	31,64	5,58	5,05	60,9	21,09	0	0	3,87	60,9	253,96
1995-1996	0,8	9,8	13,2	7,6	19	29,4	16,8	3,2	15	5	0,1	1,8	29,4	121,7
1996-1997	2,5	1,2	11,5	8	8	8	0	0,4	5	11	21,8	1,2	21,8	78,6
1997-1998	21,2	16	17	22,1	30	13,5	4,5	10,8	20	2,2	0	0	30	157,3
1998-1999	16,2	1,9	12,5	0,7	8	15,4	35,3	23,9	12,4	0	0	1	35,3	127,3
1999-2000	8,3	3,7	6	10,6	35,4	0	18,5	19,3	4,2	3,5	0	0	35,4	109,5
2000-2001	2,7	4,8	16,8	10,5	18,3	9	29,1	3,4	12,3	1,8	0	2,2	29,1	110,9
2001-2002	3,5	15,3	79,8	18,5	7,5	11,2	29,4	3,6	31,1	7,7	7,2	6	79,8	220,8
2002-2003	0	8,5	8,3	30	0,2	21,9	20,3	11,3	12,9	2,2	2,3	0,2	30	118,1
2003-2004	3,8	15,4	20,2	6,7	9,2	22,3	3,7	12,2	4,6	0	1	0,1	22,3	99,2
2004-2005	12	23,6	15,7	3,9	8,1	25,3	24,8	19,2	2,5	7,4	0	11	25,3	153,5
2005-2006	6,5	4,8	7,6	32,7	16	35,6	12,2	9,3	3,5	0	0	0,7	35,6	128,9
2006-2007	51,1	5,8	4,8	10,8	17,5	3,5	0	19,7	5,9	0,5	0	2	51,1	121,6
2007-2008	16,2	32,6	17,9	5,2	14	11,3	17,9	6,4	15,8	0	0,9	3,2	32,6	141,4
2008-2009	0	0	28	36,6	18,3	34,1	26,2	0	0,1	3,6	0	0	36,6	146,9
2009-2010	13,4	10,8	18,2	13	2,9	0	10,7	3,6	13,1	0	0	0	18,2	85,7
2010-2011	21,2	18,8	34,3	7,8	7,3	52,7	0,4	6,7	22,5	0	0	0	52,7	171,7
2011-2012	10,8	21,7	85,4	24,6	1,6	4	27	15,3	23,7	0,2	1,4	11,2	85,4	226,9
2012-2013	0	7,4	37,4	0,4	40	34,6	3,4	10,2	7,6	0	0,9	0,1	40	142
2013-2014	0,4	4,5	42,2	28,5	25,4	8,2	7	24,7	20,3	0,2	0	0,2	42,2	161,6
2014-2015	1,7	15	65,2	26,5	13,8	22,8	17,7	6,4	0	2,2	0	0	65,2	171,3
2015-2016	14,3	1,9	25,9	12,7	41,5	35,4	2,6	19,3	12,6	3	0	0	41,5	169,2
2016-2017	1,1	0	7,4	30,6	26,2	12	24,8	17,4	0	0	0	0	30,6	119,5
2017-2018	2	8	4	26,37	43,34	47,46	15,82	45,73	21,09	25,32	1,3	0	47,46	240,43
2018-2019	0	0,3	8,5	16,5	24,8	18,3	13,3	2,4	14,4	0,5	0	0	24,8	99
2019-2020	2,1	7,5	32	6,3	15,5	4	24,7	5	24,9	0	0	0	32	122
2020-2021	3,3	0	10,55	31,64	26,37	6,39	15,82	40,54	36,91	0	0	0	40,54	171,52
2021-2022	21,09	26,37	20,32	14,3	37,36	5,8	6,2	11,8	5,3	21	1,2	0	37,36	170,74

Source (ANRH Alger, 2024)

II.4 Analyse des données pluviométriques et le choix de loi d'ajustement :

II.4.1 Analyse des données statistiques :

L'analyse statistique d'une série d'observations de précipitations mensuelles et maximales journalières, sur une période de 41 ans nous donne :

- La moyenne interannuelle des précipitations maximales journalières $\overline{P_{max,j}}$:

$$\overline{P_{max,j}} = \frac{\sum_{i=1}^n P_{max,j}}{n} \quad (\text{II.2})$$

$$\overline{P_{max,j}} = \frac{\sum_{i=1}^n P_{max,j}}{n} = \frac{1568,11}{41} = 38.25 \text{ mm}$$

$P_{max,j}$: Précipitations mensuelles et maximales journalières.

n : Nombre d'années d'observations.

- L'écart type $\sigma_{P_{max,j}}$:

Pour n supérieur à 30 ans, on a :

$$\sigma_{P_{max,j}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (P_{max,j} - \overline{P_{max,j}})^2}{n}} \quad (\text{II.3})$$

$$\sigma_{P_{max,j}} = 15.2 \text{ mm}$$

- Coefficient de variation Cv :

$$Cv = \frac{\sigma_{P_{max,j}}}{\overline{P_{max,j}}} \quad (\text{II.4})$$

$$Cv = \frac{\sigma_{P_{max,j}}}{\overline{P_{max,j}}} = \frac{15.2}{38.25} = 0.399$$

Les propriétés de la série sont présentées dans le tableau ci-dessous :

Tableau II.3 : Caractéristiques de la série pluviométrique.

Caractéristique	Valeurs
Nombre d'années d'observation	41
Minimum des $P_{max,j}$ (mm)	16.8
Maximum des $P_{max,j}$ (mm)	85.4
La moyenne des $P_{max,j}$ (mm)	38.2
L'écart type (mm)	15.2
Coefficient de variation	0.399

Remarque :

L'exposant climatique pour notre région $b = 0,38$ est donné par le centre d'étude et de réalisation en urbanisme de ORAN.

II.4.2 Vérification de l'homogénéité de la série :

Nous devons déterminer si les données sont homogènes ou non. À cette fin, nous utilisons le test de médiane, dont les étapes sont les suivantes :

1. Organisez la série en ordre croissant.
2. Déterminer la valeur M de la médiane. (Où 50% des X_i sont inférieurs à M et 50% des X_i sont supérieurs à M), Cette situation comporte deux cas possibles :
 - Si N (Nombre d'années d'observation) est pair, on prend la moyenne $M = \frac{X(\frac{N}{2}) + X(\frac{N}{2} + 1)}{2}$
 - Si N est impair, on prend $M = X\left(\frac{N+1}{2}\right)$
3. Pour la série non triée, assigner à chaque valeur un signe (+) si $X_i > M$, et un signe (-) si $X_i < M$.
4. Effectuons le calcul des quantités N_s et T_s (N_s représente le nombre total de valeurs dans les séries positives ou négatives, tandis que T_s est la taille de la plus grande série positive ou négative). Ensuite, nous vérifierons les conditions suivantes :

$$N_s > \frac{1}{2}(N+1 - u_{1-\frac{\alpha}{2}} \cdot \sqrt{N+1}) \quad (\text{II.5})$$

$$T_s < 3.3 (\log(N)+1) \quad (\text{II.6})$$

Avec $\alpha = 5\%$ Erreur de premier espace, et $u_{1-\frac{\alpha}{2}} = 1.96$

On a $N=41$ donc la série est impair, la médiane est calculée par :

$$\text{La Médiane}(X_{50\%}) = X\left(\frac{N+1}{2}\right) = X\left(\frac{41+1}{2}\right) = X(21) = 35.4 \text{ mm}$$

$N_s = 21$ et $T_s = 6$.

$$N_s > \frac{1}{2}(N+1 - u_{1-\frac{\alpha}{2}} \cdot \sqrt{N+1}) = \frac{1}{2}(42 - 1.96 \cdot \sqrt{42}) = 14.64. \text{ Donc condition n°1 vérifiée.}$$

$$T_s < 3.3 (\log(N)+1) = 3.3 (\log(41)+1) = 8.62. \text{ Donc condition n°2 vérifiée.}$$

Les critères du test médian ont été remplis, confirmant l'homogénéité. Ainsi, on peut appliquer les lois d'ajustement.

Tableau II.4 : Classement de la série pour le calcul des paramètres du test de la médiane.

RANG	Série des Pmax,j classée par ordre croissant	Série des Pmax,j non classée	Les signes « + » et « - »
1	16,8	38	+
2	18,2	39,5	+
3	21	33,5	-
4	21,8	37,5	+
5	22,3	21	-
6	24,8	25,1	-
7	25,1	29,2	-
8	25,3	36,5	+
9	29,1	54	+
10	29,2	30,2	-
11	29,4	16,8	-
12	30	33	-
13	30	60,65	+
14	30,2	60,9	+
15	30,6	29,4	-
16	32	21,8	-
17	32,6	30	-
18	33	35,3	-
19	33,5	35,4	+
20	35,3	29,1	-
21	35,4	79,8	+
22	35,6	30	-
23	36,5	22,3	-
24	36,6	25,3	-
25	37,36	35,6	+
26	37,5	51,1	+
27	38	32,6	-
28	39,5	36,6	+
29	40	18,2	-
30	40,54	52,7	+
31	41,5	85,4	+
32	42,2	40	+
33	47,46	42,2	+
34	51,1	65,2	+
35	52,7	41,5	+
36	54	30,6	-
37	60,65	47,46	+
38	60,9	24,8	-
39	65,2	32	-
40	79,8	40,54	+
41	85,4	37,36	+

II.4.3 Choix de la loi d'ajustement :

Pour estimer les valeurs extrêmes de précipitations et prédire les débits de crue, il est essentiel d'effectuer un ajustement statistique à une loi de probabilité théorique. En ajustant les données observées à cette loi, nous pouvons déterminer les intensités de pluie les plus rares et les plus extrêmes, ce qui est crucial pour évaluer les risques d'inondations et concevoir des infrastructures de gestion des eaux efficaces.

Les lois d'ajustement sont nombreuses et ne peuvent être appliquées à un échantillon que si la condition d'homogénéité sont satisfaites. Nous avons opté pour deux lois largement utilisées :

- La loi de Gumbel.
- La loi de log-normal ou loi de Galton.

Les étapes d'ajustement sont les suivantes :

Étape 01 : Trier les valeurs par ordre croissant et attribuer un rang à chaque valeur.

Étape 02 : Calculer la fréquence expérimentale pour chaque rang par la formule de Hazen.

Étape 03 : Calculer la variable réduite de Gumbel.

Étape 04 : Calculer les caractéristiques empiriques de la série.

Étape 05 : Ajuster graphiquement la série.

Étape 06 : Calculer les intervalles de confiance.

II.4.3.1 Les paramètres de la loi choisie et vérification de son adéquation :

1. Loi de Gumbel :

La fonction de répartition de la loi de Gumbel est :

$$F(x) = e^{-e^{-y}} \quad (\text{II.7})$$

$$y = \alpha (x - x_0) \quad (\text{II.8})$$

Avec : y est la variable réduite de Gumbel.

x_0 : Ordonnée à l'origine en (mm)

x : précipitation maximale journalière en (mm)

La fréquence expérimentale est donnée par la formule de Hazen :

$$F(x) = \frac{m-0.5}{n} \quad (\text{II.9})$$

La variable réduite de Gumbel donnée par la formule : $Y_i = -\ln(-\ln(f(x_i)))$ (II.10)

Tableau II.5 : Ajustement des précipitations maximales journalières à la loi de Gumbel.

RANG	Série des Pmax,j classée par ordre croissant	Fréquence de Hazen F(x)	La variable réduite de Gumbel y
1	16,8	0,012	-1,483
2	18,2	0,037	-1,196
3	21	0,061	-1,029
4	21,8	0,085	-0,900
5	22,3	0,110	-0,793
6	24,8	0,134	-0,698
7	25,1	0,159	-0,611
8	25,3	0,183	-0,530
9	29,1	0,207	-0,453
10	29,2	0,232	-0,380
11	29,4	0,256	-0,309
12	30	0,280	-0,240
13	30	0,305	-0,172
14	30,2	0,329	-0,105
15	30,6	0,354	-0,039
16	32	0,378	0,028
17	32,6	0,402	0,094
18	33	0,427	0,161
19	33,5	0,451	0,228
20	35,3	0,476	0,297
21	35,4	0,500	0,367
22	35,6	0,524	0,438
23	36,5	0,549	0,511
24	36,6	0,573	0,586
25	37,36	0,598	0,664
26	37,5	0,622	0,745
27	38	0,646	0,829
28	39,5	0,671	0,918
29	40	0,695	1,012
30	40,54	0,720	1,111
31	41,5	0,744	1,218
32	42,2	0,768	1,333
33	47,46	0,793	1,460
34	51,1	0,817	1,599
35	52,7	0,841	1,757
36	54	0,866	1,938
37	60,65	0,890	2,152
38	60,9	0,915	2,417
39	65,2	0,939	2,766
40	79,8	0,963	3,290
41	85,4	0,988	4,401

L'estimation des paramètres de l'ajustement de la loi de Gumbel par la méthode des moments :

L'équation d'une droite représentant la loi de Gumbel est :

$$x = \frac{1}{\alpha} y + x_0 \quad (\text{II.11})$$

$$\frac{1}{\alpha} = 0.78 \sigma_x \quad (\text{II.12})$$

$\frac{1}{\alpha}$: est la pente de la droite, $\frac{1}{\alpha} = 0.78 \sigma_x = 0.78 \cdot 15.5 = 11.88 \text{ mm}$

et x_0 : est l'ordonnée à l'origine.

$$x_0 = \bar{x} - \frac{1}{\alpha} \bar{y} \quad (\text{II.13})$$

\bar{X} et \bar{Y} sont respectivement les moyennes des variables X et Y .

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n} \quad (\text{II.14})$$

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n} = 0.57 \quad (\text{II.15})$$

$$x_0 = 38.25 - 11.88 \cdot (0.57) = 31.48 \text{ mm}$$

Alors, la droite de Gumbel se transforme en : $x = 11.88 y + 31.48$

$$P_{\max, j, p\%} = 11.88 y_{p\%} + 31.48$$

Le coefficient de corrélation :

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad (\text{II.16})$$

$$r = 0.98$$

$r = 0.98 > 0.8$, confirmant une corrélation acceptable.

Après avoir calculé les paramètres de la loi de Gumbel, nous définissons les périodes de retour souhaitées pour déterminer les quartiles, à savoir 100, 50, 20, 10, 5 et 2 ans. La probabilité de non-dépassement est calculée selon la formule suivante :

$$q = 1 - \frac{1}{T} \quad (\text{II.17})$$

Les résultats de l'ajustement à la loi de Gumbel pour diverses périodes de retour obtenus à partir du logiciel Hyfran sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau II.6 : Ajustement de la série à la loi de Gumbel à l'aide du logiciel Hyfran.

Période de retour «T» [ans]	Probabilité «Q»	Valeur théorique «Xt» [mm]	Ecart-Type	Intervalle de confiance 95%
100.0	0.9900	86.1	9.34	67.7 - 104
50.0	0.9800	77.8	8.02	62.0 - 93.5
20.0	0.9500	66.7	6.28	54.4 - 79.0
10.0	0.9000	58.1	4.97	48.4 - 67.9
5.0	0.8000	49.2	3.68	42.0 - 56.4
2.0	0.5000	35.7	2.19	31.5 - 40.0

Pour une période de retour $T = 10$ ans on a : $q = 1 - \frac{1}{T} = 0.9$

Et la variable réduite de Gumbel : $Y_i = -\ln(-\ln(f(90\%))) = 2.25$

On remplace cette valeur dans notre équation de la droite de Gumbel :

$$P_{\max,j,p\%} = 11.88 y_{p\%} + 31.48 = 11.88 * 2.25 + 31.48 = 58.21 \text{ mm}$$

2. Loi de Galton (Log Normal) :

$$F(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^u e^{-\frac{1}{2}u^2} \quad (\text{II.18})$$

$F(x)$: fréquence au non-dépassement

La variable réduite u est de la forme :

$$u = \frac{\ln x - \overline{\ln x}}{\sigma_{\ln x}} \quad (\text{II.19})$$

Tell que :

x : variable étudiée ($P_{\max,j}$).

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

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

Dans cette forme, l'équation de la variable réduite est présentée :

$$\ln x = \overline{\ln x} + u \cdot \sigma_{\ln x} \quad (\text{II.20})$$

$$\overline{\ln x} = \frac{\sum_{i=1}^n \ln x_i}{n} = 3.58 \quad \text{et :} \quad \sigma_{\ln x} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\ln x_i - \overline{\ln x})^2}{n}} = 0.37$$

$$\text{Donc : } \ln x_{p\%} = 3.58 + u_{p\%} 0.37$$

En se référant au tableau de la loi normale (annexe I) on obtient : $u_{10\%} = 1.28$.

Donc, pour une pluie d'une période de retour de 10 ans, elle est définie par :

$$x_{(10\%)} = e^{3.58 + u_{10\%} 0.37} = e^{3.58 + 1.28 \cdot (0.37)} = 57.60 \text{ mm}$$

Le coefficient de corrélation :

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(\ln u - \overline{\ln u})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (\ln u - \overline{\ln u})^2}} \quad (\text{II.21})$$

$$r = 1.$$

$r > 0.8$, confirmant une corrélation acceptable.

Les résultats de l'ajustement à la loi de Galton en utilisant la méthode du maximum de vraisemblance pour différentes périodes de retour, obtenus à partir du logiciel Hyfran, sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau II.7 : Ajustement de la série à la loi de Galton à l'aide du logiciel Hyfran.

Période de retour «T» [ans]	Probabilité «Q»	Valeur théorique «Xt» [mm]	Ecart-Type	Intervalle de confiance 95%
100.0	0.9900	83.8	9.33	65.6 - 102
50.0	0.9800	75.9	7.72	60.7 - 91.0
20.0	0.9500	65.3	5.78	54.0 - 76.6
10.0	0.9000	57.2	4.44	48.5 - 65.9
5.0	0.8000	48.6	3.25	42.3 - 55.0
2.0	0.5000	35.7	2.05	31.7 - 39.7

Tableau II.8 : Ajustement des précipitations maximales journalières à la loi de Galton.

RANG	Série des Pmax,j classée par ordre croissant	Ln (Pmax,j)	La variable réduite de Gausse u
1	16,8	3,600	-2,050
2	18,2	3,621	-1,834
3	21	3,702	-1,447
4	21,8	3,860	-1,346
5	22,3	3,861	-1,285
6	24,8	3,927	-0,998
7	25,1	3,965	-0,965
8	25,3	3,986	-0,944
9	29,1	4,061	-0,566
10	29,2	4,098	-0,556
11	29,4	4,105	-0,538
12	30	4,109	-0,483
13	30	4,140	-0,483
14	30,2	4,148	-0,465
15	30,6	4,174	-0,430
16	32	4,211	-0,309
17	32,6	4,240	-0,259
18	33	4,265	-0,226
19	33,5	4,281	-0,185
20	35,3	4,319	-0,044
21	35,4	4,320	-0,036
22	35,6	4,357	-0,021
23	36,5	4,365	0,047
24	36,6	4,371	0,054
25	37,36	4,406	0,110
26	37,5	4,412	0,120
27	38	4,419	0,156
28	39,5	4,435	0,260
29	40	4,478	0,294
30	40,54	4,544	0,331
31	41,5	4,553	0,394
32	42,2	4,658	0,439
33	47,46	4,697	0,756
34	51,1	4,707	0,956
35	52,7	4,754	1,040
36	54	4,848	1,105
37	60,65	4,882	1,419
38	60,9	4,995	1,430
39	65,2	5,089	1,615
40	79,8	5,128	2,161
41	85,4	5,274	2,344

II.4.3.2 Comparaison entre les deux lois d'ajustement :

Nous avons adapté les séries de précipitations maximales journalières aux lois de Gumbel et Galton à l'aide du logiciel Hyfran. Nous avons comparé les tracés de droites de régression obtenus à partir des deux ajustements. Les caractéristiques de l'échantillon, les tests d'adéquation des lois et d'homogénéité sont calculés directement par le logiciel. Les droites de Gumbel et de Galton sont représentées par les figures II.02, II.03 et II.04.

À ce point, nous devons déterminer si ces lois sont appropriées. Chaque méthode a ses avantages et ses inconvénients, Pour prendre une décision il est nécessaire de considérer deux aspects principaux :

- Les paramètres hydrologiques estimés, tels que les coefficients de corrélation et les précipitations décennales.
- L'inspection visuelle des parcelles et l'application du test du khi2.
- Le coefficient de corrélation :

$$r_{\text{Gumbel}} = 0.98$$

$$r_{\text{Galton}} = 1$$

On a les deux corrélations sont acceptables.

- Pluies décennales :

$$P_{\text{max},j} (\text{Gumbel}) = 58.1 \text{ mm}$$

$$P_{\text{max},j} (\text{Galton}) = 57.2 \text{ mm}$$

La précipitation maximale journalière pour une période de retour de dix ans, calculée selon la loi de Gumbel, dépasse celle obtenue par la loi de Galton, offrant ainsi une marge de sécurité plus grande avec loi de Gumbel.

- Test d'adéquation de Khi-deux ou teste de Pearson

Ce test d'adéquation implique l'utilisation d'une règle de décision pour évaluer si une hypothèse sur l'adéquation globale d'une distribution empirique avec une distribution théorique spécifique, soit a priori soit ajustée selon les observations, est valide.

Donc en comparant entre les valeurs calculées et théoriques de χ^2 .

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

$$\gamma = k - 1 - m \quad (\text{II.22})$$

Avec :

k : nombre de classe, k = 8.

m : nombre de paramètres de la loi , m = 2 dans le cas de la loi de Gauss.

Donc $\gamma = 8 - 1 - 2 = 5$. A partir la table de khi2 (Annexe II) on trouve : $\chi^2_{théorique} = 11.07$

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

Pour que P = F soit vérifiée, il faut que : $\chi^2_{calculée} < \chi^2_{théorique}$.

On obtien le $\chi^2_{calculée}$ a partir de logiciel Hyfran.

Tableau II.9 : Les paramètres de test Khi2.

Distribution statistique	Nombre de classe	P	χ^2 Calculée	χ^2 Théorique	H0
Gumbel	8	0.5389	4.07	11,07	Vérifiée
Galton	8	0.6150	4.1	11,07	Vérifiée

Donc :

L'adéquation des deux lois est bonne, et l'ajustement de la série fait par la loi de Gumbel et aussi a la loi de Galton.

- Test graphique :

Ce test base sur le fait de regarder attentivement les graphiques d'ajustement. On regarde comment les points sont disposés sur le papier de probabilité pour vérifier s'ils sont bien alignés et s'il n'y a pas de formes étranges.

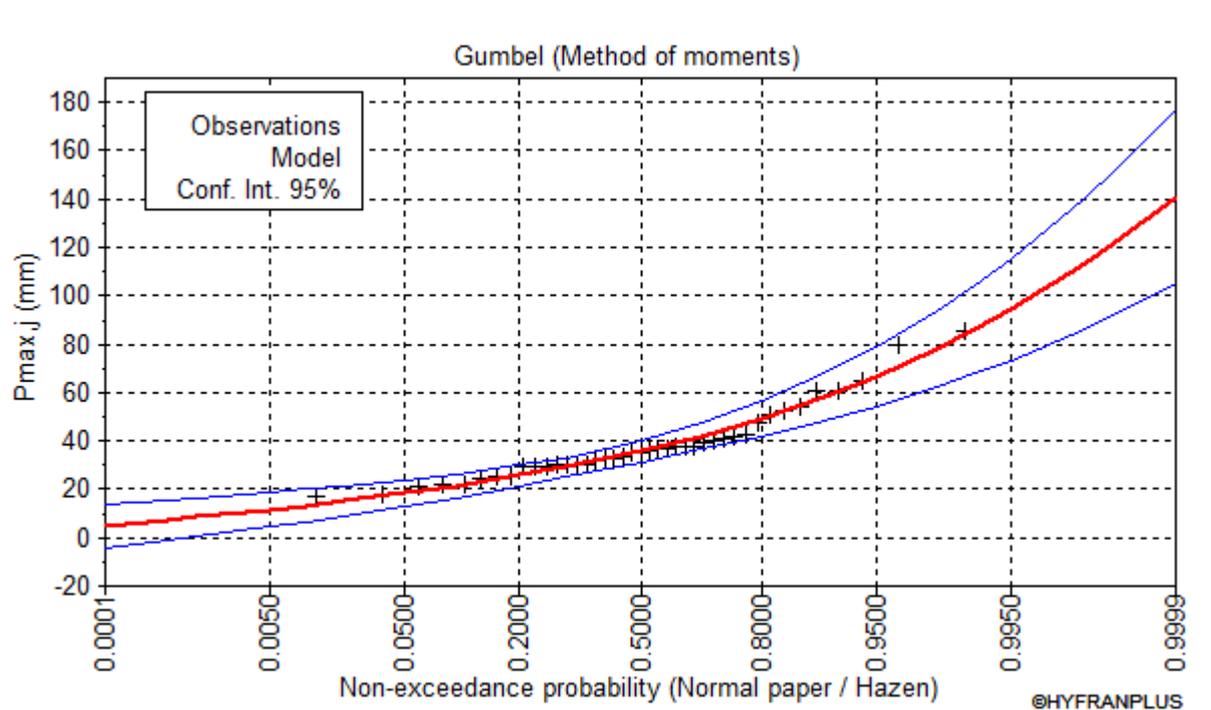


Figure II.2 : Graphe d'ajustement à la loi de Gumbel des Pmax,j.

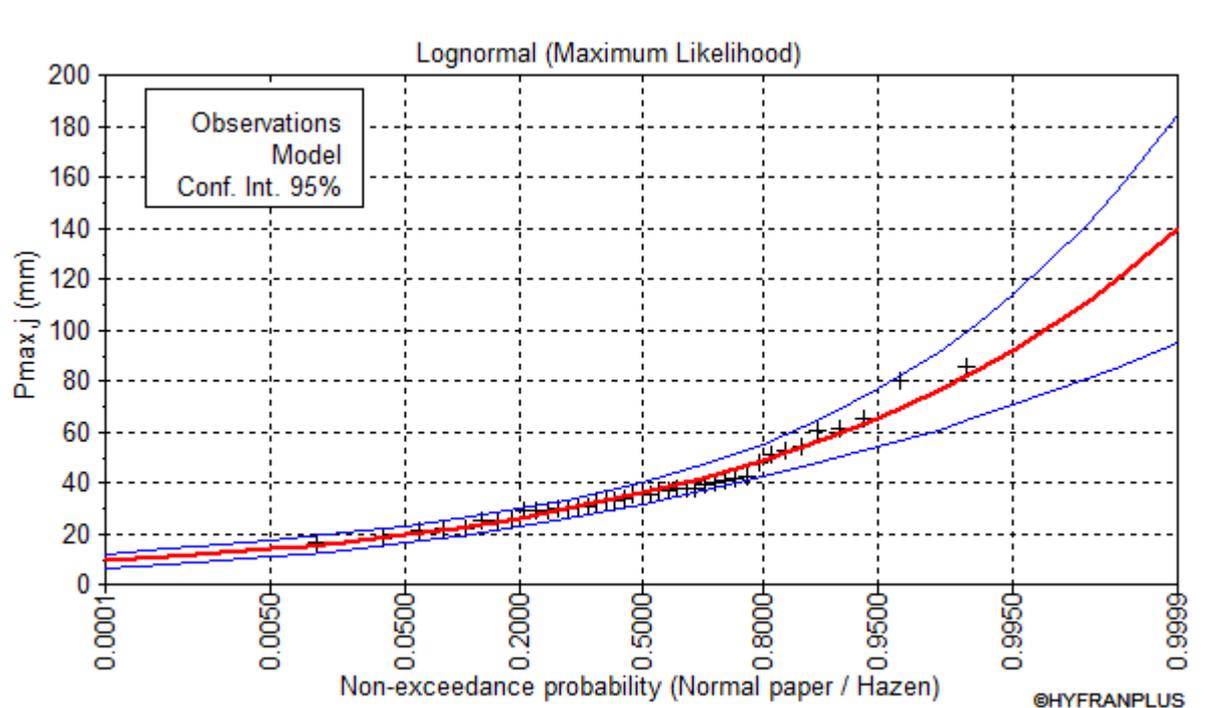


Figure II.3 : Graphe d'ajustement à la loi de Galton des Pmax,j.

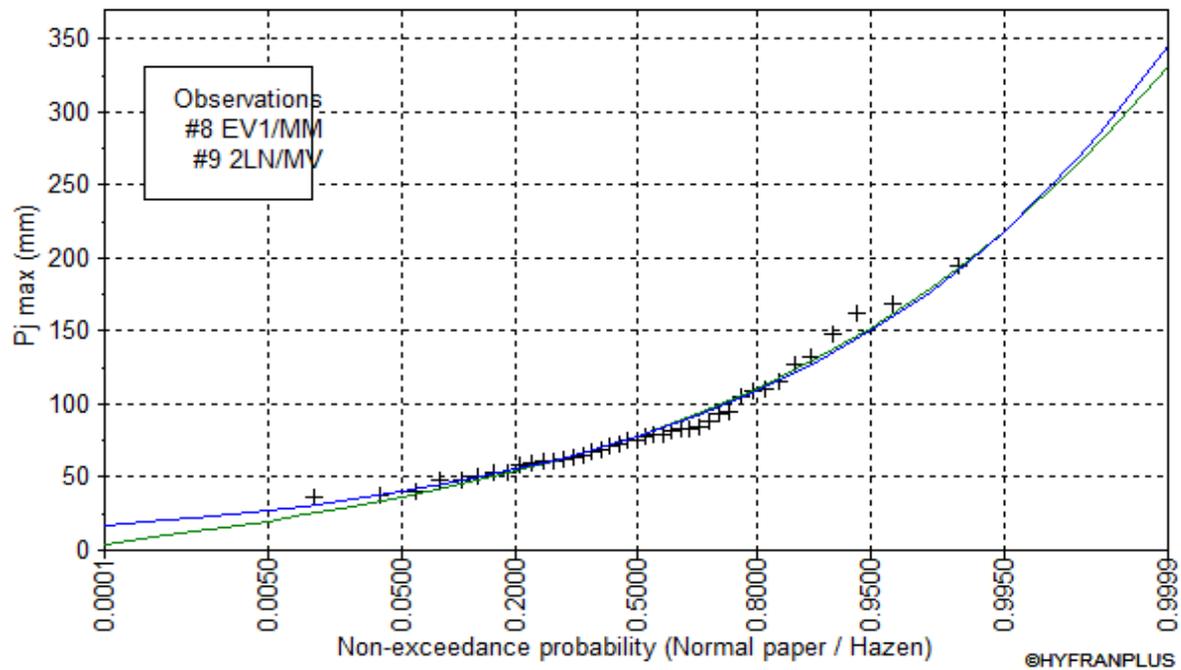


Figure II.4 : Comparaison entre les deux graphes d'ajustement des $P_{\max,j}$.

Dans les deux situations, les points se trouvent très proches de la droite théorique montrant une convergence satisfaisante.

Résultat :

Pour une marge de sécurité satisfaisante, on estime que la série des pluies maximales journalières correspond mieux à la loi de Gumbel.

II.5 Calcul des pluies et des intensités de courte durée :

On va calculer les valeurs des précipitations de courte durée et leurs intensités en utilisant les résultats de l'ajustement à la loi de Gumbel comme référence.

Les averses, ou les pluies de courte durée, sont déterminées à partir des $P_{\max,j}$ selon la relation suivante :

$$P_{t,p\%} = P_{\max,j} \cdot \left(\frac{t}{24}\right)^b \quad (\text{II.23})$$

Avec :

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

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

t : Durée de l'averse (h).

b : Exposant climatique $b = 0,38$

Pour le calcul de l'intensité moyenne maximale de précipitation nous appliquons la formule de Montanari :

$$i_{t,p\%} = \frac{P_{t,p\%}}{t} \quad (\text{II.24})$$

Tell que :

$i_{t,p\%}$: Intensité moyenne en mm/h.

$P_{t,p\%}$: Hauteur de pluie tombée pendant la durée t en mm

Les résultats des calculs sont récapitulés dans le tableau suivant :

Tableau II.10 : Pluies de courte durée de différentes périodes de retour et leurs intensités.

T	5		10		20		50		100	
Xt (mm)	49.2		58.1		66.7		77.8		86.1	
t(h)	Pt (mm)	It (mm/h)	Pt (mm)	It (mm/h)	Pt (mm)	It (mm/h)	Pt (mm)	It (mm/h)	Pt (mm)	It (mm/h)
0,1	6,13	61,30	7,24	72,39	8,31	83,11	9,69	96,94	10,73	107,28
0,2	7,98	39,89	9,42	47,10	10,82	54,08	12,62	63,08	13,96	69,80
0,25	8,68	34,73	10,25	41,02	11,77	47,09	13,73	54,93	15,20	60,79
0,5	11,30	22,60	13,34	26,69	15,32	30,64	17,87	35,74	19,78	39,55
0,75	13,18	17,58	15,57	20,76	17,87	23,83	20,85	27,79	23,07	30,76
1	14,71	14,71	17,37	17,37	19,94	19,94	23,25	23,25	25,73	25,73
2	19,14	9,57	22,60	11,30	25,94	12,97	30,26	15,13	33,49	16,74
3	22,32	7,44	26,36	8,79	30,27	10,09	35,30	11,77	39,07	13,02
4	24,90	6,23	29,41	7,35	33,76	8,44	39,38	9,85	43,58	10,90
5	27,11	5,42	32,01	6,40	36,75	7,35	42,87	8,57	47,44	9,49
6	29,05	4,84	34,31	5,72	39,39	6,56	45,94	7,66	50,84	8,47
7	30,81	4,40	36,38	5,20	41,76	5,97	48,71	6,96	53,91	7,70
8	32,41	4,05	38,27	4,78	43,94	5,49	51,25	6,41	56,71	7,09
9	33,89	3,77	40,02	4,45	45,95	5,11	53,59	5,95	59,31	6,59
10	35,28	3,53	41,66	4,17	47,82	4,78	55,78	5,58	61,73	6,17
11	36,58	3,33	43,19	3,93	49,59	4,51	57,84	5,26	64,01	5,82
12	37,81	3,15	44,65	3,72	51,25	4,27	59,78	4,98	66,16	5,51
13	38,97	3,00	46,03	3,54	52,84	4,06	61,63	4,74	68,21	5,25
14	40,09	2,86	47,34	3,38	54,35	3,88	63,39	4,53	70,15	5,01
15	41,15	2,74	48,60	3,24	55,79	3,72	65,07	4,34	72,02	4,80
16	42,17	2,64	49,80	3,11	57,18	3,57	66,69	4,17	73,81	4,61
17	43,16	2,54	50,96	3,00	58,51	3,44	68,24	4,01	75,53	4,44
18	44,11	2,45	52,08	2,89	59,79	3,32	69,74	3,87	77,18	4,29
19	45,02	2,37	53,16	2,80	61,03	3,21	71,19	3,75	78,79	4,15
20	45,91	2,30	54,21	2,71	62,24	3,11	72,59	3,63	80,34	4,02
21	46,77	2,23	55,23	2,63	63,40	3,02	73,95	3,52	81,84	3,90
22	47,60	2,16	56,21	2,56	64,53	2,93	75,27	3,42	83,30	3,79
23	48,41	2,10	57,17	2,49	65,63	2,85	76,55	3,33	84,72	3,68
24	49,20	2,05	58,10	2,42	66,70	2,78	77,80	3,24	86,10	3,59

D'après la loi de Gumbel :

$$I_{15\text{min},10\%} = \left(\frac{P_{\text{max},j,10\%}}{24} \right) \cdot \left(\frac{t}{24} \right)^{b-1}$$

En utilisant les valeurs fournies :

$$I_{15\text{min},10\%} = \left(\frac{58.1}{24} \right) \cdot \left(\frac{0.25}{24} \right)^{0.38-1}$$

Nous obtenons :

$$I_{15\text{min},10\%} = 41.02 \text{ mm/h}$$

Pour convertir cette intensité de précipitation de (mm/h) en (l/s/ha), nous utilisons le facteur

de conversion : $\left(\frac{10000}{3600} \right)$

En appliquant cette conversion, ce qui donne :

$$I_{15\text{min},10\%} = \frac{41.02 \cdot (10000)}{3600} = 113.94 \text{ l/s/ha}$$

Conclusion :

Ce chapitre nous a permis de réaliser une analyse détaillée qui nous a conduit à déterminer la valeur de l'intensité de la pluie qui est nécessaire pour le dimensionnement de notre futur réseau d'eaux pluviales, on travaillera avec une pluie d'intensité $I = 113.94 \text{ l/s/ha}$.

Chapitre III

Calcul De Base

CALCUL DE BASE

Introduction :

Dans le contexte de l'assainissement des agglomérations, assurer une évacuation appropriée des eaux usées et des eaux pluviales conformément aux normes de santé publique revêt une importance capitale. Pour atteindre cet objectif, il est impératif de dimensionner avec précision le réseau d'assainissement. Ce processus implique plusieurs étapes préliminaires, parmi lesquelles figurent les suivantes :

- L'estimation du nombre d'habitants.
- Le choix du système d'assainissement.
- Le choix du schéma de collecte et d'évacuation des eaux.
- Le découpage de l'aire d'étude en sous-bassin.
- L'estimation du coefficient de ruissellement.

III.1 Estimation démographique :

La durée de vie d'une infrastructure se définit comme sa capacité à répondre aux besoins de la population pendant une période déterminée, communément appelée durée d'utilisation. Dans le domaine de la collecte des eaux en milieu urbain, il est impératif que les ouvrages fonctionnent de manière optimale tout au long de cette période.

Dans notre zone d'étude le plan d'urbanisme engendre un programme de logements qui comprend un total de 1629 unités résidentielles collectives projetées, avec un taux d'occupation du logement (TOL) estimé à 7 personnes par logement. Ce programme est élaboré en anticipation d'une population future évaluée à 11403 habitants.

Tableau III.1 : Estimation démographique de la zone d'étude.

Nombre de logements prévus	Taux d'occupation du logement	Population future
1629	7	11403

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

Les systèmes d'évacuation comprennent principalement des conduites à écoulement libre, des canaux et des fossés. Généralement trois catégories de systèmes d'évacuation sont reconnues :

- Le système séparatif
- Le système unitaire
- Le système pseudo-séparatif

1. Réseau unitaire :

Un seul réseau de canalisations est responsable de l'élimination des eaux usées et des eaux pluviales. Il est souvent équipé de déversoirs d'orage pour permettre le déversement direct d'une partie des eaux dans la nature lors de précipitations intenses.

2. Réseau séparatif :

Ce système implique de dédier un réseau spécifique à l'évacuation des eaux usées domestiques, comprenant les eaux provenant des toilettes et des activités ménagères, et éventuellement une partie des effluents industriels, sous certaines conditions. En parallèle, un autre réseau est dédié exclusivement à l'évacuation de toutes les eaux pluviales.

3. Réseau pseudo séparatif :

Un réseau d'assainissement combine des systèmes unitaires et séparatifs dans différentes zones, gérant séparément les eaux usées et les eaux pluviales dans certains secteurs, tandis que dans d'autres, ces eaux sont collectées ensemble dans un seul système.

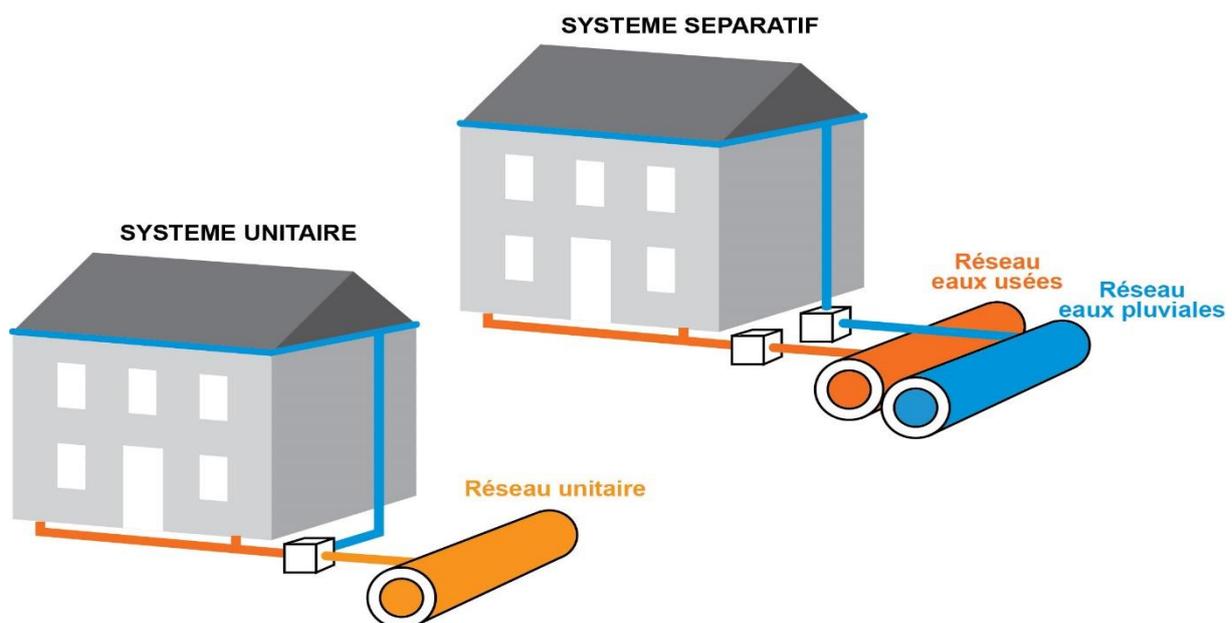


Figure III.1 : Représentation des Réseaux Unitaire et Séparatif.

Source (Sesam, <https://www.sesam21.fr>, 2024)

Tableau III.2 : Avantages et inconvénients des divers systèmes d'Assainissement.

Système	Unitaire	Séparatif	Pseudo séparatif
Domaine d'utilisation	<ul style="list-style-type: none"> Le débit minimal du cours d'eau récepteur est significatif. Le milieu récepteur est distant des points de collecte. 	<ul style="list-style-type: none"> Le cours d'eau récepteur présente un débit d'étiage réduit. Petites et moyennes agglomérations. Extension des villes 	<ul style="list-style-type: none"> La proximité d'un milieu récepteur. Zones urbaines de petite et moyenne taille.
Avantages	<ul style="list-style-type: none"> Conception simplifiée. Occupation minimale du sous-sol. Coût potentiellement économique. 	<ul style="list-style-type: none"> Facilité accrue d'exploitation de la STEP. Préservation de l'environnement naturel. Réduction des dimensions des collecteurs. 	<ul style="list-style-type: none"> La majeure partie des eaux pluviales est évacuée hors de la zone urbaine. Résolution du problème des faux branchements.
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> Directe évacuation dans le milieu récepteur du mélange "eaux usées-eaux pluviales". Variabilité significative du débit à la station d'épuration. Accumulation notable de sable à la STEP. 	<ul style="list-style-type: none"> Risque significatif d'erreur de branchement. Forte densité d'infrastructures souterraines. Frais d'investissement élevés. 	<ul style="list-style-type: none"> Altération du fonctionnement de la station d'épuration. Variabilité de la charge polluante en termes de qualité et de quantité.
Contraintes d'exploitation	<ul style="list-style-type: none"> Défi dans l'estimation des rejets directs vers le récepteur. Nécessité d'entretien régulier des ouvrages. 	<ul style="list-style-type: none"> Surveillance renforcée des raccordements. Maintenance d'un réseau étendu de collecteurs. 	<ul style="list-style-type: none"> Renforcement de la surveillance des branchements. Entretien régulier des ouvrages.

III.2.1 Choix du système d'évacuation :

Les facteurs influençant la sélection d'un système d'évacuation comprennent :

- La topographie naturelle du terrain
- L'évaluation comparative des options disponibles, notamment les systèmes séparatif et unitaire.
- L'analyse de l'urbanisation de l'agglomération et de son impact sur la capacité d'accueil des infrastructures.
- La considération des infrastructures préexistantes qui pourraient encore être pertinentes pour le nouveau projet.
- L'identification et la prise en compte des caractéristiques du cours d'eau récepteur.

Remarque :

En se basant sur les plans topographiques et urbanistiques, ainsi que sur la configuration des routes larges et la taille des agglomérations, l'option d'un système séparatif se révèle plus avantageuse pour notre zone d'étude. Malgré des coûts d'investissement initiaux plus élevés, les bénéfices à long terme en termes de préservation de l'environnement et d'efficacité opérationnelle justifient pleinement cette décision.

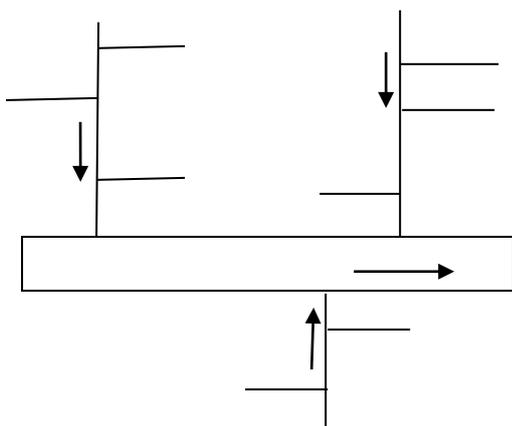
III.3 Schéma d'évacuation :

Le choix du mode d'écoulement en assainissement est généralement dicté par le principe gravitaire, lequel dépend étroitement du relief et de la topographie naturelle du terrain. Ainsi, pour garantir un écoulement adéquat, divers schémas d'évacuation sont envisagés.

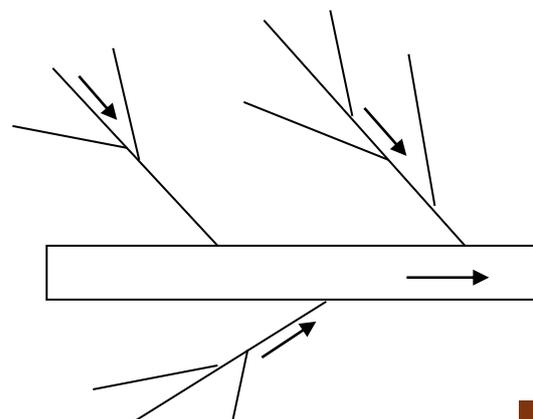
III.3.1 Schéma perpendiculaire :

Les eaux s'écoulent directement dans le cours d'eau le plus proche, une pratique adoptée pour les eaux pluviales des réseaux séparatifs en l'absence de traitement prévu. Selon la configuration des collecteurs, on distingue deux schémas :

Le schéma perpendiculaire simple.

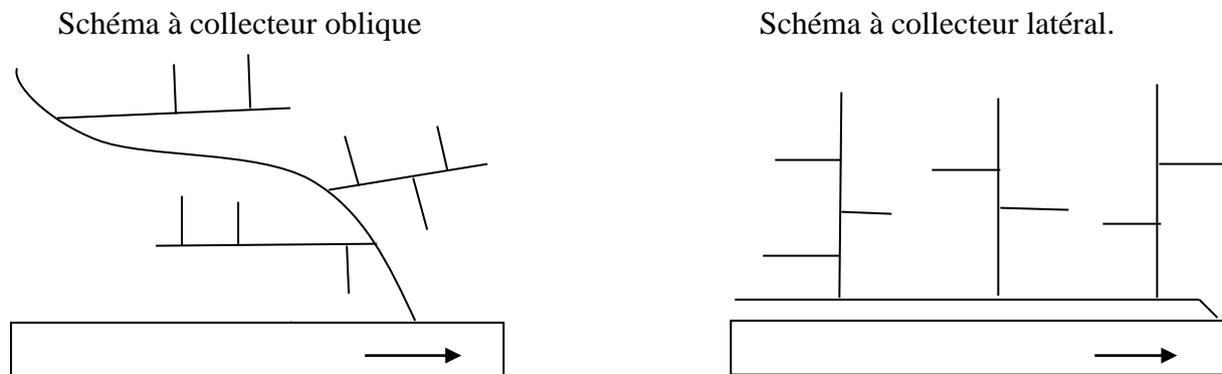


Le schéma perpendiculaire étage.



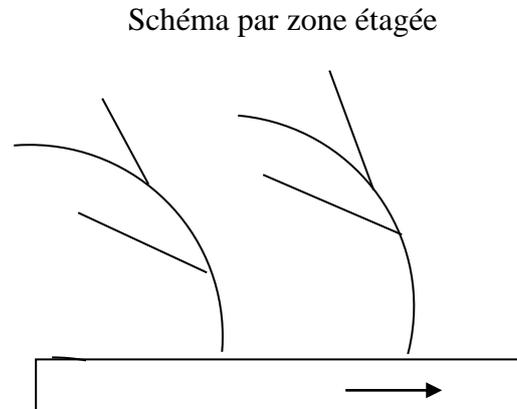
III.3.2 Schéma par déplacement latéral :

Lorsqu'un traitement des eaux usées est requis, il est préférable de transporter les eaux vers une seule station d'épuration, ceci peut être obtenu soit par un tracé oblique, soit par un collecteur latéral. (03)



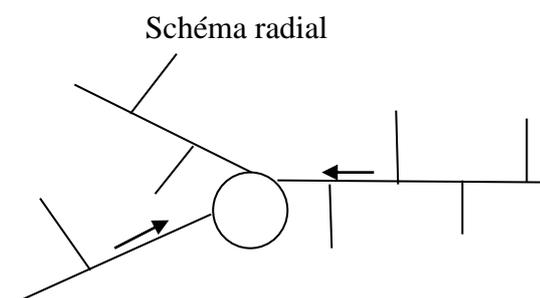
III.3.3 Schéma du collecteur par zones étagée :

Ce schéma s'apparente au schéma précédent. Le collecteur bas qui doit souvent faire l'objet de relèvement, se trouve soulagé des apports des bassins dominants qui peuvent être évacués gravitairement. (04)



III.3.4 Schéma radial :

Ce schéma est mis en œuvre sur les terrains plats afin de rassembler tous les effluents en un seul point, suivi d'un processus de relevage nécessaire pour acheminer les eaux vers le cours d'eau récepteur.



III.4 Choix du schéma d'évacuation du réseau :

Le choix du schéma optimal pour le réseau d'évacuation dépend de plusieurs paramètres essentiels :

- Les considérations techniques et locales incluent, l'analyse de la topographie du terrain et l'évaluation de la distribution géographique des résidents à desservir.
- Les aspects économiques sont également primordiaux, englobant le calcul minutieux des coûts d'investissement et d'entretien.
- Les considérations environnementales sont prises en compte, notamment la nature des rejets et l'impact sur le milieu récepteur.
- L'implantation des canalisations dans le domaine public est examinée avec attention pour garantir une intégration harmonieuse dans l'environnement urbain.

Remarque :

On adopte schéma perpendiculaire pour le réseau des eaux usées et le réseau des eaux pluviales en tenant compte de la structure des voiries et du levé topographie de notre zone d'étude, SUF 01 Gdyel.

III.5 Principe du tracé du réseau :

Pour le choix du tracé approprié, il est impératif de prendre en considération les facteurs suivants :

- Assurer un dénivelé descendant continu, allant des points les plus élevés aux points les plus bas, afin de permettre un écoulement gravitaire efficace.
- Les collecteurs principaux et secondaires doivent être installés dans des rues larges et spacieuses, minimisant les virages autant que possible.
- La topographie du site.
- Lors du choix de la profondeur à laquelle les canalisations d'eaux usées sont installées, plusieurs points doivent être pris en considération :

Si les caves sont exceptionnellement profonds, il est nécessaire de relier les maisons aux collecteurs à l'aide de stations de pompage. En règle générale, l'épaisseur du sol au-dessus des canalisations ne devrait pas dépasser 2 m à 2,5 m. (03)

III.6 Choix du découpage des sous bassin :

Le découpage des sous bassins est réalisé en prenant en considération les éléments suivantes :

- Les limites naturelles telles que les rivières.
- La configuration topographique du terrain.
- La répartition des types d'utilisation des sols, afin d'obtenir des coefficients de ruissellement aussi proches que possible.
- L'emplacement des routes et des voies existantes.

III.7 Évaluation du coefficient de ruissellement :

L'impact des précipitations commence par le mouillage en surface, correspondant à environ 0.5 mm de pluie. Une fois que le seuil de mouillage est dépassé, le ruissellement débute.

Le coefficient de ruissellement "Cr" est défini comme le rapport entre le volume d'eau ruisselé " V_r " et le volume total " V_t " d'eau tombé sur le bassin considéré :

$$C_r = \frac{V_r}{V_t} \quad (\text{III.1})$$

Ce coefficient a le potentiel de doubler le débit d'eau pluviale, d'où l'importance de découper les sous-bassins de manière homogène pour limiter l'erreur dans le coefficient de ruissellement pondéré du bassin.

Sa valeur, variant de 0.05 à 1, est influencée par divers facteurs tels que :

- L'humidité de l'air.
- La nature du sol.
- La pente du terrain.
- La densité de population.
- L'intensité de la pluie.

III.7.1 Coefficient de ruissellement pondéré :

Lorsque la surface du bassin est composée de multiples zones élémentaires " A_i ", chacune associée à un coefficient de ruissellement " C_{ri} ", le coefficient de ruissellement pondéré est calculé par :

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

Tell que : A_i : Surface du sous bassin (ha). C_{ri} : Coefficient de ruissellement partiel.

A : Surface totale en (ha). C_{rp} : Coefficient de ruissellement total pondéré.

i : Numéro de sous bassin ($i=1 \dots n$)

III.7.2 Coefficient de ruissellement relatif à la catégorie d'urbanisation :

Le coefficient de ruissellement croît avec l'augmentation de la population, car cela se traduit par une extension des surfaces imperméables par rapport à celles perméables, entraînant ainsi un ruissellement accru.

Tableau III.3 : Coefficient de ruissellement en fonction de la catégorie d'urbanisation.

Catégorie d'urbanisation	Coefficient de ruissellement (C_r)
Habitations très denses	0,9
Habitations denses	0.60 – 0.70
Habitations moyennement denses	0.40 – 0.50
Quartiers résidentiels	0.20 – 0.30
Square – jardin – prairie	0.05 – 0.20

Source (Water Environment Federation, 1970)

III.7.3 Coefficients de ruissellement en fonction de la densité de population :

Tableau III.4 : Coefficients de ruissellement en fonction de la densité de population.

Densité de la population (hab / ha)	Coefficient de ruissellement (C_r)
20	0,2
30 – 80	0.20 – 0.25
60 – 150	0.25 – 0.30
150 – 200	0.30 – 0.45
200 – 300	0.45 – 0.60
300 – 400	0.60 – 0.80
400 et plus	0.80 – 0.90

Source (Water Environment Federation, 1970)

III.7.4 Coefficients de ruissellement en fonction de la zone d'influence :

Les coefficients de ruissellement de ces zones sont approximativement estimés en raison de la variété de leur composition naturelle.

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

Zones d'influence	Coefficient de ruissellement (Cr)
Surface imperméable	0,9
Pavage à larges joints	0.60
Voirie non goudronnée	0.35
Allées en gravier	0.20
Surfaces boisées	0.05

Source (Guerre et Gomella, 1986)

III.7.5 Coefficient de ruissellement en fonction de différentes surfaces :

Tableau III.6 : Coefficient de ruissellement en fonction de surface drainée.

Surface	Coefficient de ruissellement (Cr)
Chaussée en béton asphaltée	0.70 – 0.95
Chaussée en brique	0.70 – 0.85
Toiture	0.75 – 0.95
Terrain gazonné, sol sablonneux	
- Plat (pente < à 2 %)	0.05 – 0.10
- Pente moyenne de 2 à 7 %.	0.10 – 0.15
- Pente abrupte.	0.15 – 0.20
Terrain gazonné, sol argileux	
- Plat (pente < à 2 %)	0.13 – 0.17
- Pente moyenne de 2 à 7 %.	0.18 – 0.22
- Pente abrupte	0.25 – 0.35
Entrée de garage en gravier	0.15 – 0.30

Source (Guerre et Gomella, 1986)

III.8 Détermination du nombre d'habitants de chaque sous-bassin :

On suit le processus méthodique suivant pour estimer précisément le nombre d'habitants :

- Détermination du nombre de logements de chaque sous-bassin.
- Détermination du nombre d'habitants de chaque sous-bassin.

Tableau III.7 : Calcul du nombre d'habitants de chaque sous-bassin.

Sous bassin	Surface (ha)	Nombre de logements	Nombre d'habitants
SBV 01	4,85	0	0
SBV 02	4,11	245	1715
SBV 03	5,62	315	2205
SBV 04	3,31	245	1715
SBV 05	3,4	0	0
SBV 06	6,3	444	3108
SBV 07	5,8	0	0
SBV 08	1,4	0	0
SBV 09	2,3	100	700
SBV 10	3,25	190	1330
SBV 11	2,31	90	630
SBV 12	6,09	0	0
Total	48,74	1629	11403

III.8.1 Estimation du coefficient de ruissellement de chaque sous-bassin :

On estime le coefficient de ruissellement de chaque sous-bassin et calculons ensuite le coefficient de ruissellement total.

Tableau III.8 : Calcul du coefficient de ruissellement de chaque sous-bassin.

Sous bassin	Surface (ha)	Coefficient de ruissellement
SBV 01	4,85	0,37
SBV 02	4,11	0,87
SBV 03	5,62	0,85
SBV 04	3,31	0,9
SBV 05	3,4	0,83
SBV 06	6,3	0,9
SBV 07	5,8	0,85
SBV 08	1,4	0,9
SBV 09	2,3	0,9
SBV 10	3,25	0,9
SBV 11	2,31	0,68
SBV 12	6,09	0,76
Total	48.74	$C_{rp} = \frac{\sum C_r}{A_t} = 0.80$

Conclusion :

Ce chapitre nous a permis de définir les éléments clés pour estimer avec précision les débits d'évacuation, facilitant ainsi un calcul hydraulique adapté à notre agglomération.

Nous avons opté pour une approche qui utilise un système séparatif, avec un schéma perpendiculaire pour le réseau des eaux usées et des eaux pluviales. En identifiant le coefficient de ruissellement et en estimant le nombre d'habitants, nous pourrions ensuite évaluer les débits de chaque sous-bassin afin d'assurer un dimensionnement approprié.

Chapitre IV

Évaluation Des Débits

EVALUATION DES DEBITS

Introduction :

Dans toute étude portant sur un réseau d'assainissement, il est impératif de commencer par évaluer précisément les débits d'eaux pluviales et d'eaux usées.

Cette étape initiale est cruciale pour établir les fondations solides sur lesquelles reposera la conception et la gestion efficaces du réseau. La détermination précise de ces débits dès le départ permet d'assurer que le système sera capable de répondre aux besoins actuels et futurs de la population desservie. En somme, cette évaluation préliminaire garantit une planification adéquate pour une infrastructure d'assainissement urbain durable et performante.

IV.1 Évaluation des débits des eaux usées :

L'objectif principal de l'évaluation des débits des eaux usées réside dans la détermination précise des volumes et des caractéristiques qualitatives des effluents provenant des résidences et des zones d'activités. Étant donné que ces eaux présentent une composition susceptible de véhiculer des maladies d'origine hydrique telles que la fièvre typhoïde, la fièvre paratyphoïde, la dysenterie et les diarrhées infectieuses, il est impératif de les évacuer rapidement et de manière sécurisée. Ainsi, l'évaluation des quantités à traiter revêt une importance capitale pour garantir une gestion appropriée de ces eaux et assurer la santé publique.

IV.1.1 Origines des eaux usées à évacuer :

1. Les eaux usées domestiques :

Les eaux usées urbaines et rurales proviennent des foyers et des installations sanitaires des entreprises, et sont généralement désignées comme domestiques. Les eaux usées domestiques se subdivisent en deux catégories principales :

- **Les eaux vannes :** Issues des toilettes et des cabinets d'aisances, contenant principalement des matières organiques.
- **Les eaux ménagères :** Émanant des activités domestiques telles que la cuisine, le lavage de la vaisselle, des ablutions, des douches, ainsi que le nettoyage des engins roulants (motos, mototracteurs et véhicules), ainsi que d'autres articles ménagers, selon nos observations et enquêtes sur le terrain. Ces eaux contiennent des matières organiques ainsi que des résidus de produits de nettoyage. (02)

2. Les eaux résiduaires urbaines industrielle :

Les eaux industrielles, issues des diverses activités de production ou de transformation, présentent des variations de qualité selon les secteurs industriels, nécessitant souvent un traitement spécifique en raison de la présence de substances toxiques. Les déchets et effluents industriels déterminent le degré de pollution de ces eaux usées. Bien que les installations industrielles consomment une grande quantité d'eau, seule une petite partie est réellement utilisée, le reste étant rejeté. Les principaux types de rejets industriels comprennent la pollution par les particules minérales en suspension, les substances minérales dissoutes, les matières organiques et les graisses, ainsi que les hydrocarbures et les produits chimiques divers. (06)

3. Les eaux parasites :

Les eaux parasites dans les réseaux d'assainissement sont des apports indésirables qui perturbent le transport et le traitement des eaux usées. Certaines sont considérées comme "propres", mais d'autres, qualifiées de non claires, posent des défis supplémentaires, provenant notamment de rejets industriels non conformes ou de raccordements illicites d'eaux usées. (07)

Dans notre projet on prend le débit des eaux parasites 0.15 l/s/ha.

IV.1.2 Estimation des débits d'eaux usées :

L'évaluation sera fondée sur la consommation d'eau potable par habitant : à partir des données fournies par le DRE Oran, une dotation de 180 litres par jour par habitants a été retenue.

La quantité des rejets évacués dépend du type d'agglomération, avec une proportion plus élevée d'eau rejetée dans les zones urbaines denses.

IV.1.2.1 Estimation des débits d'eaux usées domestique :

Nous partons du principe que 80 % de l'eau consommée est évacuée sous forme d'eaux usées dans le réseau d'évacuation.

IV.1.2.2 Évaluation du débit moyen journalier :

Le débit moyen journalier rejeté est déterminé selon la formule suivante :

$$Q_{\text{moy,j}} = \frac{D \cdot N \cdot Kr}{24 \cdot 3600} \quad (\text{IV.1})$$

Avec :

$Q_{\text{moy},j}$: La moyenne quotidienne du débit rejeté en (l/s)

D : Dotation journalière est établie à 180 l/j/ha selon DRE Oran

N : Nombre d'habitants

Kr : Le coefficient de rejet est fixé à 80 % de la quantité d'eau potable consommée.

IV.1.2.3 Évaluation du débit de pointe :

Comme la consommation, le rejet des eaux usées varie également au cours de la journée, d'où on détermine le débit de pointe selon la formule suivante :

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

Tell que :

Q_{pte} : Débit de pointe.

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

K_p : Coefficient de pointe.

On calcul ce coefficient à partir le débit moyen journalier :

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

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

Ce tableau répertorie les différentes catégories d'équipements ainsi que leurs types et les dotations en eau recommandées :

Tableau IV.1 : Dotations des équipements.

Catégorie	Type d'équipement	Dotation
Sports	Parc omni sports	5 l/j/m ²
Centre Commercial	Place du marché	5 l/j/m ²
	Commerce et artisanat de centre urbain	5 l/j/m ²
Centre de culture et de loisir	Commerces, activités et affaires	5 l/j/m ²

Source (Cosider, 2024)

Les débits des eaux usées provenant des équipements et les débits de pointe des eaux usées sont présentés dans le tableau IV.2 et le tableau IV.3, respectivement :

Tableau IV.2 : Détermination des débits d'eaux usées des équipements.

Sous bassin	Equipment	Unité de mesure	Nombre d'unité	Dotation en l/j/unité	Kr	Qmoy (l/s)	Kp	Q pte (l/s)
SBV 02	CNAS	Fonctionnaire	29	15	0,8	0,004	3	0,012
	Bureau de poste	Employé	35	15	0,8	0,005	3	0,015
SBV 03	École primaire	Élève	410	20	0,8	0,076	3	0,228
	Centre de santé	Lit	150	300	0,8	0,417	3	1,250
SBV 04	École primaire	Élève	450	20	0,8	0,083	3	0,250
SBV 05	Mosquée	Fidèle	650	15	0,8	0,090	3	0,271
SBV 06	Hôtel	Lit	120	150	0,8	0,167	3	0,500
SBV 07	Lycée	Élève	734	20	0,8	0,136	3	0,408
	Centre culturel	Adhérent	110	15	0,8	0,015	3	0,046
	Bibliothèque	Adhérent	100	15	0,8	0,014	3	0,042
	Maison du jeunes	Adhérent	100	15	0,8	0,014	3	0,042
	Marché	M ²	2444	5	--	0,113	3	0,339
	École primaire	Élève	500	20	0,8	0,093	3	0,278
	Maternité	Lit	40	300	0,8	0,111	3	0,333
SBV 08	C.E.M	Élève	621	20	0,8	0,115	3	0,345
	Sureté urbaine	Fonctionnaire	32	40	0,8	0,012	3	0,036
SBV 09	Salle omnisports	M ²	9772	5	--	0,452	3	1,357
SBV 10	Piscine	Adhérent	100	100	0,8	0,093	3	0,278
SBV 12	Centre commercial	M ²	11251	5	--	0,521	3	1,563
	Station de services	M ²	2127	5	--	0,098	3	0,295

Tableau IV.3 : Détermination des débits d'eaux usées domestique.

Sous bassin	Nombre d'habitants	Dotation (l/j/ha)	Kr	Qmoy (l/s)	Kp	Q pnt (l/s)
SBV 02	1715	180	0,8	2,858	2,98	8,518
SBV 03	2205	180	0,8	3,675	2,8	10,290
SBV 04	1715	180	0,8	2,858	2,98	8,518
SBV 06	3108	180	0,8	5,180	2,6	13,468
SBV 09	700	180	0,8	1,167	3	3,500
SBV 10	1330	180	0,8	2,217	3	6,650
SBV 11	630	180	0,8	1,050	3	3,150

Tableau IV.4 : Détermination des débits d'eaux usées de pointe pour chaque sous bassin.

Sous bassin	Q pnt domestique (l/s)	Q pnt équipement (l/s)	Q eau usée total (l/s)
SBV 02	8,518	0,027	8,545
SBV 03	10,290	1,478	11,768
SBV 04	8,518	0,250	8,768
SBV 05	--	0,271	0,271
SBV 06	13,468	0,500	13,968
SBV 07	--	1,488	1,488
SBV 08	--	0,381	0,381
SBV 09	3,500	1,357	4,857
SBV 10	6,650	0,278	6,928
SBV 11	3,150	--	3,150
SBV 12	--	1,858	1,858

Les estimations des débits d'eaux parasites sont présentées dans le tableau ci-dessous :

Tableau IV.5 : Estimation des débits d'Eaux Parasites.

Sous bassin	Surface (ha)	Q Parasite (l/s/h)	Q Parasite (l/s)
SBV 01	4,85	0,15	0,728
SBV 02	4,11	0,15	0,617
SBV 03	5,62	0,15	0,843
SBV 04	3,31	0,15	0,497
SBV 05	3,4	0,15	0,51
SBV 06	6,3	0,15	0,945
SBV 07	5,8	0,15	0,87
SBV 08	1,4	0,15	0,21
SBV 09	2,3	0,15	0,345
SBV 10	3,25	0,15	0,488
SBV 11	2,31	0,15	0,347
SBV 12	6,09	0,15	0,914

Ainsi, le débit total circulant dans la canalisation du réseau des eaux usées s'établit comme suit :

Tableau IV.6 : Débits totaux d'eaux usées pour chaque sous bassin.

Sous bassin	Q Parasite (l/s)	Q eau usée total (l/s)	“Q EU + Q PAR” (m ³ /s)
SBV 02	0,617	8,545	0,010
SBV 03	0,843	11,768	0,013
SBV 04	0,497	8,768	0,010
SBV 05	0,51	0,271	0,001
SBV 06	0,945	13,968	0,015
SBV 07	0,87	1,488	0,002
SBV 08	0,21	0,381	0,001
SBV 09	0,345	4,857	0,005
SBV 10	0,488	6,928	0,008
SBV 11	0,347	3,150	0,003
SBV 12	0,914	1,858	0,003

Lorsque le sous bassin 1 ne contient ni habitations ni équipements, il n'y a pas de canalisation des eaux usées. Par conséquent, le débit des eaux parasites de ce sous bassin doit être ajouté au débit des eaux pluviales.

IV.2 Évaluation des débits des eaux pluviales :

Les eaux pluviales se forment à partir des précipitations atmosphériques et incluent les eaux issues de l'arrosage, du lavage, des surfaces publiques et privées, ainsi que des jardins et des cours d'immeubles, ce qui représente principalement les eaux de ruissellement en surface. Pour estimer ces eaux, il est nécessaire de diviser la zone drainée en sous-bassins selon des critères spécifiques, puis d'attribuer à chaque sous-bassin un coefficient de ruissellement pondéré en fonction du type de sol. La quantification des eaux de ruissellement est réalisée en utilisant diverses méthodes telles que :

- La méthode rationnelle.
- La méthode superficielle.

IV.2.1 La méthode rationnelle :

C'est la méthode la plus ancienne à faire l'objet d'une analyse scientifique. La méthode est utilisée pour prédire le débit suivant un épisode pluviométrique.

L'intérêt de la méthode est sa grande simplicité d'expression et d'utilisation. Selon cette approche, le ruissellement maximal est proportionnel à l'aire d'alimentation considérée (sous bassin versant), l'intensité de la pluie et au coefficient de ruissellement qui traduit la part de la pluie qui s'écoule en surface donc qui participe au débit. (08)

La méthode rationnelle s'exprime par la formule suivante :

$$Q = \alpha . C_r . i . A \quad (IV.4)$$

Avec :

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

α : Coefficient correcteur de l'intensité.

C_r : coefficient de ruissellement.

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

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

IV.2.1.1 Hypothèses de la méthode rationnelle : (09)

- Le coefficient de ruissellement reste constant d'une averse à l'autre.
- L'intensité de l'averse est uniforme à la fois dans le temps et dans l'espace.
- Le débit de pointe Q_p en m^3/s de l'hydrogramme de ruissellement est une fonction du débit précipité $i.A$.
- L'intervalle de récurrence du débit de pointe Q_p correspond à celui de l'averse d'intensité uniforme i .

IV.2.1.2 Limites de la méthode rationnelle :

Cette méthode est applicable uniquement à des bassins de collecte très simples, de petite taille, et principalement imperméabilisés. En général, son utilisation est restreinte aux bassins de quelques dizaines d'hectares. Cette méthode est généralement utilisée pour des zones restreintes, typiquement de moins de 10 hectares.

IV.2.1.2 Le temps de concentration :

Le temps de concentration est la durée requise pour que l'eau s'écoule depuis le point le plus distant (du point de vue hydraulique) d'un bassin versant jusqu'à son exutoire. En d'autres termes, il s'agit du temps nécessaire pour qu'une goutte d'eau tombée au point le plus éloigné parcoure la distance jusqu'à l'exutoire, qui, dans le cas d'un bassin versant urbain, correspond généralement à une structure de drainage utilisée comme référence. (10)

On considère que le temps de concentration est issu de trois temps, t_1 , t_2 , t_3 :

- $t_1 = \frac{1}{60 \cdot V}$: Temps (en min) mis par l'eau pour s'écouler dans les conduites.
- t_2 : Temps mis par l'eau pour atteindre le premier ouvrage d'engouffrement.
Estimé entre 2 et 20 minutes.
- $t_3 = \frac{L}{11 \sqrt{I}}$: Temps de ruissellement sur un parcours ne comportant pas de canalisation.

Avec :

I : Pente moyenne du chemin parcouru par l'eau (m).

L : Longueur de la conduite (m).

V : Vitesse d'écoulement de l'eau dans la conduite, (m/s).

IV.2.2 La méthode superficielle :

La méthode superficielle, aussi connue sous le nom de modèle de Caquot, offre une approche complète pour calculer les débits des eaux pluviales. Elle est particulièrement adaptée aux bassins urbains fortement imperméabilisés, Cette méthode a été présentée comme une alternative à la méthode rationnelle. Elle permet de déterminer les débits sans recourir à l'estimation du temps de concentration d'une part, et en tenant compte des capacités de stockage des eaux sur le bassin versant d'autre part. (11)

$$Q(f) = K^{\frac{1}{u}} \cdot I^{\frac{v}{u}} \cdot Cr^{\frac{1}{u}} A^{\frac{w}{u}} \quad (IV.5)$$

Tell que :

$Q(f)$: Débit pluvial (m³/s) de fréquence de non-dépassement f ; $f=90\%$.

Cr : Coefficient de ruissellement.

A : Surface du sous bassin en (ha).

K, u, v, w : Coefficients d'expression dépend des coefficients de Montana a et b .

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

Les coefficients K, u, v, w dépend des coefficients de Montana a et b :

$$K = \frac{(0.5)^{b(f)} \cdot a(f)}{6.6} \quad (IV.6)$$

$$v = -0.41 b(f) \quad (IV.7)$$

$$u = 1 + 0.287 b(f) \quad (IV.8)$$

$$w = 0.95 + 0.507 b(f) \quad (IV.9)$$

$a(f)$ et $b(f)$ sont des paramètres de la relation :

$$i(t, f) = a(f) \cdot t^{b(f)} \quad (IV.10)$$

$i(t, f)$: Intensité de pluie de durée t et de fréquence de non-dépassement f .

$T = 15$ min et $f = 90\%$

La pente moyenne du collecteur du sous bassin est donnée par la relation :

$$I = \frac{C_{am} - C_{av}}{L} \quad (IV.11)$$

Avec :

C_{am} = Cote amont du collecteur en (m)

C_{av} = Cote aval du collecteur en (m)

L = Longueur du collecteur en (m)

On découpe le trajet du collecteur « L » en tronçons et on calcule individuellement la longueur et la pente moyenne de chaque tronçon.

Pour des tronçons placés en série, la pente équivalente est calculée à l'aide de la formule suivante :

$$I_{\text{éq}} = \left(\frac{\sum_{i=1}^N L_i}{\sum_{i=1}^N \left(\frac{L_i}{\sqrt{I_i}} \right)} \right)^2 \quad (\text{IV.13})$$

L_i : distance partielle du tronçon i en (m).

I_i : pente du tronçon i en (m/m).

N : nombre de tronçons.

Pour les tronçons placés en parallèle, la formule utilisée est :

$$I_{\text{éq}} = \left(\frac{\sum_{i=1}^N I_i Q_i}{\sum_{i=1}^N Q_i} \right)^2 \quad (\text{IV.14})$$

Avec :

I : pente du tronçon.

Q_i : débit du tronçon i .

N : nombre des tronçons.

Remarque :

Il est essentiel d'appliquer un coefficient correcteur, noté m , afin d'ajuster la valeur calculée du débit pour obtenir le débit de pointe :

$$m = \left(\frac{M}{2} \right)^{\frac{0.84.b(f)}{1+0.287.b(f)}} = \left(\frac{M}{2} \right)^b \quad (\text{IV.15})$$

Avec :

M : coefficient d'allongement $M = \frac{L}{\sqrt{A}}$ et doit être supérieure ou égale à 0,8 et différent de 2.

Et :

L : longueur du plus long parcours hydraulique en (m)

A : surface du bassin considéré en (m²)

IV.2.2.1 Limites de la méthode superficielle :

La formule superficielle a été développée en se basant sur des paramètres fournis pour des bassins principalement localisés en Europe.

Malgré cela, elle a été utilisée pour le dimensionnement de réseau d'assainissement dans plusieurs régions du monde sans tenir compte des spécificités de ces régions. Diverses études ont été entreprises dans le but de déterminer ces paramètres, parmi lesquelles l'étude menée par Bassel peut être mentionnée. (12)

Elle s'applique aux limites suivantes :

- Le coefficient de ruissellement doit être compris $0,2 \leq C \leq 1$
- Une superficie totale < 200 ha
- La valeur de la pente « I » doit rester comprise entre $2\% \leq I \leq 5\%$.
- Le coefficient d'allongement : $0.8 < M < 2$. (13)

IV.3 Choix de la méthode de calcul :

Après avoir divisé notre zone d'étude en sous-bassins, notre objectif était d'obtenir une estimation précise du coefficient de ruissellement. À cette fin, nous avons opté pour la méthode rationnelle, laquelle a fourni une évaluation fiable du débit pluvial. Cette méthode a été sélectionnée après une analyse minutieuse des particularités de notre zone d'étude, tenant compte de facteurs tels que la surface, la pente et le coefficient de ruissellement. Cette approche intégrée garantit une évaluation précise des caractéristiques hydrologiques de notre région d'intérêt, offrant ainsi une base solide pour la conception et la planification des systèmes de gestion des eaux pluviales.

IV.4 Calcul des débits des eaux pluviales :

Étant donné la complexité du processus de détermination du coefficient réducteur, celui-ci est établi en fonction des superficies comme suit :

- Lorsque la superficie $A \leq 10$ ha, le coefficient α est égal à 1.
- Lorsque la superficie $A > 10$ ha, le coefficient α est inférieur à 1.

Les débits pluviaux calculés sont consignés dans le tableau IV.7 sous dessus :

Tableau IV.7 : Détermination des débits pluviaux.

Sous bassin	Surface (ha)	Cr	α	i (l/s/ha)	Q eau pluvial (l/s)	Q eau pluvial (m ³ /s)
SBV 01	4,85	0,37	0,88	113,94	179,929	0,179
SBV 02	4,11	0,87	0,86	113,94	350,377	0,350
SBV 03	5,62	0,85	0,88	113,94	478,976	0,478
SBV 04	3,31	0,9	0,83	113,94	281,724	0,281
SBV 05	3,4	0,83	0,85	113,94	273,307	0,273
SBV 06	6,3	0,9	0,91	113,94	587,896	0,587
SBV 07	5,8	0,85	0,88	113,94	494,317	0,494
SBV 08	1,4	0,9	0,8	113,94	114,851	0,114
SBV 09	2,3	0,9	0,83	113,94	195,760	0,195
SBV 10	3,25	0,9	0,85	113,94	283,283	0,283
SBV 11	2,31	0,68	0,83	113,94	148,550	0,148
SBV 12	6,09	0,76	0,9	113,94	474,623	0,474

Conclusion :

Dans ce chapitre, nous procédons au calcul des débits des eaux usées et pluviales rejetées par l'agglomération, en prenant en compte les différentes sources : domestiques, équipements et eaux pluviales. L'agglomération est divisée en 12 sous-bassins, chacun caractérisé par un coefficient de ruissellement spécifique.

Pour ce faire :

- Eaux domestiques : Nous adoptons une dotation de consommation en eau potable de 180 litres par jour par habitant.
- Eaux pluviales : Les débits sont estimés en utilisant la méthode rationnelle.

Ces calculs permettent une évaluation précise et systématique des volumes d'eaux rejetées, nécessaires pour la conception et la gestion du réseau d'assainissement de l'agglomération.

Chapitre V

Calcul hydraulique du réseau
D'assainissement

DIMENSIONNEMENT DU RESEAU D'ASSAINISSEMENT

Introduction :

Dans le domaine de l'ingénierie des systèmes d'assainissement, le calcul hydraulique des réseaux constitue une étape cruciale. Une fois les débits des eaux pluviales et des eaux usées déterminés, il est impératif de dimensionner adéquatement les ouvrages tels que les collecteurs et les regards. Ce processus doit non seulement respecter les normes d'écoulement en vigueur, mais aussi répondre aux exigences d'implantation en profondeur pour garantir une résistance mécanique adéquate aux charges extérieures. Par ailleurs, l'efficacité d'un système d'assainissement repose sur la capacité à évacuer rapidement les matières fécales et à transporter les eaux usées dans des conditions d'hygiène optimales, tout en assurant un tracé optimal des collecteurs. Cette introduction vise à établir le cadre de notre étude sur le dimensionnement hydraulique des réseaux d'assainissement dans un système séparatif, en soulignant les principes fondamentaux qui guident cette démarche.

V.1 Principe de conception du réseau :

La concrétisation de tous les éléments constituant les branches du réseau est représentée dans un schéma global. Les caractéristiques des collecteurs sont spécifiées par les éléments suivants :

- Diamètre intérieur et extérieur
- Pente
- Profondeur
- Emplacement en plan
- Types de joints et techniques de confection

De même, les regards de visite et de jonction sont définis par :

- Profondeur
- Cotes
- Emplacement en plan

V.2 Dimensionnement du réseau d'assainissement :

La répartition optimale des débits d'eau est une exigence fondamentale. En intégrant la topographie du terrain, les débits d'eaux usées et pluviales sont astucieusement canalisés vers le tronçon le plus proche, assurant ainsi une gestion fluide et efficace des flux hydrauliques. Les ouvrages d'évacuation, conçus avec une précision hydraulique avancée, doivent non seulement résister aux pressions extérieures imposées par le terrain, mais également aux éventuelles pressions internes lors de charges maximales. Ces infrastructures sont conçues pour assurer une évacuation efficace des matières solides, minimisant les risques de blocage et facilitant considérablement les opérations de maintenance et de curage. Par cette approche, nous garantissons un système d'assainissement robuste, fiable et facilement maintenable, répondant aux exigences les plus strictes en matière de performance et de durabilité. Certaines conditions doivent être vérifiées pour assurer la conformité totale aux normes et aux spécifications techniques requises :

V.2.1 Conditions d'écoulement et de dimensionnement :

Pour concevoir un réseau d'assainissement gravitaire efficace, il est essentiel de maintenir un écoulement uniforme à surface libre tout en évitant le dépôt de sable et la stagnation des vases fermentescibles. Cela nécessite des vitesses d'écoulement appropriées qui permettent l'auto-curage sans endommager les parois internes des canalisations. De plus, il est crucial de prévoir des chutes lorsque les vitesses dépassent les limites recommandées pour protéger les joints et les revêtements des canalisations. Ainsi, une conception soignée doit équilibrer ces aspects pour assurer un fonctionnement optimal du réseau dans le temps.

Il faut assurer une vitesse minimale de : (14)

- 0,6 m/s pour 1/10 du débit de pleine section.
- 0,3 m/s pour 1/100 du débit de pleine section.

En outre, il est conseillé de ne pas dépasser une vitesse d'environ 5 m/s, sauf dans des situations spécifiques où cela peut être acceptable, notamment en cas de fortes pentes.

V.2.2 Formules d'écoulement :**V.2.2.1 Formule de CHEZY :**

$$V = C\sqrt{R_h \cdot I} \quad (\text{V.1})$$

Où :

V : Vitesse moyenne d'écoulement (m/s)

R_h : Rayon hydraulique (m).

I : Pente du collecteur (m/m).

C : Coefficient de CHEZY donné par la formule de BAZIN :

$$C = \frac{87}{1 + \frac{\gamma}{\sqrt{R_h}}} \quad (\text{V.2})$$

γ : Le coefficient de Bazin varie selon le type de collecteur : (05)

- Pour les collecteurs d'eaux pluviales, γ = 0.06.
- Pour les collecteurs d'eaux usées, γ = 0.16.

V.2.2.2 Formule de MANNING :

$$V = \frac{\alpha}{n} \cdot R_h^{\frac{2}{3}} \cdot I^{\frac{1}{2}} \quad (\text{V.3})$$

Avec :

R_h : Rayon hydraulique (m).

I : Pente du collecteur (m/m).

α : Coefficient d'unité qui vaut 1 en système international et 1,486 en système anglo-saxon.

n : Le coefficient de Manning, qui dépend de la nature des parois des conduites.

Tableau V.1 : Les valeurs de n selon la nature des parois des collecteurs.

n	Nature de la paroi
0,01	Bois raboté ou béton lisse
0,011	Bois non raboté
0,014	Béton
0,011	PVC
0,013	Briques
0,021	Terre
0,024	Gravier
0,029	Terre avec végétation

Source (Manuel d'hydraulique générale, 1969)

Dans notre cas, puisque les conduites sont en PVC, la valeur de n est choisie comme étant 0,011.

V.2.2.3 Formule de MANNING-STRICKLER :

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

Avec : K_S : Coefficient de rugosité de Manning-Strickler

$$K_S = 26 \left(\frac{1}{d_{35}} \right)^{\frac{1}{6}} \quad (\text{V.5})$$

d_{35} : est le diamètre en mètre correspondant à 35 % passant en poids.

V.2.3 Mode du calcul :

L'écoulement dans les collecteurs se fait à surface libre, le débit transporté par ces collecteurs est déterminé par l'équation de continuité :

$$Q = V \cdot S \quad (\text{V.6})$$

Où :

Q : Débit en (m³/s).

S : Section mouillée (m²).

V : Vitesse d'écoulement (m/s)

La vitesse est déterminée par l'expression :

$$V = K_S \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot \sqrt{I_m} \quad (\text{V.7})$$

Où :

R : Rayon hydraulique en (m).

K_S : Coefficient de rugosité (voir annexe II).

I_m : Pente du collecteur en (m/m).

L'expression des débits devient :

$$Q = K_S \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot \sqrt{I_m} \cdot S \quad (\text{V.8})$$

D'où la formule du diamètre est la suivante :

$$D_{cal} = \left(\frac{3.2036 \cdot Qt}{K_S \cdot \sqrt{I}} \right)^{\frac{3}{8}} \quad (\text{V.9})$$

Le débit de pleine section est donc :

$$Q_{ps} = V_{ps} \cdot \frac{\pi (D_{nor})^2}{4} \quad (\text{V.10})$$

Avec :

V_{ps} : Vitesse de pleine section

$$V_{ps} = V = K_s \cdot R_h^{\frac{2}{3}} \cdot \sqrt{I_m} \quad (V.11)$$

$R_h = \frac{D_{nor}}{4}$ pour une section circulaire et D son diamètre.

Ensuite, nous établissons les formules de R_q , R_v , et R_h :

- Rapport des débits :

$$R_q = \frac{Q}{Q_{ps}} \quad (V.12)$$

- Rapport des vitesses :

$$R_v = \frac{V}{V_{ps}} \quad (V.13)$$

- Rapport des hauteurs :

$$R_h = \frac{h}{D_{nor}} \quad (V.14)$$

D'après la méthode des régressions polynomiales et à partir des valeurs fournies par l'annexe IV, des relations ont été établies entre R_q et R_v , ainsi qu'entre R_q et R_h . (15)

$$R_v = -25,63R_q^6 + 93,647R_q^5 - 134,25R_q^4 + 95,24R_q^3 - 35,151R_q^2 + 7,0395R_q + 0,2263 \quad (V.15)$$

$$R_h = -11,423R_q^6 + 40,641R_q^5 - 55,497R_q^4 + 37,115R_q^3 - 12,857R_q^2 + 2,8373R_q + 0,0359 \quad (V.16)$$

Remarque :

Les résultats des calculs de dimensionnement des collecteurs sont présentés dans l'annexe VIII.

V.3 Conclusion :

Dans ce chapitre dédié au dimensionnement du réseau d'assainissement de type séparatif, nous avons exploré en détail les concepts théoriques essentiels, notamment les formules de calcul des vitesses d'écoulement. Nous avons procédé au dimensionnement précis des collecteurs pour les eaux usées et les eaux pluviales, en déterminant rigoureusement leurs caractéristiques hydrauliques. L'accent a été mis sur la vérification minutieuse des vitesses requises pour assurer l'autonettoyage des conduites, en garantissant ainsi leur conformité aux normes en vigueur. Les résultats de ces analyses sont synthétisés de manière claire et méthodique à travers des tableaux détaillés, offrant une vue d'ensemble complète des paramètres hydrauliques du réseau dimensionné.

Chapitre VI

Ouvrages et éléments du réseau d'égout

OUVRAGES ET ELEMENTS DU RESEAU D'EGOUT

Introduction :

Les composantes d'un réseau d'égout se divisent en deux catégories principales :

1. Les ouvrages principaux : ces éléments comprennent l'ensemble des segments du réseau qui acheminent les effluents jusqu'au point de rejet final.
2. Les ouvrages annexes : regroupant toutes les structures et installations conçues pour assurer une gestion optimale et correcte du réseau, telles que les regards, les bouches d'égout, et autres équipements similaires.

Cette répartition permet de garantir une exploitation efficace et sécurisée du système d'égout, répondant aux normes et exigences spécifiques en matière d'assainissement et de gestion des eaux usées.

VI.1 Les ouvrages principaux :

VI.1.1 Canalisation :

Ce sont les éléments essentiels du système d'évacuation se présentent sous différentes formes:

- Les conduites circulaires sont déterminées par leurs diamètres nominaux exprimés en millimètres (mm).
- Les conduites ovoïdes sont caractérisées par leurs dimensions elliptiques, spécifiées par les diamètres majeur et mineur, sans référence à une mesure de hauteur intérieure en centimètres (cm).

Il existe plusieurs types de canalisations, chacun classifié selon ses caractéristiques spécifiques, comme détaillé ci-dessous :

VI.1.1.1 Conduite en béton non armé :

Elles sont fabriquées mécaniquement par un procédé garantissant une compacité élevée du béton. L'utilisation de tuyaux non armés est fortement déconseillée pour les canalisations accessibles.

VI.1.1.2 Conduite en béton armé :

Elles comportent deux séries d'armatures : la première série est constituée de barres droites, appelées génératrices, et la deuxième série est composée de spires hélicoïdales continues avec un pas régulier maximal de 1,5 m. (16)

VI.1.1.3 Conduite en amiante – ciment :

Les tuyaux et pièces de raccord en amiante-ciment sont constitués d'un mélange de ciment Portland et de fibres d'amiante, formé en présence d'eau. Ils se fabriquent en deux types selon le mode d'assemblage : à emboîtement ou sans emboîtement avec deux extrémités lisses. Les diamètres varient de 60 à 500 mm, avec des longueurs allant de 4 à 5 m. Les joints utilisés sont exclusivement du type préformé. (16)

VI.1.1.4 Conduite en grès :

Le grès utilisé pour la fabrication des tuyaux est obtenu à partir d'un mélange équilibré d'argile et de sable argileux, cuit à des températures comprises entre 1200°C et 1300°C. Ce matériau présente une imperméabilité élevée et une résistance aux agents chimiques, à l'exception de l'acide fluorhydrique. Les conduites en grès sont appréciées pour leur durabilité, leur capacité à résister à l'usure et leur performance à long terme dans les réseaux d'assainissement. (16)

VI.1.1.5 Conduite en PVC :

Les conduites en chlorure de polyvinyle non plastifié sont connues pour leur sensibilité aux chocs et nécessitent une gestion soignée de la dilatation lors de l'installation. Elles occupent une position centrale dans le domaine du bâtiment et des travaux publics. (17)



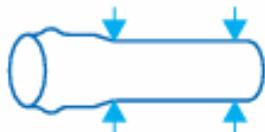
Figures VI.1 : Conduite en PVC.

Source (Groupe CHIALI, 2024)

1. Avantage des tubes en PVC :



Légèreté du matériau



Résistance aux terrains
Agressifs naturels



Résistance à l'abrasion
et à la corrosion



Étanchéité des
réseaux

2. Les Joints :

Les conduites en PVC peuvent être assemblées de différentes manières, notamment par collage ou par l'utilisation de bagues d'étanchéité :

a. Assemblage par collage :

Les conduites en PVC sont couramment assemblées à l'aide d'une colle spécifique. Ce processus implique l'application de l'adhésif sur les surfaces à joindre, suivie de l'insertion des extrémités des conduites l'une dans l'autre. La colle établit une liaison chimique entre ces surfaces, garantissant ainsi une connexion solide et étanche.

b. Assemblage par bagues d'étanchéité :

Certaines conduites en PVC peuvent également être assemblées en utilisant des bagues d'étanchéité en caoutchouc ou en plastique. Ces bagues sont placées autour des extrémités des conduites avant leur assemblage, créant ainsi une barrière étanche entre les sections de conduite.

La bague d'étanchéité ne doit pas avoir des défaillances ou des malfaçons. Le joint doit, parfaitement, épouser la forme de la tulipe après son installation. (18)

Remarque :

Dans le cadre de notre projet, nous avons choisi d'utiliser des conduites en PVC avec des joints à bague d'étanchéité.

Le choix du type de canalisation a été effectué en prenant en considération les paramètres suivants :

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

VI.2 Les ouvrages annexes :

Ils revêtent une importance capitale dans la gestion efficace des réseaux d'égout. Ils sont nombreux et remplissent une gamme diversifiée de fonctions, notamment la collecte des effluents, la facilitation de l'accès au réseau par des ouvertures pour l'entretien, et jouent un rôle économique crucial en optimisant les coûts à travers la gestion des surdimensionnements.

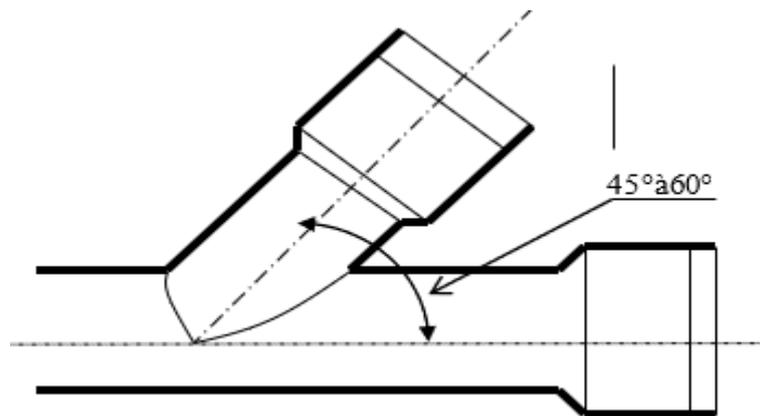
Les ouvrages annexes se divisent en deux groupes : les ouvrages normaux et les ouvrages spéciaux :

VI.2.1 Les ouvrages normaux :

Ce sont des ouvrages essentiels positionnés en amont ou le long des réseaux, chargés de faciliter l'accès au réseau et de recevoir les effluents.

VI.2.1.1 Les branchements : (19)

Leur fonction est de collecter les eaux usées et les eaux pluviales provenant des immeubles.



Figures VI.2 : Schéma de branchement simple. (20)

VI.2.1.2 Les fossés :

Les fossés sont des ouvrages cruciales destinées à recueillir les eaux de ruissellement provenant des chaussées en milieu rural, contribuant ainsi à prévenir les inondations et à maintenir la sécurité routière. Leur entretien périodique est essentiel pour assurer leur efficacité continue, en évitant l'obstruction par des débris ou la croissance de végétation qui pourrait compromettre leur capacité de drainage.

VI.2.1.3 Les caniveaux :

Ils sont conçus pour collecter les eaux pluviales ruisselant sur le profil transversal des chaussées et des trottoirs, les transportant ensuite jusqu'aux bouches d'égout. L'entretien régulier des caniveaux est nécessaire pour assurer leur bon fonctionnement et éviter les obstructions causées par les débris et les sédiments.

VI.2.1.4 Les bouches d'égout :

Les bouches d'égout sont conçues pour collecter les eaux de surface, y compris les eaux pluviales et celles utilisées pour le lavage des chaussées. Elles sont généralement situées aux points bas des caniveaux ou sur les trottoirs. La distance moyenne entre deux bouches d'égout est de 50 mètres. La section d'entrée est dimensionnée en fonction de cet espacement pour absorber efficacement le débit des eaux de ruissellement provenant de l'amont. (19)

VI.2.1.5 Les regards :

Ils servent de points d'accès par lesquels le personnel d'entretien pénètre pour assurer la maintenance et la surveillance du réseau. Le type de regard à utiliser varie en fonction de l'encombrement, de la pente du terrain, et du système d'évacuation.

Les différents types de regards utilisés dans notre projet sont :

- **Regard simple :**

Ces regards de visite sont conçus pour l'entretien régulier et le nettoyage systématique des canalisations, tout en garantissant une ventilation optimale de celles-ci.

- **Regard de chute :**

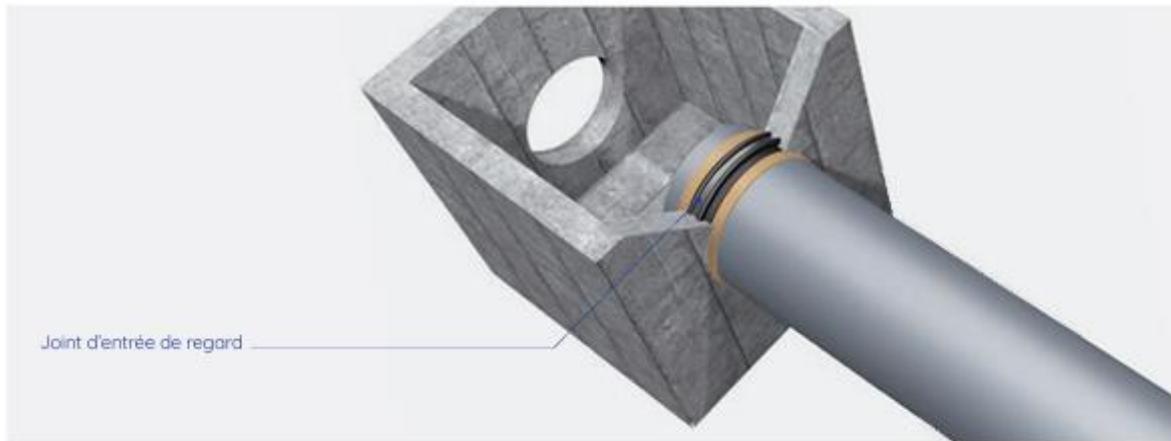
Cet ouvrage est le plus répandu en assainissement. Il permet une dissipation d'énergie localisée et est particulièrement utilisé lorsque le terrain d'une agglomération est fortement accidenté.

La distance entre deux regards varie en fonction du terrain : 35 à 50 mètres en terrain accidenté, et 50 à 80 mètres en terrain plat.

Les regards doivent être installés aux endroits suivants sur les canalisations :

- À chaque changement de direction.
- À chaque jonction de canalisation.
- Aux points de chute.
- À chaque changement de pente.
- À chaque changement de diamètre.

La liaison des tubes PVC-U avec le regard en béton doit se faire impérativement par le biais d'un joint, muni d'anneau de serrage, dit joint d'entrée de regard. (18)



Figures VI.3 : Liaison des canalisations PVC aux regards en béton.

Source (www.cth.dz, 2024)

Dans notre projet, qui comprend un réseau de système séparatif, nous n'utilisons pas de déversoir d'orage, par conséquent, il n'y a pas d'ouvrages spéciaux.

VI.2.1.5.1 Dimensionnement les regards de chute : (22)

Pour mener à bien une étude approfondie d'un regard de chute, il est impératif de déterminer les paramètres suivants :

H_0 : La hauteur de chute.

X_0 : La distance entre le point d'inflexion et l'extrémité du regard.

X : La largeur du regard.

L'équation caractérisant la chute est définie comme suit :

$$y = \frac{1}{2}gt^2 \quad (\text{VI.1})$$

Avec : $t = \frac{X_0}{V_0}$ donc l'équation du profil supérieur de la chute est obtenue : $y = \frac{1}{2}g \left(\frac{X_0}{V_0} \right)^2$

En aval de la chute, cette dernière sera amortie. Ainsi, la courbe de la chute s'articule autour d'un axe de symétrie formé par deux paraboles. Cet axe de symétrie est déterminé par la dérivée de l'équation suivante :

$$\frac{dX_0}{dY_0} = \frac{g}{V_0^2} \cdot X_0 \quad (\text{VI.2})$$

C'est à partir de cette équation qu'on tire le point de tangente fictif autour duquel s'infléchit la charge. C'est-à-dire, à partir de ce point que commence l'amortissement de la ligne de charge par ralentissement de la vitesse de chute. En majeure partie $i_0 \neq i_{av}$, mais leur écart n'est pas assez fort, donc pour simplifier on pose : $H_1 = H_2 = Y_0$

$$X_0 = \left(\frac{H_0 \cdot V_0^2}{g} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (\text{VI.3})$$

Soit h la différence entre les côtes radiers des deux conduites (amont et aval) ; $H_{0\text{ am}}$ et $H_{0\text{ av}}$ sont les hauteurs d'eau dans les conduites amont et aval respectivement du regard de chute.

$$H'_0 = h + H_{0\text{ am}} + H_{0\text{ av}} \quad (\text{VI.4})$$

Les dimensions des regards de chutes sont consignées dans le tableau ci-après :

Tableau VI.1 : Dimensionnement des regards de chute.

Regards	Conduite amont			Conduite aval		H0 (m)	X0 (m)	X (m)
	Dam (m)	V0 (m/s)	H0 am (m)	Dav (m)	H0 av (m)			
R_EU 69	300	1,218	0,032	300	0,029	1,061	0,4	0,8
R_EP 37	500	3,936	0,271	600	0,363	0,904	1,19	2,38

Conclusion :

Pour optimiser l'exploitation de notre réseau d'assainissement, il est impératif de choisir soigneusement les conduites en fonction de leur géométrie et des matériaux utilisés. La conception adéquate des regards de visite et des chutes est tout aussi cruciale pour assurer la performance optimale du système.

Après une analyse approfondie des options disponibles, notre sélection s'est portée sur des conduites circulaires en PVC pour notre projet.

Chapitre VII

Organisation de chantier et estimation
des devis

ORGANISATION DE CHANTIER ET ESTIMATION DES DEVIS

Introduction :

La majorité des problèmes rencontrés sur un chantier sont souvent imputables à une organisation déficiente. La réussite d'un projet dépend essentiellement de la rigueur de sa préparation, qui doit être irréprochable afin d'éviter les erreurs coûteuses. En effet, une erreur, même minime, peut entraîner des pertes de temps, d'argent et de productivité. Une préparation soignée augmente les chances de respecter les délais de livraison et de produire un ouvrage conforme aux attentes de vos clients.

Dans notre projet, après avoir identifié les composants du réseau d'assainissement, il est crucial d'estimer précisément le volume des travaux pour planifier et coordonner efficacement les ressources, assurant une réalisation optimale et respect des délais.

VII.1 Données sur les Réseaux Publics Existants :

Le sous-sol des voiries accueille divers types de réseaux, notamment ceux d'assainissement, d'électricité, d'eau potable, de gaz et de télécommunications. Avant d'entreprendre la démolition du revêtement des chaussées et la pose des nouvelles conduites, il est impératif de réaliser une étude détaillée de l'encombrement du sous-sol. Cette analyse vise à prévenir tout risque de détérioration des infrastructures existantes.

Pour identifier et différencier les différents types de réseaux, nous utilisons des codes de couleur spécifiques.

La figure ci-dessous présente l'ensemble de ces codes :

Couleur du marquage	Nature des réseaux
	Rouge Electricité BT, HTA ou HTB, éclairage ; Feux tricolores et Signalisation routière.
	Jaune Gaz combustible (transport ou distribution) et Hydrocarbures.
	Orange Produits chimiques.
	Bleu Eau potable.
	Marron Assainissement et Pluvial.
	Violet Chauffage et climatisation.
	Vert Télécommunications ; Feux tricolores et Signalisation routière TBT.

Figures VII.1 : Les codes de couleur et leurs applications pour les réseaux.

Source (www.lepont.fr, 2024)

VII.2 Exécution des travaux :

Chronologie de la Pose des Canalisations : Du Préparatif à la Finalisation !

VII.2.1 Manutention et stockage des conduites :

L'inspection vise à garantir une manipulation correcte des conduites pour prévenir tout dommage.

Elle comprend :

- Une inspection visuelle pour assurer la conformité.
- Le repérage des éventuels défauts.
- La vérification des quantités.

Précautions à prendre : Les conduites doivent être déposées avec précaution au fond des tranchées ou sur le sol, et ne doivent en aucun cas être roulées sauf sur des chemins appropriés.

VII.2.2 Décapage de la couche de terre végétale :

Le décapage de la couche de terre végétale, effectué à l'aide d'un bulldozer, consiste à retirer une couche superficielle de 10 cm d'épaisseur pour préparer le terrain aux travaux de construction.

VII.2.3 Emplacement des Jalons pour le Piquetage :

Les jalons des piquets doivent être placés aux points suivants :

- Emplacement d'un regard : Là où un regard de canalisation sera installé.
- Changement de direction ou de pente : À chaque point où la canalisation change de direction ou de pente.
- Branchement ou jonction des canalisations : Là où les canalisations se rejoignent où se séparent.

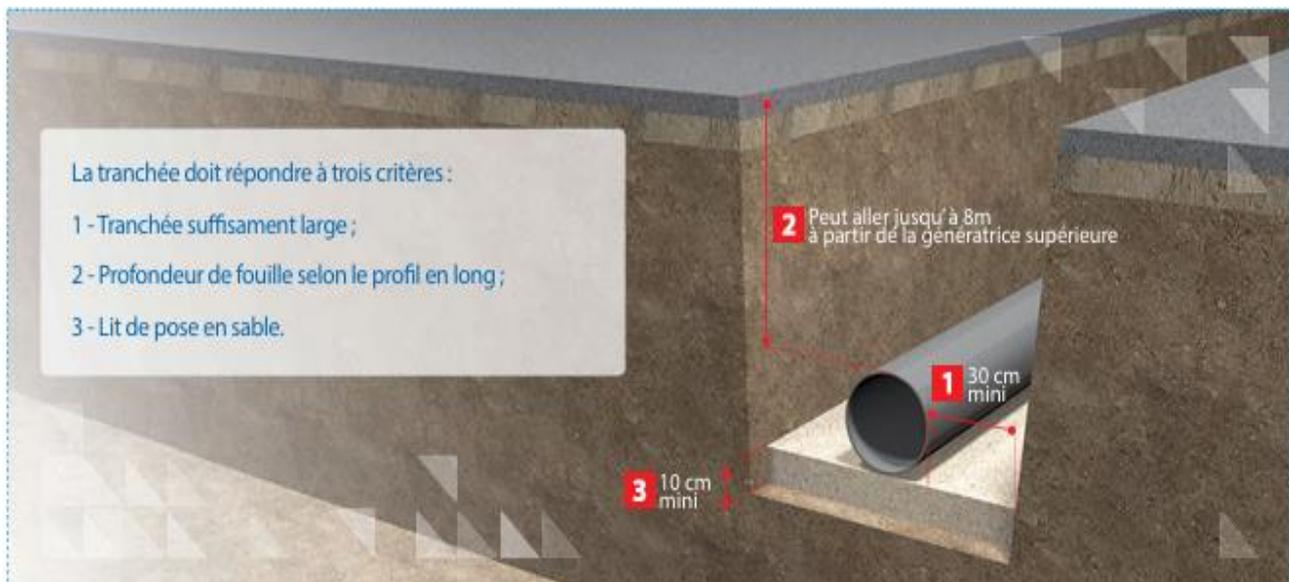
VII.2.4 Exécution des fouilles pour les regards et les tranchées :

Lors de la construction des collecteurs urbains, la méthode la plus couramment utilisée est l'exécution en fouille ouverte et en tranchée. La profondeur de la tranchée est toujours déterminée par les conditions de croisement des ouvrages existants ou par les exigences des axes hydrauliques.

La largeur de la tranchée dépend de plusieurs facteurs :

- Le type d'emboîtement des tuyaux.
- Les dimensions extérieures des tuyaux.
- L'espace minimum entre la canalisation et la paroi de la tranchée.
- Les fondations nécessaires.
- La place disponible pour l'exécution des fouilles.
- La profondeur de pose.
- La nature des terrains rencontrés.

Étant donné le coût élevé des terrassements, il n'est pas avantageux de réaliser des tranchées trop larges. Ainsi, on privilégie l'exécution de fouilles avec les largeurs minimales nécessaires. Les fouilles pour les regards et les tranchées sont effectuées de manière rétrospective, en partant de l'aval vers l'amont du réseau, à l'aide d'une pelle mécanique équipée. (21)



Figures VII.2 : Préparation de la tranchée.

Source (Groupe CHIALI, 2024)

VII.2.5 Aménagement du lit de pose :

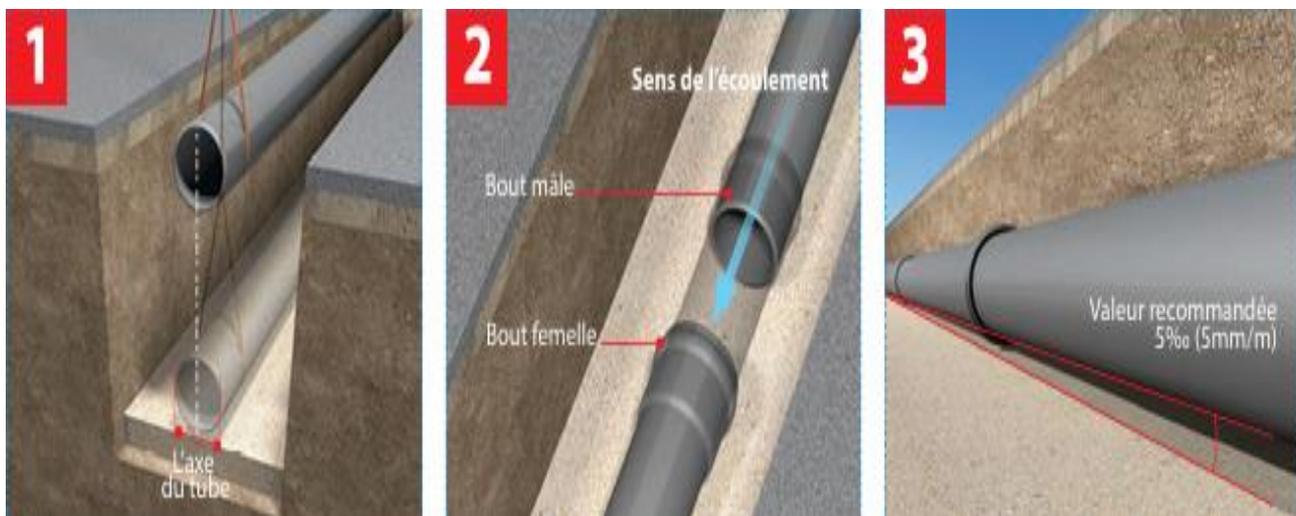
La pose des conduites se réalise sur un lit d'une épaisseur de 10 cm, qui est préparé sans aucun obstacle dur tel que des pierres ou des débris de maçonnerie. Le lit doit contenir moins de 5 % de particules inférieures à 0,1 mm et ne doit pas comporter d'éléments de diamètre supérieur à 30 mm

Tableau VII.1 : Aménagement du lit de sable selon le type de sol.

Condition du sol	Actions Recommandées
Sol rocheux	Approfondir la fouille de 15 à 20 cm. Confectionner un lit de pose bien damé avec des matériaux pulvérulents ou procéder à une pose sur un bain fluant de mortier.
Sols mouvants, marécageux ou organiques	Prévoir un appui en béton, éventuellement sur pieux, ou remplacer le sol insuffisamment portant.
Terrains où l'eau peut ruisseler ou s'accumuler	Confectionner un appui en matériaux pulvérulents pour assurer un bon drainage.

VII.2.6 Mise en place des conduites :

Les conduites sont installées à l'aide d'équipements spécialisés appelés "pipelayers" :



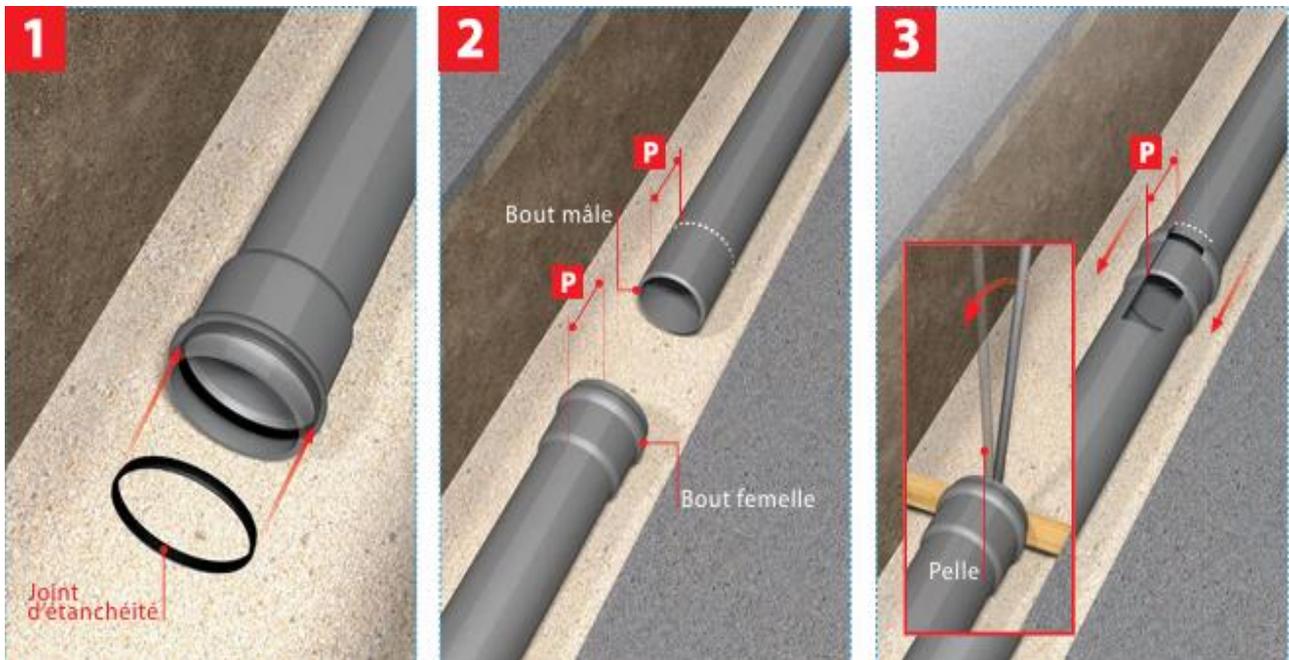
Figures VII.3 : Mise en place des tubes.

Source (Groupe CHIALI, 2024)

- 1 :** Descente sans heurt dans la tranchée.
- 2 :** Les tubes doivent être posés à partir de l'aval, leur emboîture étant dirigée vers l'amont.
- 3 :** Respect de la pente.

VII.2.7 Assemblage des conduites :

Les joints des conduites circulaires à emboîtement sont fabriqués en utilisant une bague renforcée avec une armature, coulée sur place dans un moule.



Figures VII.4 : Assemblage des tubes.
Source (Groupe CHIALI, 2024)

- 1 :** S'assurer que le joint d'étanchéité est propre et bien positionné.
- 2 :**
 - A) Marquage de la profondeur P du tube
 - B) Nettoyage des parties à assembler
 - C) Lubrifier les deux bouts mâles et femelle.
- 3 :** Pousser les tubes l'un dans l'autre jusqu'au repère tracé auparavant, à l'aide d'une pelle.

VII.2.8 Essais sur les joints et les canalisations :

Il s'agit d'un test d'étanchéité appliqué aux conduites déjà posées dans la tranchée. Ce test peut être réalisé en utilisant de l'eau, de l'air, de la fumée ou un mélange d'eau et d'air.

Le test d'étanchéité est requis à la fois en usine et sur le site de construction :

1. Sur l'usine : La conduite est maintenue en position verticale, remplie d'eau, et la baisse du niveau d'eau ne doit pas dépasser 2 cm sur une période de 24 heures.

2. Sur le chantier : Trois types d'essais peuvent être réalisés :

- Essai hydrostatique : D'une durée de 30 minutes pour les petits diamètres et les joints, la pression est augmentée jusqu'à 3 bars.
- Essai de détection de fuites par fumée : Seulement réalisable en l'absence de vent et lorsque la conduite est sèche.
- Essai d'étanchéité à l'air : La conduite circulaire est soumise à une pression de 1 bar pendant 30 minutes, suivie d'une pression de 0,5 bar pendant 3 minutes.

VII.2.9 l'installation des regards :

Les regards :

Souvent de forme carrée, varient en dimensions en fonction des collecteurs. Leur construction, en béton armé réalisé sur place ou préfabriqué, est adaptée à chaque situation en termes de profondeur et d'épaisseur. Les tampons, indispensables, sont équipés d'un orifice pour faciliter leur levage et permettre la ventilation des égouts.

Les étapes d'exécution d'un regard comprennent :

1. Nivellement du fond du regard
2. Application de la couche de béton de propreté
3. Ferrailage et bétonnage du radier de regard
4. Ferrailage et coffrage des parois.
5. Bétonnage et décoffrage des parois.
6. Ferrailage et coffrage de la dalle.
7. Bétonnage et décoffrage de la dalle.

Les avaloirs :

Les avaloirs de dimensions 50 x 30 x 60 cm, sont fabriqués en béton armé et équipés de grilles en fonte. Ils sont raccordés au réseau d'eaux pluviales.

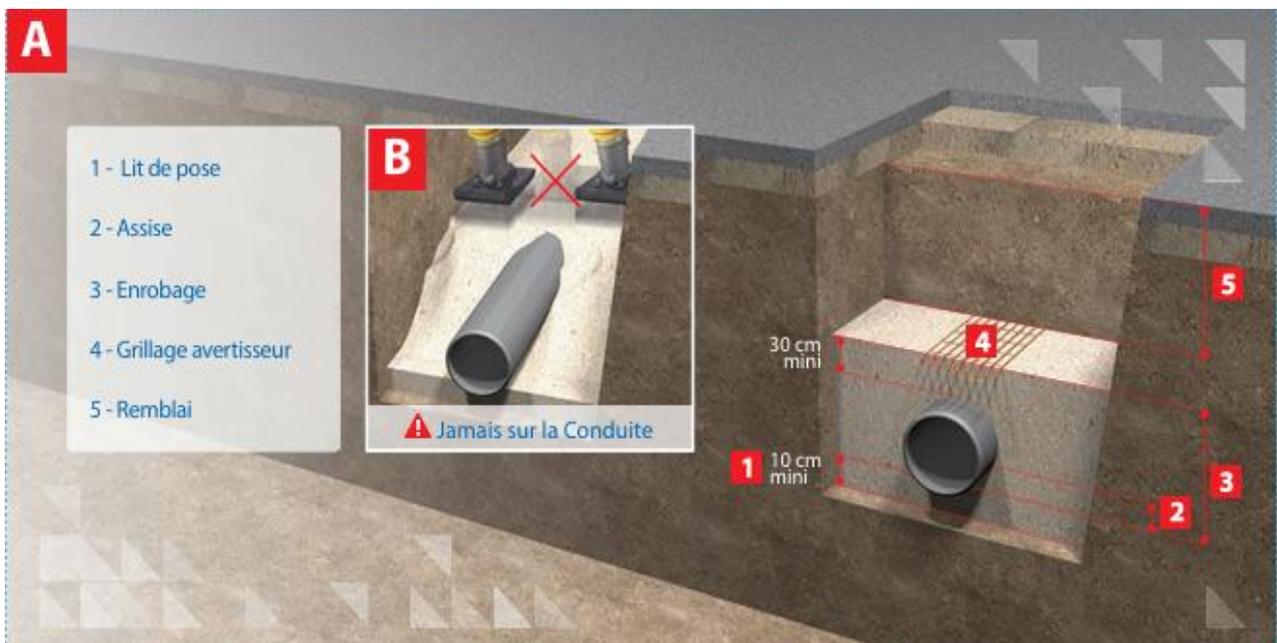
Les boîtes de branchement :

Les boîtes de branchement seront équipées de grilles. Les raccordements individuels doivent être connectés au réseau principal via ces boîtes de branchement. Ils doivent être réalisés en tronçons aussi rectilignes que possible, avec une pente minimale de 3%. Le diamètre des canalisations de branchement doit être inférieur à celui des canalisations publiques.

VII.2.10 Remblaiement et compactage de la tranchée :

Après la pose des canalisations, un remblayage de qualité est essentiel pour protéger les conduites et garantir la répartition uniforme des charges. Ce remblayage doit atteindre au moins 30 cm au-dessus de la génératrice supérieure des conduites. Le compactage manuel est requis jusqu'à une hauteur de 75 cm pour minimiser les effets dynamiques.

Si des engins de compactage lourds ou vibrants sont utilisés pour les remblais supérieurs, il est crucial d'augmenter cette hauteur minimale et de prendre des précautions spéciales, en évitant d'utiliser ces engins avec des recouvrements inférieurs à un mètre. Les matériaux pour le remblai supérieur et le degré de compactage dépendent des conditions finales souhaitées pour la surface du sol.



Figures VII.5 : Remblaiement des conduites.

Source (Groupe CHIALI, 2024)

A : L'enrobage et le calage sont réalisés jusqu'à une hauteur de 30 cm au-dessus de la génératrice supérieure de la conduite.

B : Le compactage doit être réalisé exclusivement sur les parties latérales de la conduite par couches de 20 à 30cm.

VII.3 Détermination des différents volumes :

VII.3.1 Volume du décapage « V » :

Le volume de la couche végétale à décaper est donnée par l'équation suivante :

$$V = B. L. H \quad (\text{VII.1})$$

Avec :

B : Largeur de la couche végétale en (m)

L : Longueur totale de la tranchée en (m)

H : Épaisseur de la couche végétale en mètres (m) H = 0.2 m

VII.3.2 Volumes des déblais des tranchées « Vd » :

En forme rectangulaire, il est exprimé par la relation suivante :

$$V_d = B. L. H_{tr} \quad (\text{VII.2})$$

V_d : Volume de déblais en (m³)

L : Longueur de la tranchée

a. Profondeur de la tranchée :

La profondeur de la conduite doit être adéquate pour assurer la réalisation précise des branchements spécifiques et prévenir toute interconnexion indésirable avec d'autres conduites.

$$H_{tr} = e + D + h \quad (\text{VII.3})$$

Où :

H : Profondeur de la tranchée.

e : Épaisseur du lit de sable. e = 0.10 m

D : Diamètre de la conduite.

h : Hauteur du remblai

b. Largeur de la tranchée :

$$B = D + 2.C \quad (\text{VII.4})$$

Où :

D : Diamètre de la conduite.

C : Espacement entre l'extrémité de la tranchée et la conduite (c = 0,3 m)

B : Largeur de la fouille au fond.

VII.3.3 Volume du lit de pose « V_{LP} » :

Il est exprimé par l'équation suivante :

$$V_{LP} = e. b. L \quad (VII.5)$$

Avec :

e : épaisseur de la couche du lit de pose ; (e = 0.10 m)

L : longueur totale de la tranchée (m).

b : largeur de la tranchée (m).

VII.3.4 Volume de la conduite « V_c » :

Le volume occupé par la conduite dans la tranchée est exprimé par la relation suivante :

$$V_c = \left(\frac{\pi \cdot D^2}{4} \right) \cdot L \quad (VII.6)$$

Où :

D : Diamètre extérieur de la conduite (m).

L : longueur totale de la tranchée (m).

VII.3.5 Volume d'enrobage tamisée « $V_{e.t}$ » :

Il est exprimé par la formule suivante :

$$V_{e.t} = B. (D + 0.20). L - V_c \quad (VII.7)$$

B : Largeur de la tranchée (m).

L : Longueur totale de la conduite

D : Diamètre de la conduite (m).

V_c : Volume de la conduite

VII.3.6 Volume du remblai « V_r » :

Il est donné par l'expression suivante :

$$V_r = V_{D.f} - V_{excé} \quad (VII.8)$$

$V_{D.f}$ Représente le volume des déblais foisonnés en (m^3)

Avec : $V_{D.f} = V_D \cdot K_f (m^3)$

$K_f = 1.25$ (Coefficient de foisonnement)

$$V_{\text{excé}} = V_{\text{LP}} + V_c + V_e \cdot t \quad (\text{VII.9})$$

Où :

V_{LP} : Volume du lit de pose (m^3).

$V_e \cdot t$: Volume d'enrobage tamisé (m^3).

V_c : Volume de la conduite (m^3).

Les différents volumes des travaux sont présentés dans les tableaux suivants :

Tableau VII.2 : Calcul du volume des travaux du réseau des eaux usées.

D (m)	0,3
Htr (m)	1,6
B (m)	0,9
ML	5387
Volume de décapage (m^3)	969,66
Volume de tranchée (m^3)	7757,28
Volume de lit de sable (m^3)	484,83
Volume de la conduite (m^3)	380,785
Volume d'enrobage (m^3)	2043,365
Volume Déblai foissiné (m^3)	10860,192
Volume Évacuée (m^3)	2908,98
Volume du remblai (m^3)	7951,212

Tableau VII.3 : Calcul du volume des travaux du réseau des eaux pluviales.

D (m)	0,3	0,4	0,5	0,6	
Htr (m)	1,6	1,7	1,8	1,9	
B (m)	0,9	1	1,1	1,2	Total
ML	2955,85	1826,55	1452,66	197,94	6433
Volume de décapage (m^3)	532,053	365,31	319,585	47,506	1264,454
Volume de tranchée (m^3)	4256,424	3105,135	2876,267	451,303	10689,129
Volume de lit de sable (m^3)	266,027	182,655	159,793	23,753	632,227
Volume de la conduite (m^3)	208,937	229,531	285,229	55,966	779,663
Volume d'enrobage (m^3)	1121,196	866,398	833,319	134,056	2954,969
Volume Déblai foissiné (m^3)	5958,994	4347,189	4026,774	631,824	14964,781
Volume Évacuée (m^3)	1596,159	1278,585	1278,341	213,775	4366,86
Volume du remblai (m^3)	4362,835	3068,604	2748,433	418,049	10597,921

VII.4 Détermination du devis estimatif et quantitatif :

Pour parvenir à une estimation précise des coûts de notre projet, il est impératif de réaliser un calcul détaillé basé sur un devis estimatif et quantitatif. Ce processus inclut l'évaluation minutieuse des quantités nécessaires pour toutes les opérations sur le terrain. Par la suite, chaque quantité doit être multipliée par les prix unitaires correspondants pour chaque élément requis.

Tableau VII.4 : Devis quantitatif et estimatif du réseau des eaux usées.

N°	Désignation des travaux	U	Quantité	Prix unitaire (DA)	Montant (DA)
Travaux de terrassement					
1	Déblai	M3	7757,28	1000	7757280
2	Lit de pose	M3	484,83	1500	727245
3	Enrobage	M3	2043,365	200	408673
4	Remblai de la tranchée	M3	7954,212	600	4772527,2
5	Évacuation de terres excédentaires à la décharge	M3	2908,98	700	2036286
Canalisation					
1	PVC-315	ML	5387	3200	17238400
Construction					
1	Regard	U	160	55000	8800000
TOTAL EN DA					41740411,2
T.V.A 19 %					7930678,128
TOTAL EN T.T.C					49671089,33

Tableau VII.5 : Devis quantitatif et estimatif du réseau des eaux Pluviale.

N°	Désignation des travaux	U	Quantité	Prix unitaire (DA)	Montant (DA)
Travaux de terrassement					
1	Déblai	M3	10689,13	1000	10689129
2	Lit de pose	M3	632,227	1500	948340,35
3	Enrobage	M3	2954,97	200	590993,998
4	Remblai de la tranchée	M3	10597,921	600	6358752,36
5	Évacuation de terres excédentaires à la décharge	M3	4366,86	700	3056802
Canalisation					
1	PVC-315	ML	2955,85	3200	9458720
2	PVC-400	ML	1826,55	4300	7854165
3	PVC-500	ML	1452,66	6500	9442290
4	PVC-630	ML	197,94	8000	1583520
Construction					
1	Regard	U	192	55000	10560000
TOTAL EN DA					60542712,71
T.V.A 19 %					11503115,41
TOTAL EN T.T.C					72045828,12

Donc le coût total du projet est estimé à : 121716917,45 DA

Cent vingt et un millions sept cent seize mille neuf cent dix-sept et quarante-cinq centimes.

VII.5 Planification du projet :

Avant de démarrer les travaux sur le chantier, une planification minutieuse est essentielle. Cela nous permet d'optimiser l'utilisation de la main-d'œuvre et des ressources disponibles, garantissant ainsi l'efficacité et la rentabilité de chaque phase du projet.

VII.5.1 Durée attribuée à chaque opération :

En utilisant les normes C.N.A.T, nous pouvons appliquer la formule suivante :

$$T = \frac{Q}{N.R} \quad (\text{VII.10})$$

Avec : T : Temps de travail. Q : Quantité de travail. N : La ressource. R : Rendement.

Tableau VII.6 : Planning des opérations et durées estimées.

Notation	Opération	Durée (jours)
A	Décapage de la couche de terre	15
B	Implantation des repères	20
C	Excavation des tranchées et des fosses pour les regards	75
D	Préparation du lit de pose	35
E	Construction des regards	90
F	Installation des canalisations dans les tranchées	70
G	Réalisation des ouvrages annexes	40
H	Assemblage des conduites	25
I	Réalisation des tests d'étanchéité des conduites et des joints	25
J	Remblaiement des tranchées	35
K	Finalisation des travaux	20

Tableau VII.7 : Phases Avant et Après Chaque Opération de Chantier.

Opération	Précède	Succède
A	–	B
B	A	C
C	B	D, E, F, G
D	C	H
E	C	H
F	C	H
G	C	H
H	D, E, F, G	I
I	H	J
J	I	K
K	J	–

VII.5.2 Calcul du délai de réalisation du projet :

Après avoir établi le réseau à nœuds, nous remplissons le tableau suivant :

Tableau VII.8 : Détermination des Durées et Marges de Flottement.

Opération	TR	DP		DPP		MT
		DCP	DFP	DCPP	DFPP	
A	15	0	15	0	15	0
B	20	15	35	15	35	0
C	75	35	110	35	110	0
D	35	110	145	165	200	55
E	90	110	200	110	200	0
F	70	110	180	130	200	20
G	40	110	150	160	200	50
H	25	200	225	200	225	0
I	25	225	250	225	250	0
J	35	250	285	250	285	0
K	20	285	305	285	305	0

Avec :

TR : Temps de réalisation du projet.

DCP : Date de commencement au plus tôt des travaux.

DFP : Date de finissement au plus tôt des travaux.

DCPP : Date de commencement au plus tard des travaux.

DFPP : Date de finissement au plus tard des travaux.

MT : Marge totale de l'exécution du projet.

- Le chemin critique est : A-B-C-E-H-I-J-K
- Le projet est prévu pour une durée totale de 305 jours, ce qui équivaut à environ 10 mois et 5 jours.

Conclusion :

Ce chapitre permet d'évaluer la durée nécessaire pour achever le projet en tenant compte de l'enchaînement des tâches. Nous avons élaboré un devis détaillé pour estimer le coût global du projet, fixé à 121716917,45 DA. Il est important de souligner que ce montant est approximatif, en raison des fluctuations des prix des matériaux et de l'instabilité du marché.

De plus, une planification des travaux a été mise en place pour assurer une exécution ordonnée, respecter les délais impartis et optimiser l'efficacité économique. La durée totale prévue pour l'achèvement du projet est de 10 mois et 5 jours.

CONCLUSION GENERALE

L'étude menée dans la zone SUF 1 de la commune de Gdyl, wilaya d'Oran, a abouti à l'élaboration d'un projet d'évacuation des eaux usées et pluviales, conçu pour répondre aux besoins futurs de l'agglomération. En collectant des données pertinentes et en réalisant les analyses hydrauliques nécessaires, nous avons dimensionné un réseau séparatif optimal pour la région.

Le dimensionnement du réseau a été basé sur les débits calculés et les contraintes hydrauliques spécifiques à la zone. L'objectif principal était de concevoir une infrastructure capable de collecter et d'évacuer efficacement les eaux usées et pluviales, tout en minimisant les risques de débordement et de saturation.

L'étude comprenait également une évaluation économique du projet, intégrant les coûts de construction, d'entretien et de fonctionnement. Cette évaluation a démontré que l'investissement, d'un montant total de 121 716 917,45 DA, est justifié pour assurer la santé publique, améliorer la qualité de vie des habitants et protéger l'environnement. De plus, la durée totale du projet, estimée à 305 jours, reflète un engagement pour une mise en œuvre rapide et efficace.

Enfin, cette étude approfondie a permis de concevoir un projet d'évacuation des eaux usées et pluviales parfaitement adapté à notre zone d'étude. En suivant les recommandations de cette étude, il sera possible de garantir un système d'assainissement performant et durable, apte à répondre aux besoins futurs de l'agglomération. Ce projet représente une avancée majeure pour le développement des infrastructures de la région, tout en offrant des solutions durables et respectueuses de l'environnement.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- (01) TOUAIBIA, B. (2004). Manuel pratique d'hydrologie.
- (02) Antoine, M. (2018). Pluies de référence pour le dimensionnement des ouvrages de gestion des eaux pluviales et des eaux résiduaires urbaines en Région de Bruxelles-Capitale. Division Autorisations, Partenariats, Département Eau.
- (03) SALAH, B. (2014). Assainissement des eaux usées et pluviales des agglomérations.
- (04) Satin, M., Selmi, B. (2006). Guide technique de l'assainissement.
- (05) CHIALI (2005). Catalogue technique des tubes en PVC.
- (06) Grosclaude, D. I.3. Origine des eaux usées.
- (07) MONNIER, H. (2006). Diagnostic permanent en réseau d'assainissement : mesures et calculs sur sites pilotes de la Région Ouest. MFE ENGEES, Juin 2006.
- (08) IDIMANA, Y, KINNI, A. B. (2021). Évaluation des débits des eaux pluviales : comparaison entre la méthode rationnelle et la méthode superficielle (Caquot). Application au réseau d'assainissement de la ville de BENSEKRANE.
- (09) GOMELLA, C., GUERREE, H. (1986). Guide d'assainissement dans les agglomérations urbaines et rurales (tome 1). Paris : Eyrolles.
- (10) BIÈRE, F. (2000). Distribution et collecte des eaux. Presses Internationales Polytechnique, 391p.
- (11) CHOCAT, B. (2003). La ville et son assainissement. Éditions CERTU, 503p.
- (12) BASSEL, M. (1996). Pluies, Ruissellement, Pollution et évacuation des eaux. Thèse de doctorat, Université Cheikh Anta Diop, 244p.
- (13) BOURRIER, R. (1996). Les réseaux d'assainissement. Éditions Lavoisier, 810p.
- (14) REGIS, B. (1984). Les réseaux d'assainissement, calculs, application et perspective. Paris.

- (15) Bourrier, R. (2008). Les réseaux d'assainissement (calculs, application, perspectives) (5ème édition). Paris : Éditions Lavoisier.
- (16) DERNOUNI, F. (2004). Cours d'assainissement. École Nationale Supérieure de l'Hydraulique (ENSH).
- (17) SALAH, B. (1993). Polycopié d'assainissement. École Nationale Supérieure de l'Hydraulique (ENSH), Blida.
- (18) CTH. Guide pour le contrôle des conduites d'assainissement en PVC-U.
- (19) BELHOCINE, H. (2002). Mémoire de fin d'études : Diagnostic du réseau d'assainissement de la ville de Cherchell (W. Tipaza). ENSH.
- (20) CHETIBI, T, HAIBAOUI, I. (2016). Conception et dimensionnement d'un réseau d'assainissement des eaux usées des villages Boughroum et Dar El-Beida, Commune Boutaleb, Wilaya de Sétif.
- (21) NONCLERCQ, P. Le calcul statique des collecteurs urbains, 3ème partie.
- (22) BESSAI, A, MAIBECHE, M. (2010). Études de réseau d'assainissement séparatif d'eau usée du village d'El Eulma, commune de Chellata, Wilaya de Bejaia. Mémoire de Fin d'Études, Master, Université Abderrahmane Mira de Bejaia, Algérie, 61 pages.

Annexe

Annexe I

FONCTION DE RÉPARTITION DE LA LOI NORMALE STANDARD

$$\Phi(z) = \int_{-\infty}^z \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2}} dx$$

z	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.5000	0.5040	0.5080	0.5120	0.5160	0.5199	0.5239	0.5279	0.5319	0.5359
0.1	0.5398	0.5438	0.5478	0.5517	0.5557	0.5596	0.5636	0.5675	0.5714	0.5753
0.2	0.5793	0.5832	0.5871	0.5910	0.5948	0.5987	0.6026	0.6064	0.6103	0.6141
0.3	0.6179	0.6217	0.6255	0.6293	0.6331	0.6368	0.6406	0.6443	0.6480	0.6517
0.4	0.6554	0.6591	0.6628	0.6664	0.6700	0.6736	0.6772	0.6808	0.6844	0.6879
0.5	0.6915	0.6950	0.6985	0.7019	0.7054	0.7088	0.7123	0.7157	0.7190	0.7224
0.6	0.7257	0.7291	0.7324	0.7357	0.7389	0.7422	0.7454	0.7486	0.7517	0.7549
0.7	0.7580	0.7611	0.7642	0.7673	0.7704	0.7734	0.7764	0.7794	0.7823	0.7852
0.8	0.7881	0.7910	0.7939	0.7967	0.7995	0.8023	0.8051	0.8078	0.8106	0.8133
0.9	0.8159	0.8186	0.8212	0.8238	0.8264	0.8289	0.8315	0.8340	0.8365	0.8389
1.0	0.8413	0.8438	0.8461	0.8485	0.8508	0.8531	0.8554	0.8577	0.8599	0.8621
1.1	0.8643	0.8665	0.8686	0.8708	0.8729	0.8749	0.8770	0.8790	0.8810	0.8830
1.2	0.8849	0.8869	0.8888	0.8907	0.8925	0.8944	0.8962	0.8980	0.8997	0.9015
1.3	0.9032	0.9049	0.9066	0.9082	0.9099	0.9115	0.9131	0.9147	0.9162	0.9177
1.4	0.9192	0.9207	0.9222	0.9236	0.9251	0.9265	0.9279	0.9292	0.9306	0.9319
1.5	0.9332	0.9345	0.9357	0.9370	0.9382	0.9394	0.9406	0.9418	0.9429	0.9441
1.6	0.9452	0.9463	0.9474	0.9484	0.9495	0.9505	0.9515	0.9525	0.9535	0.9545
1.7	0.9554	0.9564	0.9573	0.9582	0.9591	0.9599	0.9608	0.9616	0.9625	0.9633
1.8	0.9641	0.9649	0.9656	0.9664	0.9671	0.9678	0.9686	0.9693	0.9699	0.9706
1.9	0.9713	0.9719	0.9726	0.9732	0.9738	0.9744	0.9750	0.9756	0.9761	0.9767
2.0	0.9772	0.9778	0.9783	0.9788	0.9793	0.9798	0.9803	0.9808	0.9812	0.9817
2.1	0.9821	0.9826	0.9830	0.9834	0.9838	0.9842	0.9846	0.9850	0.9854	0.9857
2.2	0.9861	0.9864	0.9868	0.9871	0.9875	0.9878	0.9881	0.9884	0.9887	0.9890
2.3	0.9893	0.9896	0.9898	0.9901	0.9904	0.9906	0.9909	0.9911	0.9913	0.9916
2.4	0.9918	0.9920	0.9922	0.9925	0.9927	0.9929	0.9931	0.9932	0.9934	0.9936
2.5	0.9938	0.9940	0.9941	0.9943	0.9945	0.9946	0.9948	0.9949	0.9951	0.9952
2.6	0.9953	0.9955	0.9956	0.9957	0.9959	0.9960	0.9961	0.9962	0.9963	0.9964
2.7	0.9965	0.9966	0.9967	0.9968	0.9969	0.9970	0.9971	0.9972	0.9973	0.9974
2.8	0.9974	0.9975	0.9976	0.9977	0.9977	0.9978	0.9979	0.9979	0.9980	0.9981
2.9	0.9981	0.9982	0.9982	0.9983	0.9984	0.9984	0.9985	0.9985	0.9986	0.9986
3.0	0.9987	0.9987	0.9987	0.9988	0.9988	0.9989	0.9989	0.9989	0.9990	0.9990
3.1	0.9990	0.9991	0.9991	0.9991	0.9992	0.9992	0.9992	0.9992	0.9993	0.9993
3.2	0.9993	0.9993	0.9994	0.9994	0.9994	0.9994	0.9994	0.9995	0.9995	0.9995
3.3	0.9995	0.9995	0.9995	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9997
3.4	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9998
3.5	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998
3.6	0.9998	0.9998	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999

z	0.841	1.282	1.645	1.960	2.054	2.326	2.576	2.807	3.091	3.291
$\Phi(z)$	0.8000	0.9000	0.9500	0.9750	0.9800	0.9900	0.9950	0.9975	0.9990	0.9995

Annexe II

LOI DU KHI-EUX AVEC K DEGRÉS DE LIBERTÉ QUANTILES D'ORDRE $1-\gamma$

k	γ										
	0.995	0.990	0.975	0.950	0.900	0.500	0.100	0.050	0.025	0.010	0.005
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.45	2.71	3.84	5.02	6.63	7.88
2	0.01	0.02	0.05	0.10	0.21	1.39	4.61	5.99	7.38	9.21	10.60
3	0.07	0.11	0.22	0.35	0.58	2.37	6.25	7.81	9.35	11.34	12.84
4	0.21	0.30	0.48	0.71	1.06	3.36	7.78	9.94	11.14	13.28	14.86
5	0.41	0.55	0.83	1.15	1.61	4.35	9.24	11.07	12.83	15.09	16.75
6	0.68	0.87	1.24	1.64	2.20	5.35	10.65	12.59	14.45	16.81	18.55
7	0.99	1.24	1.69	2.17	2.83	6.35	12.02	14.07	16.01	18.48	20.28
8	1.34	1.65	2.18	2.73	3.49	7.34	13.36	15.51	17.53	20.09	21.96
9	1.73	2.09	2.70	3.33	4.17	8.34	14.68	16.92	19.02	21.67	23.59
10	2.16	2.56	3.25	3.94	4.87	9.34	15.99	18.31	20.48	23.21	25.19
11	2.60	3.05	3.82	4.57	5.58	10.34	17.28	19.68	21.92	24.72	26.76
12	3.07	3.57	4.40	5.23	6.30	11.34	18.55	21.03	23.34	26.22	28.30
13	3.57	4.11	5.01	5.89	7.04	12.34	19.81	22.36	24.74	27.69	29.82
14	4.07	4.66	5.63	6.57	7.79	13.34	21.06	23.68	26.12	29.14	31.32
15	4.60	5.23	6.27	7.26	8.55	14.34	22.31	25.00	27.49	30.58	32.80
16	5.14	5.81	6.91	7.96	9.31	15.34	23.54	26.30	28.85	32.00	34.27
17	5.70	6.41	7.56	8.67	10.09	16.34	24.77	27.59	30.19	33.41	35.72
18	6.26	7.01	8.23	9.39	10.87	17.34	25.99	28.87	31.53	34.81	37.16
19	6.84	7.63	8.81	10.12	11.65	18.34	27.20	30.14	32.85	36.19	38.58
20	7.43	8.26	9.59	10.85	12.44	19.34	28.41	31.41	34.17	37.57	40.00
21	8.03	8.90	10.28	11.59	13.24	20.34	29.62	32.67	35.48	38.93	41.40
22	8.64	9.54	10.98	12.34	14.04	21.34	30.81	33.92	36.78	40.29	42.80
23	9.26	10.20	11.69	13.09	14.85	22.34	32.01	35.17	38.08	41.64	44.18
24	9.89	10.86	12.40	13.85	15.66	23.34	33.20	36.42	39.36	42.98	45.56
25	10.52	11.52	13.12	14.61	16.47	24.34	34.28	37.65	40.65	44.31	46.93
26	11.16	12.20	13.84	15.38	17.29	25.34	35.56	38.89	41.92	45.64	48.29
27	11.81	12.88	14.57	16.15	18.11	26.34	36.74	40.11	43.19	46.96	49.65
28	12.46	13.57	15.31	16.93	18.94	27.34	37.92	41.34	44.46	48.28	50.99
29	13.12	14.26	16.05	17.71	19.77	28.34	39.09	42.56	45.72	49.59	52.34
30	13.79	14.95	16.79	18.49	20.60	29.34	40.26	43.77	46.98	50.89	53.67
40	20.71	22.16	24.43	26.51	29.05	39.34	51.81	55.76	59.34	63.69	66.77
50	27.99	29.71	32.36	34.76	37.69	49.33	63.17	67.50	71.42	76.15	79.49
60	35.53	37.48	40.48	43.19	46.46	59.33	74.40	79.08	83.30	88.38	91.95
70	43.28	45.44	48.76	51.74	55.33	69.33	85.53	90.53	95.02	100.42	104.22
80	51.17	53.54	57.15	60.39	64.28	79.33	96.58	101.88	106.63	112.33	116.32
90	59.20	61.75	65.65	69.13	73.29	89.33	107.57	113.14	118.14	124.12	128.30
100	67.33	70.06	74.22	77.93	82.36	99.33	118.50	124.34	129.56	135.81	140.17

Si k est entre 30 et 100 mais n 'est pas un multiple de 10, on utilise la table ci-haut et on fait une interpolation linéaire. Si $k > 100$ on peut grâce au théorème limite central, approximer la loi $\chi^2(k)$ par la loi $N(k, 2k)$.

Annexe III

COEFFICIENT DE MANNING-STRICKLER (KS)

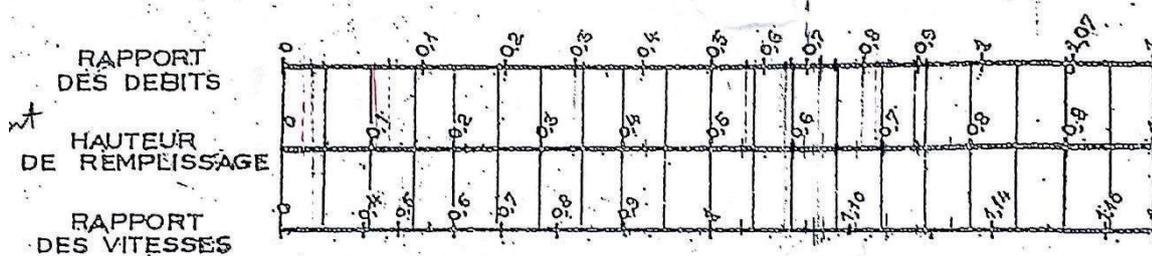
Nature des parois	KS
Fossé à parois en herbe	30
Fossé à parois en terre	40
Canal en maçonnerie	60
Conduite en béton	75
Conduite en fibre ciment	80
Conduite en fonte ou en grés	90
Conduite en PVC	100

Annexe IV

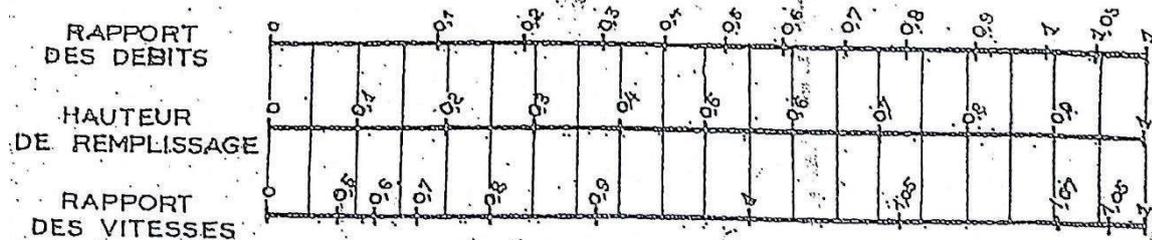
ABAQUE DE VARIATION DES DÉBITS ET DES VITESSES EN FONCTION DE L'HAUTEUR DE REMPLISSAGE (D'APRÈS LA FORMULE DE BAZIN)

VARIATIONS DES DÉBITS ET DES VITESSES EN FONCTION DE LA HAUTEUR DE REMPLISSAGE (d'après la formule de Bazin)

a) Ouvrages circulaires



b) Ouvrages ovoïdes normalisés

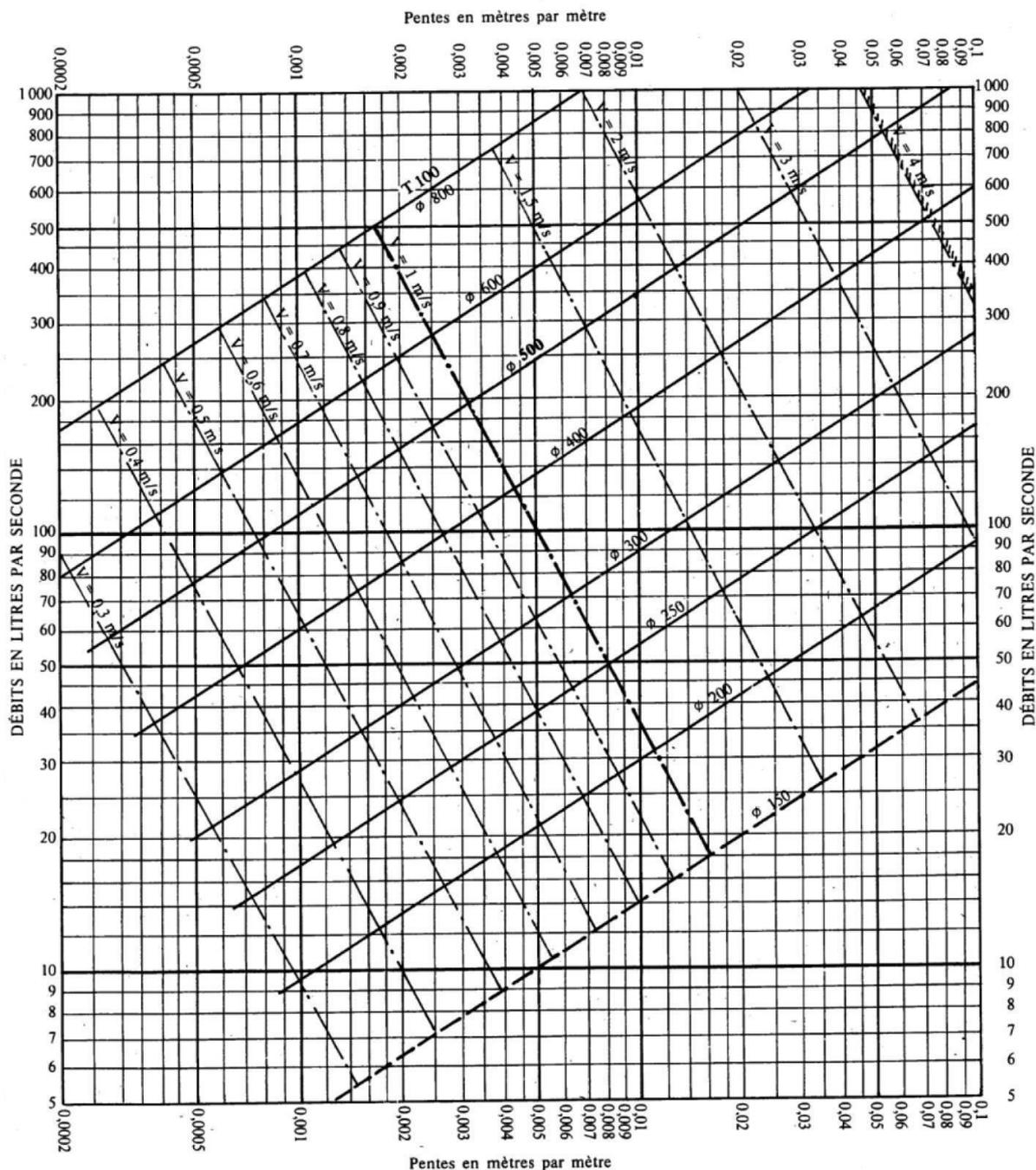


Exemple - Pour un ouvrage circulaire rempli aux $\frac{3}{10}$, le débit est les $\frac{2}{10}$ du débit à pleine section et la vitesse de l'eau est les $\frac{78}{100}$ de la vitesse correspondant au débit à pleine section

Annexe V

ABAQUE 1

RÉSEAUX D'EAUX USÉES EN SYSTÈME SÉPARATIF

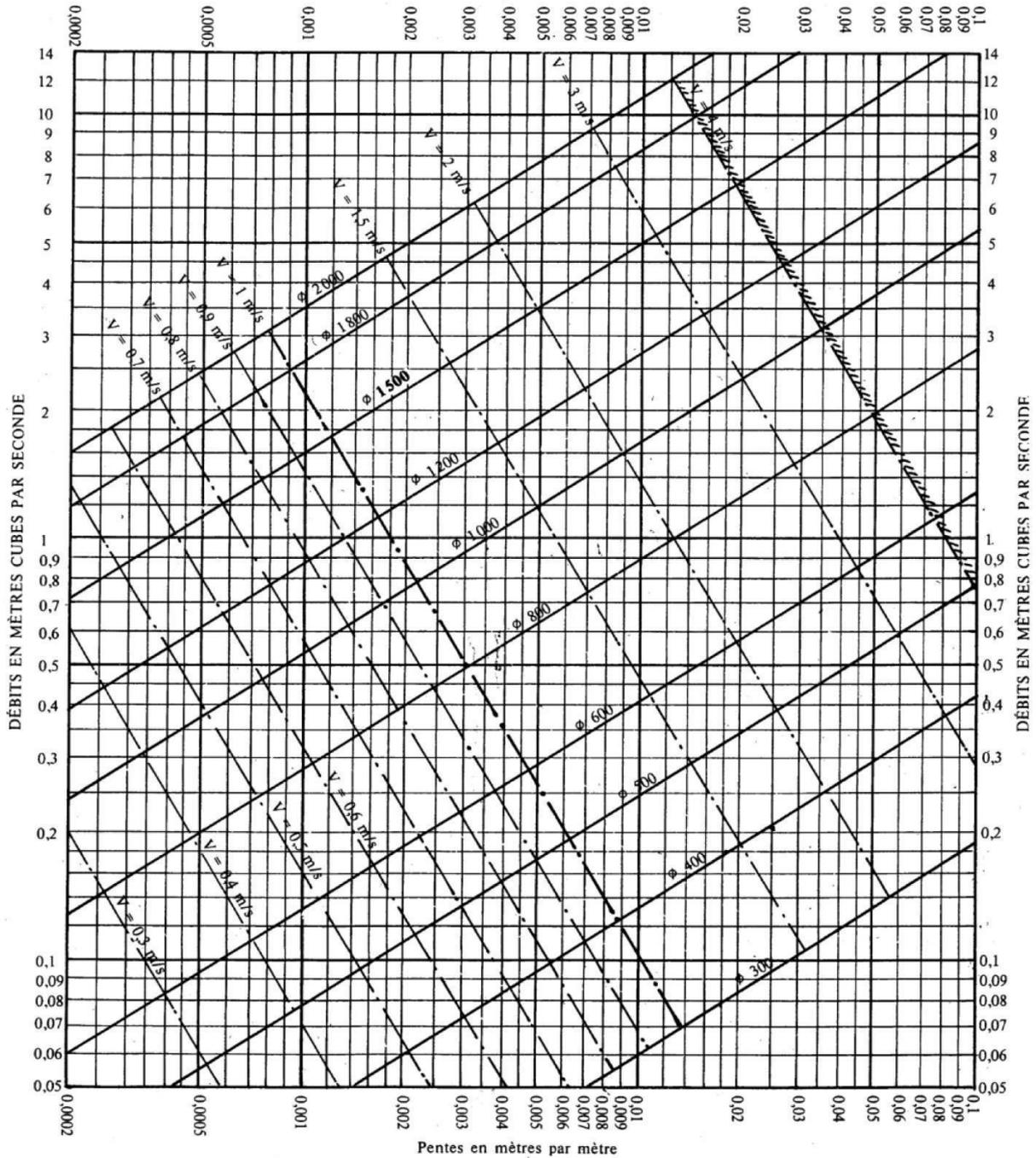


Nota. - La valeur du coefficient de Bazin a été prise égale à 0,25. Lorsque la pose des canalisations aura été particulièrement soignée, et surtout si le réseau est bien entretenu, les débits pourront être majorés de 20 % ($\gamma = 0,16$). A débit égal, les pentes pourront être réduites d'un tiers.

Annexe VI

ABAQUE 2-a

RÉSEAUX PLUVIAUX EN SYSTÈME UNITAIRE OU SÉPARATIF
(Canalisations circulaires)



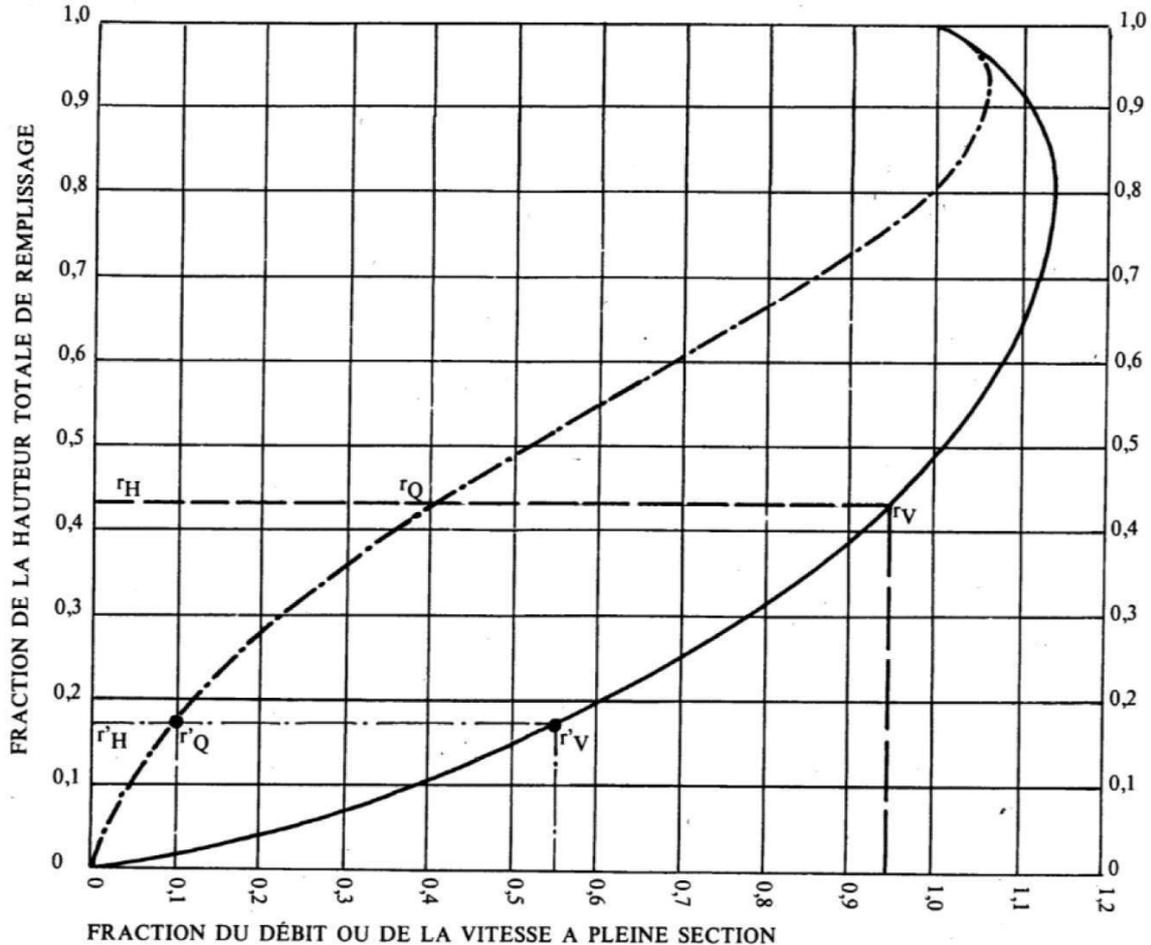
Nota. - La valeur du coefficient de Bazin a été prise égale à 0,46. Lorsque la pose des canalisations aura été particulièrement soignée, et surtout si le réseau est bien entretenu, les débits pourront être majorés de 20 % ($\gamma = 0,30$). A débit égal, les pentes pourront être réduites d'un tiers.

Annexe VII

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 VIII

Calcul hydraulique du réseau des eaux usées et des eaux pluviales

a. Réseau d'eaux usées :

Tableau V.1 : Calcul hydraulique du réseau d'eaux usées.

Tronçon	CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qeu (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	H (m)	Qps/10- Qeu	Qps/100- Qeu	Vitesse Autocurage
Collecteur A																			
R01-R02	226,17	225,85	224,67	224,35	16,58	0,0193	0,0059	84,22	300	2,471	0,175	0,034	0,466	0,125	1,150	0,037	0,012	0,004	Vérifie
R02-R03	225,85	225,17	224,35	223,65	35,01	0,0200	0,0059	83,66	300	2,515	0,178	0,033	0,462	0,124	1,163	0,037	0,012	0,004	Vérifie
R03-R04	225,17	224,58	223,65	223,06	35,00	0,0169	0,0059	86,38	300	2,309	0,163	0,036	0,477	0,129	1,102	0,039	0,010	0,004	Vérifie
R04-R05	224,58	224,06	223,06	222,53	35,00	0,0151	0,0059	88,14	300	2,188	0,155	0,038	0,486	0,132	1,064	0,040	0,010	0,004	Vérifie
R05-R06	224,06	223,54	222,53	222,01	35,00	0,0149	0,0059	88,45	300	2,168	0,153	0,039	0,488	0,133	1,058	0,040	0,009	0,004	Vérifie
R06-R07	223,54	223,27	222,01	221,78	17,78	0,0129	0,0059	90,78	300	2,023	0,143	0,041	0,500	0,137	1,011	0,041	0,008	0,004	Vérifie
R07-R08	223,27	222,75	221,78	221,24	35,00	0,0154	0,0059	87,83	300	2,209	0,156	0,038	0,485	0,131	1,071	0,039	0,010	0,004	Vérifie
R08-R09	222,75	222,03	221,24	220,53	48,30	0,0147	0,0059	88,63	300	2,156	0,152	0,039	0,489	0,133	1,054	0,040	0,009	0,004	Vérifie
R09-R10	222,03	221,51	220,53	219,36	35,02	0,0334	0,0059	75,98	300	3,252	0,230	0,026	0,419	0,111	1,364	0,033	0,017	0,004	Vérifie
R10-R11	221,51	220,99	219,36	217,67	35,04	0,0483	0,0059	70,92	300	3,908	0,276	0,021	0,390	0,102	1,525	0,031	0,022	0,003	Vérifie
R11-R12	220,99	219,48	217,67	216,58	39,38	0,0277	0,0103	96,90	300	2,959	0,209	0,049	0,529	0,149	1,565	0,045	0,011	0,008	Vérifie
R12-R13	219,48	217,88	216,58	215,61	26,32	0,0367	0,0103	91,91	300	3,407	0,241	0,043	0,505	0,139	1,722	0,042	0,014	0,008	Vérifie
R13-R14	217,88	216,29	215,61	214,74	43,71	0,0199	0,0203	132,98	300	2,509	0,177	0,114	0,655	0,229	1,643	0,069	0,003	0,019	Vérifie
R14-R15	216,29	215,08	214,74	213,55	34,99	0,0340	0,0203	120,26	300	3,281	0,232	0,088	0,615	0,199	2,017	0,060	0,003	0,018	Vérifie
R15-R16	215,08	215,00	213,55	213,51	10,90	0,0037	0,0303	211,58	300	1,086	0,077	0,395	0,934	0,437	1,014	0,131	0,023	0,030	Vérifie
R16-R17	215,00	214,84	213,51	213,34	21,78	0,0080	0,0303	183,35	300	1,591	0,112	0,270	0,855	0,352	1,360	0,106	0,019	0,029	Vérifie
R17-R18	214,84	214,57	213,34	212,41	35,01	0,0264	0,0303	146,54	300	2,891	0,204	0,148	0,704	0,260	2,034	0,078	0,010	0,028	Vérifie
R18-R19	214,57	213,99	212,41	212,33	39,69	0,0020	0,0303	237,77	300	0,795	0,056	0,539	1,023	0,520	0,813	0,156	0,025	0,030	Vérifie
R19-R20	213,99	213,48	212,33	211,96	35,51	0,0104	0,0303	174,42	300	1,817	0,128	0,236	0,822	0,328	1,494	0,098	0,017	0,029	Vérifie
R20-R21	213,48	212,82	211,96	211,30	39,35	0,0169	0,0303	159,36	300	2,312	0,163	0,185	0,758	0,290	1,751	0,087	0,014	0,029	Vérifie
R21-R22	212,82	212,23	211,30	210,74	35,00	0,0160	0,0303	161,00	300	2,250	0,159	0,191	0,765	0,294	1,720	0,088	0,014	0,029	Vérifie
R22-R23	212,23	211,65	210,74	210,14	35,01	0,0171	0,0303	159,04	300	2,324	0,164	0,184	0,756	0,289	1,757	0,087	0,014	0,029	Vérifie
R23-R24	211,65	211,13	210,14	209,61	30,64	0,0172	0,0356	168,76	300	2,335	0,165	0,216	0,799	0,313	1,865	0,094	0,019	0,034	Vérifie

R24-R25	211,13	210,55	209,61	209,05	35,00	0,0160	0,0356	171,13	300	2,250	0,159	0,224	0,809	0,319	1,819	0,096	0,020	0,034	Vérifie
R25-R26	210,55	209,95	209,05	208,42	35,01	0,0180	0,0356	167,39	300	2,386	0,169	0,211	0,793	0,310	1,891	0,093	0,019	0,034	Vérifie
R26-R27	209,95	209,25	208,42	207,72	35,01	0,0200	0,0356	164,12	300	2,515	0,178	0,201	0,778	0,302	1,958	0,090	0,018	0,034	Vérifie
R27-R28	209,25	208,77	207,72	207,25	26,32	0,0178	0,0356	167,74	300	2,373	0,168	0,213	0,794	0,311	1,884	0,093	0,019	0,034	Vérifie
R28-R29	208,77	208,12	207,25	206,61	35,01	0,0183	0,0356	166,86	300	2,406	0,170	0,210	0,790	0,308	1,902	0,093	0,019	0,034	Vérifie
R29-R30	208,12	207,49	206,61	205,99	35,01	0,0177	0,0356	167,93	300	2,366	0,167	0,213	0,795	0,311	1,881	0,093	0,019	0,034	Vérifie
R30-R31	207,49	206,85	205,99	205,32	35,01	0,0191	0,0356	165,48	300	2,460	0,174	0,205	0,784	0,305	1,930	0,091	0,018	0,034	Vérifie
R31-R32	206,85	206,27	205,32	204,76	35,00	0,0160	0,0356	171,13	300	2,250	0,159	0,224	0,809	0,319	1,819	0,096	0,020	0,034	Vérifie
R32-R33	206,27	205,76	204,76	204,24	35,00	0,0150	0,0356	173,21	300	2,178	0,154	0,232	0,817	0,324	1,780	0,097	0,020	0,034	Vérifie
R33-R34	205,76	205,32	204,24	203,78	35,00	0,0130	0,0356	177,92	300	2,028	0,143	0,249	0,836	0,337	1,694	0,101	0,021	0,034	Vérifie
R34-R35	205,32	204,93	203,78	202,43	35,03	0,0386	0,0356	145,08	300	3,494	0,247	0,144	0,698	0,257	2,439	0,077	0,011	0,033	Vérifie
R35-R36	204,93	204,56	202,43	200,74	35,04	0,0483	0,0356	139,12	300	3,908	0,276	0,129	0,676	0,243	2,641	0,073	0,008	0,033	Vérifie
R36-R37	204,56	204,08	200,74	200,67	35,00	0,0020	0,0356	252,73	300	0,795	0,056	0,634	1,059	0,573	0,842	0,172	0,030	0,035	Vérifie
R37-R38	204,08	203,61	200,67	200,60	35,00	0,0020	0,0356	252,73	300	0,795	0,056	0,634	1,059	0,573	0,842	0,172	0,030	0,035	Vérifie
R38-R39	203,61	203,14	200,60	200,53	35,00	0,0020	0,0356	252,73	300	0,795	0,056	0,634	1,059	0,573	0,842	0,172	0,030	0,035	Vérifie
R39-R40	203,14	202,79	200,53	200,46	35,00	0,0020	0,0356	252,73	300	0,795	0,056	0,634	1,059	0,573	0,842	0,172	0,030	0,035	Vérifie
R40-R41	202,79	202,63	200,46	200,39	34,20	0,0020	0,0356	252,73	300	0,795	0,056	0,634	1,059	0,573	0,842	0,172	0,030	0,035	Vérifie
R41-R42	202,63	201,36	200,39	200,06	22,51	0,0147	0,0691	222,82	300	2,159	0,153	0,453	0,971	0,473	2,096	0,142	0,054	0,068	Vérifie
R42-R43	201,36	200,94	200,06	199,44	34,97	0,0177	0,0691	215,22	300	2,368	0,167	0,413	0,945	0,449	2,239	0,135	0,052	0,067	Vérifie
R43-R44	200,94	200,17	199,44	198,66	20,81	0,0375	0,0691	187,01	300	3,444	0,243	0,284	0,867	0,362	2,986	0,109	0,045	0,067	Vérifie
R44-R45	200,17	200,17	198,66	198,14	35,00	0,0150	0,0691	222,08	300	2,178	0,154	0,449	0,968	0,470	2,109	0,141	0,054	0,068	Vérifie
R45-R46	200,17	199,41	198,14	197,88	35,00	0,0073	0,0691	254,28	300	1,518	0,107	0,645	1,061	0,579	1,611	0,174	0,058	0,068	Vérifie
R46-R47	199,41	199,32	197,88	197,76	42,45	0,0028	0,0710	306,70	400	1,145	0,144	0,494	0,996	0,495	1,141	0,198	0,057	0,070	Vérifie
R47-R48	199,32	199,52	197,76	197,66	35,00	0,0028	0,0710	306,64	400	1,146	0,144	0,493	0,996	0,495	1,142	0,198	0,057	0,070	Vérifie
R48-R49	199,52	199,72	197,66	197,49	35,00	0,0050	0,0710	275,60	300	1,258	0,089	0,799	1,112	0,676	1,399	0,203	0,062	0,070	Vérifie
R49-R50	199,72	199,92	197,49	196,96	35,00	0,0150	0,0710	224,29	300	2,178	0,154	0,461	0,976	0,477	2,126	0,143	0,056	0,069	Vérifie
R50-R160	199,92	197,44	196,96	196,15	27,19	0,0300	0,0710	196,96	300	3,080	0,218	0,326	0,895	0,392	2,758	0,118	0,049	0,069	Vérifie

Tronçon	CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qeu (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	H (m)	Qps/10- Qeu	Qps/100- Qeu	Vitesse Autocurage
Collecteur A,1																			
R63-R64	219,38	219,92	218,18	218,04	35,00	0,0040	0,0044	101,11	300	1,125	0,079	0,055	0,547	0,157	0,615	0,047	0,004	0,004	Vérifie
R64-R65	219,92	220,46	218,24	217,90	35,00	0,0040	0,0044	101,11	300	1,125	0,079	0,055	0,547	0,157	0,615	0,047	0,004	0,004	Vérifie
R65-R11	220,46	220,99	217,90	217,67	35,00	0,0070	0,0044	91,04	300	1,488	0,105	0,042	0,501	0,137	0,745	0,041	0,006	0,003	Vérifie

Tronçon	CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qeu (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	H (m)	Qps/10- Qeu	Qps/100- Qeu	Vitesse Autocurage
Collecteur A,2																			
R51-R52	221,86	220,32	219,76	218,82	35,01	0,0267	0,0085	90,89	300	2,906	0,205	0,041	0,500	0,137	1,454	0,041	0,012	0,006	Vérifie
R52-R53	220,32	220,05	218,82	218,43	35,00	0,0113	0,0085	106,74	300	1,893	0,134	0,064	0,569	0,169	1,078	0,051	0,005	0,007	Vérifie
R53-R54	220,05	219,67	218,43	217,90	40,00	0,0132	0,0085	103,77	300	2,041	0,144	0,059	0,558	0,163	1,138	0,049	0,006	0,007	Vérifie
R54-R55	219,67	219,37	217,90	217,59	35,00	0,0090	0,0085	111,45	300	1,687	0,119	0,071	0,586	0,179	0,989	0,054	0,003	0,007	Vérifie
R55-R56	219,37	219,04	217,59	217,37	35,00	0,0061	0,0085	119,99	300	1,386	0,098	0,087	0,614	0,199	0,851	0,060	0,001	0,008	Vérifie
R56-R57	219,04	218,37	217,37	216,91	35,00	0,0133	0,0085	103,65	300	2,047	0,145	0,059	0,557	0,163	1,141	0,049	0,006	0,007	Vérifie
R57-R58	218,37	217,63	216,91	216,13	35,01	0,0224	0,0085	93,92	300	2,662	0,188	0,045	0,515	0,143	1,371	0,043	0,010	0,007	Vérifie
R58-R59	217,63	217,40	216,13	215,89	43,87	0,0054	0,0085	122,83	300	1,302	0,092	0,093	0,623	0,205	0,811	0,062	0,001	0,008	Vérifie
R59-R60	217,40	217,62	215,89	215,82	35,00	0,0025	0,0100	150,49	300	0,889	0,063	0,159	0,720	0,269	0,640	0,081	0,004	0,009	Vérifie
R60-R61	217,62	217,85	215,82	215,75	35,00	0,0025	0,0100	150,49	300	0,889	0,063	0,159	0,720	0,269	0,640	0,081	0,004	0,009	Vérifie
R61-R62	217,85	218,07	215,75	215,68	35,00	0,0025	0,0100	150,49	300	0,889	0,063	0,159	0,720	0,269	0,640	0,081	0,004	0,009	Vérifie
R62-R13	218,07	217,88	215,68	215,61	32,64	0,0025	0,0100	150,49	300	0,889	0,063	0,159	0,720	0,269	0,640	0,081	0,004	0,009	Vérifie

Tronçon	CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qeu (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	H (m)	Qps/10- Qeu	Qps/100- Qeu	Vitesse Autocurage
Collecteur A,3																			
R147-R148	212,12	211,88	210,91	210,52	35,00	0,0110	0,0003	29,40	300	1,869	0,132	0,002	0,206	0,033	0,385	0,010	0,013	0,001	Vérifie
R148-R23	211,88	211,65	210,52	210,14	35,00	0,0110	0,0003	29,40	300	1,869	0,132	0,002	0,206	0,033	0,385	0,010	0,013	0,001	Vérifie

Tronçon	CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qeu (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	H (m)	Qps/10- Qeu	Qps/100- Qeu	Vitesse Autocurage
Collecteur A,4																			
R158-R159	200,62	200,01	199,12	198,48	35,01	0,0182	0,0016	51,71	300	2,399	0,170	0,009	0,286	0,069	0,686	0,021	0,015	0,0001	Vérifie
R159-R46	200,01	199,41	198,48	197,88	35,01	0,0172	0,0016	52,25	300	2,334	0,165	0,009	0,289	0,070	0,674	0,021	0,015	0,0001	Vérifie

Tronçon	CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qeu (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	H (m)	Qps/10- Qeu	Qps/100- Qeu	Vitesse Autocurage
Collecteur B																			
R66-R67	230,73	229,74	229,23	228,20	35,02	0,0294	0,0051	73,50	300	3,051	0,216	0,024	0,405	0,107	1,236	0,032	0,016	0,003	Vérifie
R67-R68	229,74	228,74	228,20	227,22	35,01	0,0280	0,0051	74,18	300	2,976	0,210	0,024	0,409	0,108	1,218	0,032	0,016	0,003	Vérifie
R68-R69	228,74	227,74	227,22	225,24	35,01	0,0280	0,0051	74,18	300	2,976	0,210	0,024	0,409	0,108	1,218	0,032	0,016	0,003	Vérifie
R69-R70	227,74	226,04	226,24	223,69	35,03	0,0443	0,0051	68,07	300	3,743	0,264	0,019	0,374	0,097	1,399	0,029	0,021	0,002	Vérifie
R70-R71	226,04	223,81	223,69	222,14	35,03	0,0443	0,0051	68,07	300	3,743	0,264	0,019	0,374	0,097	1,399	0,029	0,021	0,002	Vérifie
R71-R72	223,81	223,08	222,14	221,56	13,13	0,0443	0,0051	68,07	300	3,743	0,264	0,019	0,374	0,097	1,399	0,029	0,021	0,002	Vérifie
R72-R73	223,08	221,70	221,56	219,95	35,04	0,0460	0,0051	67,59	300	3,814	0,269	0,019	0,371	0,097	1,416	0,029	0,022	0,002	Vérifie
R73-R74	221,70	220,35	219,95	218,41	35,03	0,0440	0,0051	68,16	300	3,731	0,264	0,019	0,374	0,098	1,397	0,029	0,021	0,002	Vérifie
R74-R75	220,35	219,01	218,41	216,79	35,04	0,0462	0,0051	67,52	300	3,824	0,270	0,019	0,371	0,097	1,418	0,029	0,022	0,002	Vérifie
R75-R76	219,01	217,74	216,79	215,82	40,67	0,0239	0,0085	92,80	300	2,749	0,194	0,044	0,510	0,141	1,401	0,042	0,011	0,007	Vérifie
R76-R77	217,74	216,82	215,82	215,31	35,00	0,0144	0,0085	102,07	300	2,133	0,151	0,057	0,551	0,159	1,175	0,048	0,007	0,007	Vérifie
R77-R78	216,82	216,01	215,31	214,51	35,01	0,0230	0,0085	93,47	300	2,697	0,191	0,045	0,513	0,142	1,383	0,043	0,011	0,007	Vérifie

Tronçon	CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qeu (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	H (m)	Qps/10- Qeu	Qps/100- Qeu	Vitesse Autocurage
Collecteur B,1																			
R79-R80	218,43	218,55	217,23	217,01	35,00	0,0060	0,0034	85,62	300	1,378	0,097	0,035	0,473	0,127	0,652	0,038	0,006	0,002	Vérifie
R80-R75	218,55	219,01	217,01	216,79	35,00	0,0060	0,0034	85,62	300	1,378	0,097	0,035	0,473	0,127	0,652	0,038	0,006	0,002	Vérifie

Tronçon	CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qeu (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	H (m)	Qps/10- Qeu	Qps/100- Qeu	Vitesse Autocurage
Collecteur A'B'																			
R81-R82	216,73	216,54	215,23	215,00	35,00	0,0066	0,0015	61,31	300	1,445	0,102	0,015	0,336	0,086	0,485	0,026	0,009	0,0004	Vérifie
R82-R83	216,54	216,28	215,00	214,75	35,00	0,0070	0,0015	60,64	300	1,488	0,105	0,014	0,332	0,085	0,494	0,025	0,009	0,0004	Vérifie
R83-R78	216,28	216,01	214,75	214,51	35,00	0,0070	0,0015	60,67	300	1,485	0,105	0,014	0,332	0,085	0,494	0,025	0,009	0,0004	Vérifie
R78-R84	216,01	215,74	214,51	214,23	20,05	0,0137	0,0100	109,33	300	2,085	0,147	0,068	0,579	0,175	1,206	0,052	0,005	0,009	Vérifie
R84-R85	215,74	215,60	214,23	214,09	35,00	0,0040	0,0100	137,79	300	1,125	0,079	0,126	0,671	0,240	0,755	0,072	0,002	0,009	Vérifie
R85-R86	215,60	215,34	214,09	213,81	35,00	0,0080	0,0100	121,00	300	1,591	0,112	0,089	0,617	0,201	0,982	0,060	0,001	0,009	Vérifie
R86-R15	215,34	215,08	213,81	213,55	35,00	0,0076	0,0100	122,31	300	1,546	0,109	0,092	0,621	0,204	0,960	0,061	0,001	0,009	Vérifie

Tronçon	CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qeu (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	H (m)	Qps/10- Qeu	Qps/100- Qeu	Vitesse Autocurage
Collecteur C																			
R87-R88	214,36	213,45	212,86	211,92	35,01	0,0270	0,0009	39,77	300	2,922	0,206	0,005	0,236	0,048	0,690	0,015	0,020	0,001	Vérifie
R88-R89	213,45	212,59	211,92	210,35	35,03	0,0447	0,0009	36,18	300	3,761	0,266	0,004	0,224	0,043	0,843	0,013	0,026	0,002	Vérifie
R89-R90	212,59	211,92	210,35	209,81	26,84	0,0200	0,0014	49,33	300	2,515	0,178	0,008	0,275	0,065	0,691	0,020	0,016	0,00038	Vérifie
R90-R91	211,92	211,06	209,81	209,55	35,00	0,0074	0,0014	59,42	300	1,531	0,108	0,013	0,326	0,083	0,498	0,025	0,009	0,00032	Vérifie
R91-R92	211,06	210,32	209,55	208,20	35,03	0,0387	0,0014	43,59	300	3,498	0,247	0,006	0,250	0,055	0,876	0,017	0,023	0,001	Vérifie
R92-R93	210,32	210,07	208,20	207,84	21,25	0,0169	0,0049	80,76	300	2,312	0,163	0,030	0,447	0,119	1,032	0,036	0,011	0,003	Vérifie
R93-R94	210,07	209,65	207,84	207,63	35,00	0,0060	0,0049	98,07	300	1,378	0,097	0,051	0,534	0,151	0,736	0,045	0,005	0,004	Vérifie
R94-R95	209,65	209,23	207,63	207,42	35,00	0,0060	0,0049	98,07	300	1,378	0,097	0,051	0,534	0,151	0,736	0,045	0,005	0,004	Vérifie
R95-R96	209,23	208,81	207,42	207,21	35,00	0,0060	0,0049	98,07	300	1,378	0,097	0,051	0,534	0,151	0,736	0,045	0,005	0,004	Vérifie
R96-R97	208,81	208,45	207,21	206,94	28,41	0,0120	0,0049	86,12	300	1,948	0,138	0,036	0,476	0,128	0,927	0,038	0,009	0,004	Vérifie
R97-R98	208,45	207,86	206,94	206,35	35,01	0,0170	0,0049	80,67	300	2,319	0,164	0,030	0,446	0,119	1,034	0,036	0,011	0,003	Vérifie
R98-R99	207,86	207,20	206,35	205,68	35,01	0,0190	0,0049	79,01	300	2,451	0,173	0,029	0,437	0,116	1,070	0,035	0,012	0,003	Vérifie
R99-R100	207,20	206,54	205,68	205,02	35,01	0,0190	0,0049	79,01	300	2,451	0,173	0,029	0,437	0,116	1,070	0,035	0,012	0,003	Vérifie
R100-R101	206,54	205,65	205,02	204,12	47,22	0,0189	0,0091	99,59	300	2,445	0,173	0,053	0,541	0,154	1,322	0,046	0,008	0,007	Vérifie
R101-R102	205,65	204,99	204,12	203,46	35,01	0,0190	0,0091	99,49	300	2,451	0,173	0,053	0,540	0,154	1,324	0,046	0,008	0,007	Vérifie
R102-R152	204,99	204,33	203,46	202,82	35,01	0,0182	0,0091	100,29	300	2,400	0,170	0,054	0,543	0,156	1,304	0,047	0,008	0,007	Vérifie

Tronçon	CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qeu (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	H (m)	Qps/10- Qeu	Qps/100- Qeu	Vitesse Autocurage
Collecteur C,1																			
R103-R104	211,99	212,29	210,79	210,57	35,00	0,0063	0,0005	41,16	300	1,410	0,100	0,005	0,241	0,051	0,340	0,015	0,009	0,0005	Vérifie
R104-R89	212,29	212,59	210,57	210,35	35,00	0,0063	0,0005	41,16	300	1,410	0,100	0,005	0,241	0,051	0,340	0,015	0,009	0,0005	Vérifie

Tronçon	CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qeu (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	H (m)	Qps/10- Qeu	Qps/100- Qeu	Vitesse Autocurage
Collecteur C,2																			
R105-R106	209,84	210,08	208,64	208,42	35,00	0,0063	0,0035	85,39	300	1,410	0,100	0,035	0,472	0,127	0,665	0,038	0,006	0,003	Vérifie
R106-R92	210,08	210,32	208,42	208,20	35,00	0,0063	0,0035	85,39	300	1,410	0,100	0,035	0,472	0,127	0,665	0,038	0,006	0,003	Vérifie

Tronçon	CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qeu (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	H (m)	Qps/10- Qeu	Qps/100- Qeu	Vitesse Autocurage
Collecteur C,3																			
R107-R108	207,12	206,83	205,62	205,30	35,00	0,0091	0,0042	85,24	300	1,701	0,120	0,035	0,471	0,127	0,801	0,038	0,008	0,003	Vérifie
R108-R100	206,83	206,54	205,30	205,02	35,00	0,0081	0,0042	87,11	300	1,605	0,113	0,037	0,481	0,130	0,772	0,039	0,007	0,003	Vérifie

Tronçon	CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qeu (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	H (m)	Qps/10- Qeu	Qps/100- Qeu	Vitesse Autocurage
Collecteur D																			
R109-R110	212,76	211,73	211,26	210,19	35,02	0,0306	0,0009	37,66	300	3,110	0,220	0,004	0,229	0,045	0,712	0,013	0,021	0,001	Vérifie
R110-R111	211,73	211,03	210,19	208,92	35,02	0,0363	0,0009	36,47	300	3,388	0,239	0,004	0,225	0,043	0,762	0,013	0,023	0,002	Vérifie
R111-R112	211,03	210,67	208,92	208,68	19,00	0,0125	0,0016	56,12	300	1,988	0,140	0,011	0,308	0,077	0,613	0,023	0,012	0,0002	Vérifie
R112-R113	210,67	210,00	208,68	208,47	35,00	0,0060	0,0016	64,40	300	1,378	0,097	0,017	0,353	0,091	0,486	0,027	0,008	0,001	Vérifie
R113-R114	210,00	209,30	208,47	207,77	35,01	0,0200	0,0016	51,38	300	2,515	0,178	0,009	0,284	0,069	0,716	0,021	0,016	0,0002	Vérifie
R114-R115	209,30	208,56	207,77	207,04	35,01	0,0209	0,0016	50,95	300	2,573	0,182	0,009	0,282	0,068	0,727	0,020	0,017	0,0002	Vérifie
R115-R116	208,56	207,92	207,04	206,41	28,41	0,0221	0,0017	51,45	300	2,643	0,187	0,009	0,285	0,069	0,753	0,021	0,017	0,0002	Vérifie
R116-R117	207,92	207,13	206,41	205,61	35,01	0,0230	0,0017	51,06	300	2,697	0,191	0,009	0,283	0,068	0,763	0,020	0,017	0,0002	Vérifie
R117-R118	207,13	206,38	205,61	204,87	35,01	0,0210	0,0017	51,94	300	2,577	0,182	0,009	0,287	0,070	0,740	0,021	0,017	0,0002	Vérifie
R118-R119	206,38	205,66	204,87	204,13	35,01	0,0212	0,0017	51,84	300	2,590	0,183	0,009	0,287	0,070	0,743	0,021	0,017	0,0002	Vérifie
R119-R120	205,66	205,19	204,13	203,67	24,55	0,0188	0,0021	57,21	300	2,438	0,172	0,012	0,314	0,079	0,765	0,024	0,015	0,0002	Vérifie
R120-R121	205,19	204,52	203,67	203,00	35,01	0,0190	0,0021	57,10	300	2,451	0,173	0,012	0,313	0,079	0,768	0,024	0,015	0,0002	Vérifie
R121-R122	204,52	203,86	203,00	202,34	35,01	0,0190	0,0021	57,10	300	2,451	0,173	0,012	0,313	0,079	0,768	0,024	0,015	0,0002	Vérifie
R122-R155	203,86	203,20	202,34	201,67	35,01	0,0191	0,0021	57,04	300	2,458	0,174	0,012	0,313	0,079	0,769	0,024	0,015	0,0002	Vérifie

Tronçon	CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qeu (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	H (m)	Qps/10- Qeu	Qps/100- Qeu	Vitesse Autocurage
Collecteur D,1																			
R127-R128	210,56	210,79	209,06	208,99	35,00	0,0060	0,0004	38,48	300	1,378	0,097	0,004	0,232	0,046	0,319	0,014	0,009	0,001	Vérifie
R128-R111	210,79	211,03	208,99	208,92	35,00	0,0070	0,0004	37,38	300	1,488	0,105	0,004	0,228	0,045	0,339	0,013	0,010	0,001	Vérifie

Tronçon	CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qeu (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	H (m)	Qps/10- Qeu	Qps/100- Qeu	Vitesse Autocurage
Collecteur D,2																			
R129-R130	211,50	211,26	210,00	209,76	35,00	0,0069	0,0003	34,77	300	1,473	0,104	0,003	0,220	0,040	0,324	0,012	0,010	0,001	Vérifie
R130-R111	211,26	211,03	209,76	208,92	35,01	0,0240	0,0003	27,49	300	2,755	0,195	0,002	0,202	0,030	0,556	0,009	0,019	0,002	Vérifie

Tronçon	CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qeu (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	H (m)	Qps/10- Qeu	Qps/100- Qeu	Vitesse Autocurage
Collecteur D,3																			
R123-R124	208,72	208,64	207,52	207,28	35,00	0,0100	0,0001	19,67	300	1,778	0,126	0,001	0,189	0,024	0,336	0,007	0,012	0,001	Vérifie
R124-R115	208,64	208,56	207,28	207,04	35,00	0,0100	0,0001	19,67	300	1,778	0,126	0,001	0,189	0,024	0,336	0,007	0,012	0,001	Vérifie

Tronçon	CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qeu (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	H (m)	Qps/10- Qeu	Qps/100- Qeu	Vitesse Autocurage
Collecteur D,4																			
R125-R126	206,24	205,94	204,74	204,41	35,00	0,0094	0,0004	34,42	300	1,727	0,122	0,003	0,219	0,040	0,378	0,012	0,012	0,001	Vérifie
R126-R119	205,94	205,66	204,41	204,13	35,00	0,0080	0,0004	35,50	300	1,591	0,112	0,003	0,222	0,042	0,353	0,012	0,011	0,001	Vérifie

Tronçon	CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qeu (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	H (m)	Qps/10- Qeu	Qps/100- Qeu	Vitesse Autocurage
Collecteur E																			
R131-R132	210,28	209,35	208,78	207,84	35,01	0,0270	0,0002	24,01	300	2,922	0,206	0,001	0,195	0,027	0,571	0,008	0,020	0,002	Vérifie
R132-R133	209,35	208,42	207,84	206,81	35,02	0,0293	0,0002	23,64	300	3,043	0,215	0,001	0,195	0,027	0,592	0,008	0,021	0,002	Vérifie
R133-R134	208,42	207,66	206,81	206,16	28,41	0,0229	0,0009	40,87	300	2,690	0,190	0,005	0,240	0,050	0,646	0,015	0,018	0,001	Vérifie
R134-R135	207,66	206,74	206,16	205,26	35,01	0,0258	0,0009	39,98	300	2,854	0,202	0,005	0,237	0,049	0,676	0,015	0,019	0,001	Vérifie
R135-R136	206,74	205,91	205,26	204,28	35,01	0,0280	0,0009	39,36	300	2,976	0,210	0,004	0,235	0,048	0,698	0,014	0,020	0,001	Vérifie
R136-R137	205,91	205,17	204,28	203,58	35,01	0,0200	0,0009	41,93	300	2,513	0,178	0,005	0,244	0,052	0,613	0,016	0,017	0,001	Vérifie
R137-R138	205,17	204,52	203,58	203,02	35,66	0,0158	0,0132	118,22	300	2,235	0,158	0,084	0,609	0,195	1,360	0,058	0,003	0,012	Vérifie
R138-R139	204,52	203,89	203,02	202,39	35,01	0,0180	0,0132	115,37	300	2,386	0,169	0,078	0,599	0,188	1,430	0,056	0,004	0,012	Vérifie
R139-R140	203,89	203,26	202,39	201,76	35,01	0,0180	0,0132	115,37	300	2,386	0,169	0,078	0,599	0,188	1,430	0,056	0,004	0,012	Vérifie
R140-R41	203,26	202,63	201,76	200,39	35,03	0,0390	0,0132	99,80	300	3,512	0,248	0,053	0,541	0,155	1,902	0,046	0,012	0,011	Vérifie

Tronçon	CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qeu (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	H (m)	Qps/10- Qeu	Qps/100- Qeu	Vitesse Autocurage
Collecteur E,1																			
R141-R142	208,49	208,41	207,27	207,06	35,00	0,0060	0,0003	36,13	300	1,378	0,097	0,004	0,224	0,043	0,309	0,013	0,009	0,001	Vérifie
R142-R133	208,41	208,42	207,06	206,81	35,00	0,0060	0,0003	36,13	300	1,378	0,097	0,004	0,224	0,043	0,309	0,013	0,009	0,001	Vérifie

Tronçon	CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qeu (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	H (m)	Qps/10- Qeu	Qps/100- Qeu	Vitesse Autocurage
Collecteur E,2																			
R143-R144	205,44	205,18	203,94	203,68	35,00	0,0074	0,0014	58,01	300	1,533	0,108	0,013	0,318	0,080	0,487	0,024	0,009	0,0003	Vérifie
R144-R137	205,18	205,17	203,68	203,58	35,00	0,0029	0,0014	69,40	300	0,950	0,067	0,020	0,382	0,100	0,363	0,030	0,005	0,001	Vérifie

Tronçon	CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qeu (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	H (m)	Qps/10- Qeu	Qps/100- Qeu	Vitesse Autocurage
Collecteur E,3																			
R145-R146	205,99	205,47	204,69	204,17	35,00	0,0149	0,0035	72,68	300	2,168	0,153	0,023	0,400	0,105	0,868	0,032	0,012	0,002	Vérifie
R146-R137	205,47	205,17	204,17	203,58	35,00	0,0169	0,0035	70,98	300	2,309	0,163	0,021	0,391	0,102	0,902	0,031	0,013	0,002	Vérifie

Tronçon	CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qeu (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	H (m)	Qps/10- Qeu	Qps/100- Qeu	Vitesse Autocurage
Collecteur C'D'E'																			
R149-R150	205,21	204,87	203,71	203,35	24,99	0,0144	0,0035	72,83	300	2,134	0,151	0,023	0,401	0,105	0,857	0,032	0,012	0,002	Vérifie
R150-R151	204,87	204,71	203,35	203,21	35,00	0,0040	0,0035	92,60	300	1,125	0,079	0,044	0,509	0,140	0,572	0,042	0,004	0,003	Vérifie
R151-R152	204,71	204,33	203,21	202,82	35,15	0,0111	0,0035	76,48	300	1,873	0,132	0,026	0,422	0,112	0,791	0,033	0,010	0,002	Vérifie
R152-R153	204,33	203,95	202,82	202,43	36,02	0,0108	0,0129	125,73	300	1,851	0,131	0,099	0,632	0,212	1,170	0,064	0,000	0,012	Vérifie
R153-R154	203,95	203,57	202,43	202,07	35,00	0,0103	0,0129	126,95	300	1,804	0,127	0,101	0,636	0,215	1,147	0,064	0,000	0,012	Vérifie
R154-R155	203,57	203,20	202,07	201,67	35,00	0,0114	0,0129	124,47	300	1,901	0,134	0,096	0,628	0,209	1,194	0,063	0,001	0,012	Vérifie
R155-R156	203,20	202,83	201,67	201,32	32,91	0,0106	0,0168	139,44	300	1,834	0,130	0,130	0,677	0,244	1,242	0,073	0,004	0,016	Vérifie
R156-R157	202,83	202,68	201,32	200,88	28,09	0,0157	0,0168	129,62	300	2,228	0,157	0,107	0,644	0,221	1,435	0,066	0,001	0,015	Vérifie
R157-R41	202,68	202,63	200,88	200,39	35,00	0,0139	0,0168	132,56	300	2,099	0,148	0,114	0,654	0,228	1,372	0,068	0,002	0,015	Vérifie

b. Réseau d'eaux pluviales :

Tableau V.2 : Calcul hydraulique du réseau d'eaux pluviales.

Tronçon	CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qpl (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	H (m)	Qps/10- Qpl	Qps/100- Qpl	Vitesse Autocurage
Collecteur A																			
R1-R2	233,15	232,11	231,65	230,53	35,02	0,0320	0,2050	289,61	300	3,18	0,225	0,91	1,139	0,74	3,624	0,223	0,02	0,002	Vérifie
R2-R3	232,11	231,06	230,53	229,41	35,02	0,0320	0,2050	289,61	300	3,18	0,22	0,91	1,139	0,74	3,624	0,223	0,02	0,002	Vérifie
R3-R4	231,06	229,85	229,41	228,29	35,02	0,0320	0,2050	289,61	300	3,18	0,22	0,91	1,139	0,74	3,624	0,223	0,02	0,002	Vérifie
R4-R5	229,85	228,25	228,29	226,69	35,04	0,0457	0,2050	270,88	300	3,80	0,27	0,76	1,098	0,65	4,174	0,196	0,03	0,003	Vérifie
R5-R6	228,25	226,36	226,69	225,09	35,04	0,0457	0,2050	270,88	300	3,80	0,27	0,76	1,098	0,65	4,174	0,196	0,03	0,003	Vérifie
R6-R7	226,36	225,25	225,09	223,51	52,78	0,0299	0,4863	405,50	500	4,32	0,85	0,57	1,038	0,54	4,490	0,269	0,08	0,008	Vérifie
R7-R8	225,25	223,70	223,51	222,48	35,02	0,0295	0,4863	406,56	500	4,29	0,84	0,58	1,040	0,54	4,465	0,270	0,08	0,008	Vérifie
R8-R9	223,70	224,14	222,48	222,40	35,00	0,0040	0,4863	591,31	600	1,79	0,50	0,96	1,140	0,78	2,035	0,467	0,05	0,005	Vérifie
R9-R10	224,14	223,62	222,40	222,33	35,00	0,0040	0,4863	591,31	600	1,79	0,50	0,96	1,140	0,78	2,035	0,467	0,05	0,005	Vérifie
R10-R11	223,62	222,84	222,33	221,59	52,51	0,0141	0,5493	488,76	500	2,97	0,58	0,94	1,139	0,76	3,382	0,382	0,06	0,006	Vérifie
R11-R12	222,84	222,13	221,59	220,13	47,92	0,0305	0,6123	440,53	500	4,36	0,86	0,71	1,081	0,62	4,716	0,311	0,09	0,009	Vérifie
R12-R13	222,13	221,61	220,13	219,11	35,01	0,0291	0,6123	444,25	500	4,27	0,84	0,73	1,086	0,63	4,634	0,316	0,08	0,008	Vérifie
R13-R14	221,61	221,08	219,11	217,54	35,02	0,0450	0,6123	426,99	500	5,30	1,04	0,59	1,044	0,55	5,538	0,274	0,10	0,010	Vérifie
R14-R15	221,08	219,78	217,54	216,79	35,48	0,0211	0,6753	458,37	500	3,63	0,71	0,95	1,139	0,77	4,139	0,383	0,07	0,007	Vérifie
R15-R16	219,78	218,19	216,79	215,74	35,02	0,0300	0,6753	458,37	500	4,33	0,85	0,79	1,110	0,67	4,808	0,337	0,08	0,008	Vérifie
R16-R17	218,19	216,59	215,74	214,83	35,01	0,0260	0,6753	470,83	500	4,03	0,79	0,85	1,131	0,71	4,559	0,355	0,08	0,008	Vérifie
R17-R18	216,59	215,20	214,83	213,44	35,03	0,0397	0,6753	434,88	500	4,98	0,98	0,69	1,073	0,61	5,348	0,304	0,10	0,010	Vérifie
R18-R19	215,20	214,92	213,44	213,12	35,97	0,0090	0,0953	275,59	300	1,69	0,12	0,80	1,112	0,68	1,877	0,203	0,01	0,001	Vérifie
R19-R20	214,92	214,66	213,12	212,67	35,00	0,0100	0,0953	270,20	300	1,78	0,13	0,76	1,096	0,65	1,949	0,195	0,01	0,001	Vérifie
R20-R21	214,66	213,85	212,67	212,35	48,24	0,0100	0,0953	270,20	300	1,78	0,13	0,76	1,096	0,65	1,949	0,195	0,01	0,001	Vérifie
R21-R26	213,85	213,41	212,35	212,18	34,80	0,0102	0,0953	269,05	300	1,80	0,13	0,75	1,093	0,64	1,965	0,193	0,01	0,001	Vérifie
R26-R27	213,41	212,82	212,18	211,59	38,50	0,0300	0,1748	276,12	300	3,08	0,22	0,80	1,114	0,68	3,431	0,204	0,02	0,002	Vérifie
R27-R28	212,82	212,19	211,59	210,94	35,01	0,0200	0,1748	297,93	300	2,52	0,18	0,98	1,141	0,79	2,870	0,238	0,02	0,002	Vérifie

R28-R29	212,19	211,55	210,94	209,76	35,02	0,0283	0,1748	279,16	300	2,99	0,21	0,83	1,123	0,69	3,359	0,208	0,02	0,002	Vérifie
R29-R30	211,55	210,99	209,76	209,18	31,00	0,0100	0,4006	463,03	500	2,50	0,49	0,82	1,119	0,69	2,797	0,344	0,05	0,005	Vérifie
R30-R31	210,99	210,35	209,18	208,53	35,01	0,0122	0,4006	446,36	500	2,76	0,54	0,74	1,089	0,64	3,003	0,319	0,05	0,005	Vérifie
R31-R32	210,35	209,71	208,53	207,88	35,01	0,0200	0,4006	406,60	500	3,54	0,69	0,58	1,040	0,54	3,677	0,270	0,07	0,007	Vérifie
R32-R33	209,71	209,32	207,88	207,32	35,00	0,0217	0,4006	400,43	500	3,68	0,72	0,55	1,030	0,53	3,793	0,264	0,07	0,007	Vérifie
R33-R34	209,32	208,70	207,32	207,15	33,80	0,0080	0,4294	495,55	500	2,24	0,44	0,98	1,140	0,79	2,550	0,395	0,04	0,004	Vérifie
R34-R35	208,70	208,06	207,15	206,76	35,00	0,0100	0,4294	475,25	500	2,50	0,49	0,88	1,136	0,72	2,839	0,361	0,05	0,005	Vérifie
R35-R36	208,06	207,15	206,76	205,50	35,02	0,0273	0,4294	393,76	400	3,56	0,45	0,96	1,139	0,78	4,054	0,310	0,04	0,004	Vérifie
R36-R37	207,15	206,79	205,50	204,18	35,02	0,0229	0,4294	406,87	500	3,78	0,74	0,58	1,040	0,54	3,936	0,271	0,07	0,007	Vérifie
R37-R38	206,79	206,41	204,18	203,91	22,94	0,0080	0,4897	520,62	600	2,53	0,71	0,69	1,072	0,60	2,707	0,363	0,07	0,007	Vérifie
R38-R39	206,41	205,89	203,91	203,39	35,00	0,0080	0,4897	520,62	600	2,53	0,71	0,69	1,072	0,60	2,707	0,363	0,07	0,007	Vérifie
R39-R40	205,89	205,39	203,39	202,89	35,00	0,0080	0,4897	520,62	600	2,53	0,71	0,69	1,072	0,60	2,707	0,363	0,07	0,007	Vérifie
R40-R41	205,39	204,94	202,89	202,44	35,00	0,0145	0,4897	465,87	500	3,01	0,59	0,83	1,124	0,70	3,379	0,348	0,06	0,006	Vérifie
R41-R46	204,94	204,16	202,44	201,18	39,66	0,0197	0,4897	439,77	500	3,51	0,69	0,71	1,080	0,62	3,786	0,310	0,07	0,007	Vérifie

Tronçon	CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qpl (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	H (m)	Qps/10-Qpl	Qps/100-Qpl	Vitesse Autocurage
Collecteur A,1																			
R67-R68	226,49	225,39	225,29	223,89	35,03	0,0400	0,0630	178,44	300	3,56	0,25	0,25	0,838	0,34	2,979	0,101	0,03	0,003	Vérifie
R68-R69	225,39	223,86	223,89	222,66	35,02	0,0351	0,0630	182,82	300	3,33	0,24	0,27	0,853	0,35	2,845	0,105	0,02	0,002	Vérifie
R69-R10	223,86	223,62	222,66	222,33	35,00	0,0094	0,0630	233,97	300	1,73	0,12	0,52	1,010	0,51	1,744	0,152	0,01	0,001	Vérifie

Tronçon	CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qpl (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	H (m)	Qps/10-Qpl	Qps/100-Qpl	Vitesse Autocurage
Collecteur A,2																			
R70-R71	223,84	223,93	222,64	222,29	35,00	0,0100	0,0630	231,40	300	1,78	0,13	0,50	1,001	0,50	1,781	0,150	0,01	0,001	Vérifie
R71-R72	223,93	223,74	222,29	221,94	35,00	0,0100	0,0630	231,40	300	1,78	0,13	0,50	1,001	0,50	1,781	0,150	0,01	0,001	Vérifie
R72-R11	223,74	222,84	221,94	221,59	35,00	0,0100	0,0630	231,40	300	1,78	0,13	0,50	1,001	0,50	1,781	0,150	0,01	0,001	Vérifie

Tronçon	CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qpl (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	H (m)	Qps/10- Qpl	Qps/100- Qpl	Vitesse Autocurage
Collecteur A,3																			
R73-R74	219,26	219,80	218,06	217,89	35,00	0,0500	0,0630	171,12	300	3,98	0,28	0,22	0,809	0,32	3,215	0,096	0,03	0,003	Vérifie
R74-R75	219,80	220,34	217,89	217,71	35,00	0,0500	0,0630	171,12	300	3,98	0,28	0,22	0,809	0,32	3,215	0,096	0,03	0,003	Vérifie
R75-R14	220,34	221,08	217,71	217,54	35,00	0,0500	0,0630	171,12	300	3,98	0,28	0,22	0,809	0,32	3,215	0,096	0,03	0,003	Vérifie

Tronçon	CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qpl (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	H (m)	Qps/10- Qpl	Qps/100- Qpl	Vitesse Autocurage
Collecteur A,4																			
R22-R23	214,96	214,58	213,76	213,37	35,00	0,0111	0,0954	264,95	300	1,88	0,13	0,72	1,082	0,63	2,031	0,188	0,01	0,001	Vérifie
R23-R24	214,58	214,19	213,37	212,98	35,00	0,0111	0,0954	264,95	300	1,88	0,13	0,72	1,082	0,63	2,031	0,188	0,01	0,001	Vérifie
R24-R25	214,19	214,16	212,98	212,59	35,00	0,0111	0,0954	264,95	300	1,88	0,13	0,72	1,082	0,63	2,031	0,188	0,01	0,001	Vérifie
R25-R26	214,16	213,41	212,59	212,18	35,00	0,0119	0,0954	261,69	300	1,94	0,14	0,70	1,075	0,61	2,085	0,183	0,01	0,001	Vérifie

Tronçon	CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qpl (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	H (m)	Qps/10- Qpl	Qps/100- Qpl	Vitesse Autocurage
Collecteur A,5																			
R90-R91	211,10	211,34	209,90	209,83	35,00	0,0090	0,0468	211,06	300	1,69	0,12	0,39	0,933	0,44	1,574	0,131	0,01	0,001	Vérifie
R91-R29	211,34	211,55	209,83	209,76	35,00	0,0090	0,0468	211,06	300	1,69	0,12	0,39	0,933	0,44	1,574	0,131	0,01	0,001	Vérifie

Tronçon	CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qpl (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	H (m)	Qps/10- Qpl	Qps/100- Qpl	Vitesse Autocurage
Collecteur A,6																			
R92-R33	208,59	209,32	207,39	207,32	35,00	0,0090	0,0288	175,98	300	1,69	0,12	0,24	0,828	0,33	1,397	0,100	0,01	0,001	Vérifie

Tronçon	CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qpl (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	H (m)	Qps/10- Qpl	Qps/100- Qpl	Vitesse Autocurage
Collecteur A,7																			
R93-R94	205,52	206,05	204,32	204,25	35,00	0,0100	0,0604	227,76	300	1,78	0,13	0,48	0,988	0,49	1,758	0,146	0,01	0,001	Vérifie
R94-R37	206,05	206,79	204,25	204,18	35,00	0,0100	0,0604	227,76	300	1,78	0,13	0,48	0,988	0,49	1,758	0,146	0,01	0,001	Vérifie

Tronçon	CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qpl (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	H (m)	Qps/10- Qpl	Qps/100- Qpl	Vitesse Autocurage
Collecteur A,8																			
R42-R43	202,66	203,00	201,46	201,39	34,51	0,0080	0,1228	309,87	400	1,93	0,24	0,51	1,005	0,50	1,936	0,201	0,02	0,002	Vérifie
R43-R44	203,00	203,45	201,39	201,32	35,36	0,0080	0,1228	309,87	400	1,93	0,24	0,51	1,005	0,50	1,936	0,201	0,02	0,002	Vérifie
R44-R45	203,45	203,92	201,32	201,25	34,12	0,0080	0,1228	309,87	400	1,93	0,24	0,51	1,005	0,50	1,936	0,201	0,02	0,002	Vérifie
R45-R46	203,92	204,16	201,25	201,18	35,93	0,0080	0,1228	309,87	400	1,93	0,24	0,51	1,005	0,50	1,936	0,201	0,02	0,002	Vérifie

Tronçon	CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qpl (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	H (m)	Qps/10- Qpl	Qps/100- Qpl	Vitesse Autocurage
Collecteur B																			
R47-R48	230,11	229,11	228,91	227,60	35,02	0,0375	0,2619	308,17	400	4,17	0,52	0,50	1,000	0,50	4,173	0,199	0,05	0,005	Vérifie
R48-R49	229,11	228,11	227,60	226,21	35,03	0,0396	0,2619	304,97	400	4,29	0,54	0,49	0,992	0,49	4,254	0,196	0,05	0,005	Vérifie
R49-R50	228,11	226,94	226,21	224,62	35,04	0,0455	0,2619	297,17	300	3,79	0,27	0,98	1,140	0,79	4,327	0,237	0,03	0,003	Vérifie
R50-R51	226,94	223,83	224,62	222,22	49,21	0,0488	0,2619	293,35	300	3,93	0,28	0,94	1,139	0,76	4,475	0,229	0,03	0,003	Vérifie
R51-R52	223,83	221,69	222,22	219,84	48,12	0,0495	0,3103	311,69	400	4,80	0,60	0,52	1,009	0,51	4,840	0,203	0,06	0,006	Vérifie
R52-R53	221,69	220,34	219,84	218,34	35,03	0,0428	0,3103	320,31	400	4,46	0,56	0,55	1,030	0,53	4,592	0,211	0,06	0,006	Vérifie
R53-R54	220,34	219,00	218,34	217,04	35,02	0,0371	0,3103	328,98	400	4,15	0,52	0,59	1,047	0,55	4,346	0,220	0,05	0,005	Vérifie
R54-R55	219,00	217,82	217,04	215,95	37,00	0,0294	0,3587	362,92	400	3,69	0,46	0,77	1,102	0,66	4,070	0,264	0,05	0,005	Vérifie
R55-R56	217,82	216,87	215,95	215,27	35,01	0,0196	0,3587	391,44	400	3,02	0,38	0,95	1,139	0,77	3,440	0,306	0,04	0,004	Vérifie
R56-R57	216,87	216,12	215,27	214,89	35,00	0,0130	0,3587	527,53	600	3,22	0,91	0,39	0,934	0,44	3,008	0,262	0,09	0,009	Vérifie

Tronçon	CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qpl (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	H (m)	Qps/10- Qpl	Qps/100- Qpl	Vitesse Autocurage
Collecteur B,1																			
R63-R64	223,56	223,67	222,36	222,29	35,00	0,0090	0,0484	213,79	300	1,69	0,12	0,41	0,941	0,44	1,588	0,133	0,01	0,001	Vérifie
R64-R51	223,67	223,83	222,29	222,22	35,00	0,0090	0,0484	213,79	300	1,69	0,12	0,41	0,941	0,44	1,588	0,133	0,01	0,001	Vérifie

Tronçon	CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qpl (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	H (m)	Qps/10- Qpl	Qps/100- Qpl	Vitesse Autocurage
Collecteur B,2																			
R65-R66	218,38	218,48	217,18	217,11	35,00	0,0090	0,0484	213,79	300	1,69	0,12	0,41	0,941	0,44	1,588	0,133	0,01	0,001	Vérifie
R66-R54	218,48	219,00	217,11	217,04	35,00	0,0090	0,0484	213,79	300	1,69	0,12	0,41	0,941	0,44	1,588	0,133	0,01	0,001	Vérifie

Tronçon	CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qpl (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	H (m)	Qps/10- Qpl	Qps/100- Qpl	Vitesse Autocurage
Collecteur A"B"																			
R58-R59	216,64	216,38	215,44	215,15	35,00	0,0090	0,0484	213,79	300	1,69	0,12	0,41	0,941	0,44	1,588	0,133	0,01	0,001	Vérifie
R59-R57	216,38	216,12	215,15	214,89	35,00	0,0090	0,0484	213,79	300	1,69	0,12	0,41	0,941	0,44	1,588	0,133	0,01	0,001	Vérifie
R57-R60	216,12	215,99	214,89	214,78	17,59	0,0060	0,1219	326,23	400	1,67	0,21	0,58	1,042	0,54	1,739	0,217	0,02	0,002	Vérifie
R60-R61	215,99	215,85	214,78	214,64	35,00	0,0060	0,1219	326,23	400	1,67	0,21	0,58	1,042	0,54	1,739	0,217	0,02	0,002	Vérifie
R61-R62	215,85	215,46	214,64	214,26	35,00	0,0067	0,1219	319,55	400	1,76	0,22	0,55	1,028	0,53	1,813	0,211	0,02	0,002	Vérifie
R62-R18	215,46	215,20	214,26	213,44	35,01	0,0235	0,1219	252,47	300	2,73	0,19	0,63	1,058	0,57	2,887	0,172	0,02	0,002	Vérifie

Tronçon	CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qpl (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	H (m)	Qps/10- Qpl	Qps/100- Qpl	Vitesse Autocurage
Collecteur C																			
R95-R96	214,25	213,35	213,05	211,41	35,04	0,0469	0,0505	159,43	300	3,85	0,27	0,19	0,758	0,29	2,918	0,087	0,03	0,003	Vérifie
R96-R97	213,35	212,47	211,41	210,58	35,01	0,0377	0,0505	166,06	300	3,45	0,24	0,21	0,787	0,31	2,718	0,092	0,02	0,002	Vérifie
R97-R98	212,47	211,81	210,58	209,99	27,04	0,0300	0,1010	224,79	300	3,08	0,22	0,46	0,978	0,48	3,011	0,144	0,02	0,002	Vérifie
R98-R99	211,81	210,95	209,99	209,22	35,01	0,0200	0,1010	242,54	300	2,52	0,18	0,57	1,036	0,54	2,607	0,161	0,02	0,002	Vérifie
R99-R100	210,95	210,23	209,22	208,44	35,01	0,0180	0,1010	247,46	300	2,38	0,17	0,60	1,048	0,55	2,499	0,166	0,02	0,002	Vérifie
R100-R101	210,23	209,98	208,45	208,18	21,35	0,0100	0,1515	321,57	400	2,15	0,27	0,56	1,033	0,53	2,225	0,213	0,03	0,003	Vérifie
R101-R102	209,98	209,56	208,18	207,98	35,00	0,0060	0,1515	353,89	400	1,67	0,21	0,72	1,083	0,63	1,808	0,251	0,02	0,002	Vérifie
R102-R103	209,56	209,14	207,98	207,78	35,00	0,0060	0,1515	353,89	400	1,67	0,21	0,72	1,083	0,63	1,808	0,251	0,02	0,002	Vérifie
R103-R104	209,14	208,72	207,78	207,49	35,00	0,0060	0,1515	353,89	400	1,67	0,21	0,72	1,083	0,63	1,808	0,251	0,02	0,002	Vérifie
R104-R105	208,72	208,36	207,49	207,15	28,42	0,0060	0,2020	394,20	400	1,67	0,21	0,96	1,140	0,78	1,902	0,311	0,02	0,002	Vérifie
R105-R106	208,36	207,75	207,15	206,55	35,01	0,0103	0,2020	356,22	400	2,19	0,27	0,74	1,087	0,64	2,378	0,254	0,03	0,003	Vérifie
R106-R107	207,75	207,10	206,55	205,89	35,01	0,0189	0,2020	317,90	400	2,96	0,37	0,54	1,025	0,52	3,035	0,209	0,04	0,004	Vérifie
R107-R108	207,10	206,43	205,89	205,22	35,01	0,0191	0,2020	317,27	400	2,98	0,37	0,54	1,023	0,52	3,046	0,208	0,04	0,004	Vérifie
R108-R109	206,43	206,20	205,22	205,00	12,80	0,0171	0,2525	352,19	400	2,82	0,35	0,71	1,080	0,62	3,043	0,249	0,04	0,004	Vérifie
R109-R110	206,20	205,54	205,00	204,33	35,01	0,0191	0,2525	344,82	400	2,98	0,37	0,67	1,069	0,60	3,187	0,239	0,04	0,004	Vérifie
R110-R111	205,54	204,88	204,33	203,67	35,01	0,0189	0,2525	345,78	400	2,96	0,37	0,68	1,070	0,60	3,167	0,240	0,04	0,004	Vérifie
R111-R156	204,88	204,30	203,67	203,07	35,01	0,0223	0,2525	335,09	400	3,22	0,40	0,62	1,056	0,57	3,398	0,227	0,04	0,004	Vérifie

Tronçon	CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qpl (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	H (m)	Qps/10- Qpl	Qps/100- Qpl	Vitesse Autocurage
Collecteur C,1																			
R112-R113	211,92	212,22	210,72	210,65	35,00	0,0090	0,0505	217,23	300	1,69	0,12	0,42	0,952	0,46	1,606	0,137	0,01	0,001	Vérifie
R113-R97	212,22	212,47	210,65	210,58	35,00	0,0090	0,0505	217,23	300	1,69	0,12	0,42	0,952	0,46	1,606	0,137	0,01	0,001	Vérifie

Tronçon	CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qpl (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	H (m)	Qps/10- Qpl	Qps/100- Qpl	Vitesse Autocurage
Collecteur C,2																			
R114-R115	209,78	210,02	208,58	208,51	35,00	0,0090	0,0505	217,23	300	1,69	0,12	0,42	0,952	0,46	1,606	0,137	0,01	0,001	Vérifie
R115-R100	210,02	210,23	208,51	208,44	35,00	0,0090	0,0505	217,23	300	1,69	0,119	0,42	0,952	0,46	1,606	0,137	0,01	0,001	Vérifie

Tronçon	CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qpl (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	H (m)	Qps/10- Qpl	Qps/100- Qpl	Vitesse Autocurage
Collecteur C,3																			
R116-R117	208,94	208,86	207,74	207,64	35,00	0,0090	0,0505	217,23	300	1,69	0,12	0,42	0,952	0,46	1,606	0,137	0,01	0,001	Vérifie
R117-R104	208,86	208,72	207,64	207,49	35,00	0,0091	0,0505	216,78	300	1,70	0,12	0,42	0,950	0,45	1,612	0,136	0,01	0,001	Vérifie

Tronçon	CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qpl (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	H (m)	Qps/10- Qpl	Qps/100- Qpl	Vitesse Autocurage
Collecteur C,4																			
R118-R119	207,10	206,81	205,90	205,57	35,00	0,0094	0,0505	215,34	300	1,73	0,12	0,41	0,946	0,45	1,633	0,135	0,01	0,001	Vérifie
R119-R108	206,81	206,43	205,57	205,22	35,00	0,0100	0,0505	212,99	300	1,78	0,13	0,40	0,939	0,44	1,669	0,133	0,01	0,001	Vérifie

Tronçon	CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qpl (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	H (m)	Qps/10- Qpl	Qps/100- Qpl	Vitesse Autocurage
Collecteur D																			
R120-R121	212,78	211,77	211,58	210,35	35,02	0,0451	0,3056	330,60	400	4,58	0,57	0,53	1,019	0,52	4,661	0,206	0,06	0,006	Vérifie
R121-R122	211,77	211,07	210,35	209,14	35,02	0,0386	0,3056	331,46	400	4,23	0,53	0,57	1,039	0,54	4,399	0,216	0,05	0,005	Vérifie
R122-R123	211,07	210,71	209,14	208,95	19,23	0,0100	0,3524	441,30	500	2,50	0,49	0,72	1,082	0,62	2,704	0,312	0,05	0,005	Vérifie
R123-R124	210,71	210,04	208,95	208,47	35,00	0,0100	0,3524	416,29	500	2,50	0,49	0,72	1,082	0,62	2,704	0,312	0,05	0,005	Vérifie
R124-R125	210,04	209,34	208,47	208,00	35,00	0,0100	0,3524	416,75	500	2,50	0,49	0,72	1,082	0,62	2,704	0,312	0,05	0,005	Vérifie
R125-R126	209,34	208,59	208,00	207,25	35,01	0,0257	0,3524	382,54	400	3,45	0,433	0,81	1,118	0,69	3,857	0,274	0,04	0,004	Vérifie
R126-R127	208,59	207,95	207,25	206,65	28,27	0,0100	0,3991	401,95	500	2,50	0,49	0,81	1,118	0,69	2,795	0,343	0,05	0,005	Vérifie

R127-R128	207,95	207,17	206,65	205,94	35,01	0,0182	0,3991	405,17	500	3,37	0,66	0,60	1,049	0,56	3,540	0,278	0,07	0,007	Vérifie
R128-R129	207,17	206,41	205,94	205,19	35,01	0,0214	0,3991	400,84	500	3,66	0,72	0,56	1,031	0,53	3,772	0,265	0,07	0,007	Vérifie
R129-R130	206,41	205,70	205,19	204,45	35,01	0,0257	0,3991	401,85	500	4,01	0,79	0,51	1,005	0,50	4,027	0,251	0,08	0,008	Vérifie
R130-R131	205,70	205,22	204,45	204,00	24,76	0,0162	0,4459	430,94	500	3,18	0,624	0,71	1,081	0,62	3,434	0,311	0,06	0,006	Vérifie
R131-R132	205,22	204,55	204,00	203,33	35,01	0,0191	0,4459	426,77	500	3,46	0,68	0,66	1,065	0,59	3,682	0,293	0,07	0,007	Vérifie
R132-R133	204,55	203,90	203,33	202,67	35,01	0,0189	0,4459	427,98	500	3,43	0,67	0,66	1,066	0,59	3,659	0,295	0,07	0,007	Vérifie
R133-R159	203,90	203,19	202,67	201,96	35,01	0,0203	0,4459	422,16	500	3,56	0,70	0,64	1,060	0,58	3,773	0,288	0,07	0,007	Vérifie

Tronçon	CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qpl (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	H (m)	Qps/10- Qpl	Qps/100- Qpl	Vitesse Autocurage
Collecteur D,1																			
R134-R135	210,48	210,71	209,28	209,21	35,00	0,0090	0,0468	211,06	300	1,69	0,12	0,39	0,933	0,44	1,574	0,131	0,01	0,001	Vérifie
R135-R122	210,71	211,07	209,21	209,14	35,00	0,0090	0,0468	211,06	300	1,69	0,12	0,39	0,933	0,44	1,574	0,131	0,01	0,001	Vérifie

Tronçon	CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qpl (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	H (m)	Qps/10- Qpl	Qps/100- Qpl	Vitesse Autocurage
Collecteur D,2																			
R136-R137	208,69	208,61	207,49	207,37	35,00	0,0090	0,0468	211,06	300	1,69	0,12	0,39	0,933	0,44	1,574	0,131	0,01	0,001	Vérifie
R137-R126	208,61	208,59	207,37	207,25	35,00	0,0090	0,0468	211,06	300	1,69	0,12	0,39	0,933	0,44	1,574	0,131	0,01	0,001	Vérifie

Tronçon	CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qpl (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	H (m)	Qps/10- Qpl	Qps/100- Qpl	Vitesse Autocurage
Collecteur D,3																			
R138-R139	206,23	205,94	205,03	204,74	35,00	0,0090	0,0468	211,06	300	1,69	0,12	0,39	0,933	0,44	1,574	0,131	0,01	0,001	Vérifie
R139-R130	205,94	205,70	204,74	204,45	35,00	0,0090	0,0468	211,06	300	1,69	0,12	0,39	0,933	0,44	1,574	0,131	0,01	0,001	Vérifie

Tronçon	CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qpl (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	H (m)	Qps/10- Qpl	Qps/100- Qpl	Vitesse Autocurage
Collecteur E																			
R140-R141	210,17	209,24	208,97	208,01	35,01	0,0476	0,0576	167,02	300	3,88	0,27	0,21	0,791	0,31	3,069	0,093	0,03	0,003	Vérifie
R141-R142	209,24	208,30	208,01	207,06	35,01	0,0213	0,0576	194,20	300	2,59	0,18	0,31	0,888	0,38	2,304	0,115	0,02	0,002	Vérifie
R142-R143	208,30	207,54	207,06	206,29	28,54	0,0090	0,4419	490,00	500	2,37	0,47	0,95	1,139	0,77	2,702	0,384	0,05	0,005	Vérifie
R143-R144	207,54	206,63	206,29	205,34	35,01	0,0270	0,4419	398,78	400	3,54	0,44	0,99	1,142	0,80	4,043	0,321	0,04	0,004	Vérifie
R144-R145	206,63	205,79	205,34	204,40	35,01	0,0270	0,4419	398,78	400	3,54	0,44	0,99	1,142	0,80	4,043	0,321	0,04	0,004	Vérifie
R145-R146	205,79	205,07	204,40	203,84	35,00	0,0231	0,4419	439,94	500	3,80	0,75	0,59	1,046	0,55	3,976	0,275	0,07	0,007	Vérifie
R146-R147	205,07	204,41	203,84	203,19	36,14	0,0108	0,6261	490,35	500	3,35	0,66	0,95	1,139	0,77	3,820	0,385	0,07	0,007	Vérifie
R147-R148	204,41	203,78	203,19	202,56	35,01	0,0180	0,6261	490,35	500	3,35	0,66	0,95	1,139	0,77	3,821	0,385	0,07	0,007	Vérifie
R148-R149	203,78	203,15	202,56	201,93	35,01	0,0180	0,6261	490,35	500	3,35	0,66	0,95	1,139	0,77	3,821	0,385	0,07	0,007	Vérifie
R149-R162	203,15	202,51	201,93	201,22	35,01	0,0234	0,6261	479,52	500	3,82	0,75	0,83	1,125	0,70	4,303	0,349	0,08	0,008	Vérifie
R162-R163	202,51	202,04	201,22	200,69	21,39	0,0189	0,1551	273,19	300	2,45	0,17	0,90	1,138	0,74	2,785	0,221	0,02	0,002	Vérifie
R163-R164	202,04	201,29	200,69	199,99	35,01	0,0200	0,1551	284,87	300	2,52	0,18	0,87	1,135	0,72	2,855	0,216	0,02	0,002	Vérifie
R164-R165	201,29	200,89	199,99	199,56	21,31	0,0200	0,1551	284,87	300	2,52	0,18	0,87	1,135	0,72	2,855	0,216	0,02	0,002	Vérifie
R165-R166	200,89	200,13	199,56	198,86	35,01	0,0200	0,1551	284,87	300	2,52	0,18	0,87	1,135	0,72	2,855	0,216	0,02	0,002	Vérifie
R166-R167	200,13	199,36	198,86	198,16	35,01	0,0200	0,1551	284,84	300	2,52	0,18	0,87	1,135	0,72	2,856	0,216	0,02	0,002	Vérifie
R167-R168	199,36	199,25	198,16	197,95	42,33	0,0050	0,1919	400,22	500	1,77	0,35	0,55	1,030	0,53	1,819	0,264	0,03	0,003	Vérifie
R168-R169	199,25	199,45	197,95	197,77	35,00	0,0050	0,1919	400,13	500	1,77	0,35	0,55	1,030	0,53	1,820	0,264	0,03	0,003	Vérifie
R169-R170	199,45	199,65	197,77	197,60	35,00	0,0050	0,1919	400,13	500	1,77	0,35	0,55	1,030	0,53	1,820	0,264	0,03	0,003	Vérifie
R170-R176	199,65	199,85	197,60	197,29	35,00	0,0088	0,1919	359,94	400	2,02	0,25	0,76	1,095	0,65	2,212	0,260	0,03	0,003	Vérifie

Tronçon	CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qpl (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	H (m)	Qps/10- Qpl	Qps/100- Qpl	Vitesse Autocurage
Collecteur E,1																			
R150-R151	208,46	208,37	207,26	207,26	35,00	0,0100	0,0576	283,00	300	1,78	0,13	0,46	0,974	0,48	1,732	0,143	0,01	0,001	Vérifie
R151-R142	208,37	208,30	207,16	207,16	35,00	0,0100	0,0576	283,00	300	1,78	0,13	0,46	0,974	0,48	1,732	0,143	0,01	0,001	Vérifie

Tronçon	CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qpl (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	H (m)	Qps/10- Qpl	Qps/100- Qpl	Vitesse Autocurage
Collecteur E,2																			
R152-R153	205,42	205,15	204,22	203,94	35,00	0,0090	0,0604	237,49	300	1,69	0,12	0,51	1,004	0,50	1,695	0,151	0,01	0,001	Vérifie
R153-R146	205,15	205,07	203,94	203,84	35,00	0,0090	0,0604	288,06	300	1,69	0,12	0,51	1,004	0,50	1,695	0,151	0,01	0,001	Vérifie

Tronçon	CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qpl (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	H (m)	Qps/10- Qpl	Qps/100- Qpl	Vitesse Autocurage
Collecteur E,3																			
R177-R178	200,54	199,93	199,34	198,70	35,01	0,0183	0,0368	168,90	300	2,41	0,17	0,22	0,799	0,31	1,922	0,094	0,02	0,002	Vérifie
R178-R167	199,93	199,36	198,70	198,16	35,00	0,0155	0,0368	174,33	300	2,21	0,16	0,24	0,822	0,33	1,817	0,098	0,02	0,002	Vérifie

Tronçon	CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qpl (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	H (m)	Qps/10- Qpl	Qps/100- Qpl	Vitesse Autocurage
Collecteur C"D"E"																			
R154-R155	204,72	204,67	203,52	203,45	35,00	0,0090	0,0505	217,23	300	1,69	0,12	0,42	0,952	0,46	1,606	0,137	0,01	0,001	Vérifie
R155-R156	204,67	204,30	203,45	203,07	35,00	0,0090	0,0505	217,23	300	1,69	0,12	0,42	0,952	0,46	1,606	0,137	0,01	0,001	Vérifie
R156-R157	204,30	203,94	203,07	202,71	33,57	0,0080	0,1196	306,86	400	1,93	0,24	0,49	0,997	0,50	1,921	0,198	0,02	0,002	Vérifie
R157-R158	203,94	203,56	202,71	202,33	35,00	0,0085	0,1196	303,66	400	1,98	0,25	0,48	0,988	0,49	1,958	0,195	0,02	0,002	Vérifie
R158-R159	203,56	203,19	202,33	201,96	35,00	0,0104	0,1196	291,93	300	1,82	0,13	0,93	1,139	0,76	2,070	0,227	0,01	0,001	Vérifie
R159-R160	203,19	202,67	201,96	201,44	28,48	0,0183	0,2060	322,30	400	2,91	0,37	0,56	1,034	0,53	3,011	0,213	0,04	0,004	Vérifie
R160-R161	202,67	202,63	201,44	201,37	35,00	0,0050	0,2060	487,94	500	1,77	0,35	0,59	1,046	0,55	1,850	0,275	0,03	0,003	Vérifie
R161-R162	202,63	202,51	201,37	201,22	35,00	0,0050	0,2060	422,96	500	1,77	0,35	0,59	1,046	0,55	1,850	0,275	0,03	0,003	Vérifie

Tronçon	CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qpl (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	H (m)	Qps/10- Qpl	Qps/100- Qpl	Vitesse Autocurage
Collecteur F																			
R171-R172	203,01	201,92	201,81	200,69	35,02	0,0320	0,0962	218,08	300	3,18	0,22	0,43	0,955	0,46	3,037	0,137	0,02	0,002	Vérifie
R172-R173	201,92	201,06	200,69	199,57	35,02	0,0320	0,0962	218,08	300	3,18	0,22	0,43	0,955	0,46	3,037	0,137	0,02	0,002	Vérifie
R173-R174	201,06	200,71	199,57	199,20	18,39	0,0200	0,0962	238,17	300	2,52	0,18	0,54	1,024	0,52	2,575	0,156	0,02	0,002	Vérifie
R174-R175	200,71	200,24	199,20	198,50	35,01	0,0200	0,0962	238,17	300	2,52	0,18	0,54	1,024	0,52	2,575	0,156	0,02	0,002	Vérifie
R175-R176	200,24	199,85	198,50	197,29	35,02	0,0346	0,0962	214,86	300	3,31	0,23	0,41	0,944	0,45	3,126	0,134	0,02	0,002	Vérifie
R176-R192	199,85	197,38	197,29	196,18	24,04	0,0462	0,2881	307,11	400	4,63	0,58	0,50	0,997	0,50	4,620	0,198	0,06	0,006	Vérifie

Tronçon	CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qpl (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	H (m)	Qps/10- Qpl	Qps/100- Qpl	Vitesse Autocurage
Collecteur G																			
R179-R180	203,75	203,27	202,55	202,06	35,00	0,0140	0,2392	358,30	400	2,55	0,32	0,75	1,092	0,64	2,783	0,257	0,03	0,003	Vérifie
R180-R181	203,27	202,79	202,06	201,57	35,00	0,0140	0,2392	358,30	400	2,55	0,32	0,75	1,092	0,64	2,783	0,257	0,03	0,003	Vérifie
R181-R182	202,79	202,31	201,57	201,08	35,00	0,0140	0,2392	358,30	400	2,55	0,32	0,75	1,092	0,64	2,783	0,257	0,03	0,003	Vérifie
R182-R183	202,31	201,81	201,08	200,59	35,00	0,0140	0,2392	358,30	400	2,55	0,32	0,75	1,092	0,64	2,783	0,257	0,03	0,003	Vérifie
R183-R184	201,81	201,33	200,59	200,10	35,00	0,0140	0,2392	358,30	400	2,55	0,32	0,75	1,092	0,64	2,783	0,257	0,03	0,003	Vérifie
R184-R185	201,33	200,84	200,10	199,61	35,00	0,0140	0,2392	358,30	400	2,55	0,32	0,75	1,092	0,64	2,783	0,257	0,03	0,003	Vérifie
R185-R186	200,84	200,35	199,61	199,12	35,00	0,0140	0,2392	358,30	400	2,55	0,32	0,75	1,092	0,64	2,783	0,257	0,03	0,003	Vérifie
R186-R187	200,35	199,85	199,12	198,63	35,00	0,0140	0,2392	358,30	400	2,55	0,32	0,75	1,092	0,64	2,783	0,257	0,03	0,003	Vérifie
R187-R188	199,85	199,36	198,63	198,14	35,00	0,0140	0,2392	358,30	400	2,55	0,32	0,75	1,092	0,64	2,783	0,257	0,03	0,003	Vérifie
R188-R189	199,36	198,86	198,14	197,65	35,00	0,0140	0,2392	358,30	400	2,55	0,32	0,75	1,092	0,64	2,783	0,257	0,03	0,003	Vérifie
R189-R190	198,86	198,37	197,65	197,16	35,00	0,0140	0,2392	358,30	400	2,55	0,32	0,75	1,092	0,64	2,783	0,257	0,03	0,003	Vérifie
R190-R191	198,37	197,87	197,16	196,67	35,00	0,0140	0,2392	358,30	400	2,55	0,320	0,75	1,092	0,64	2,783	0,257	0,03	0,003	Vérifie
R191-R192	197,87	197,38	196,67	196,18	35,00	0,0140	0,2392	358,30	400	2,55	0,320	0,75	1,092	0,64	2,783	0,257	0,03	0,003	Vérifie

Tronçon	CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qpl (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	H (m)	Qps/10- Qpl	Qps/100- Qpl	Vitesse Autocurage
Collecteur Rejet 01																			
R76-R77	221,97	220,80	220,77	219,58	35,02	0,0340	0,0847	205,55	300	3,28	0,232	0,37	0,918	0,42	3,009	0,126	0,02	0,002	Vérifie
R77-R78	220,80	219,63	219,58	218,39	35,02	0,0340	0,0847	205,55	300	3,28	0,232	0,37	0,918	0,42	3,009	0,126	0,02	0,002	Vérifie

Tronçon	CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qpl (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	H (m)	Qps/10- Qpl	Qps/100- Qpl	Vitesse Autocurage
Collecteur Rejet 02																			
R79-R80	221,00	220,49	219,50	219,09	35,00	0,0117	0,1815	334,05	400	2,33	0,293	0,62	1,055	0,56	2,459	0,226	0,03	0,003	Vérifie
R80-R81	220,49	219,32	219,09	217,91	35,02	0,0337	0,1815	273,99	300	3,27	0,231	0,79	1,107	0,67	3,615	0,201	0,02	0,002	Vérifie
R81-R82	219,32	218,11	217,91	216,73	35,02	0,0337	0,1815	273,99	300	3,27	0,231	0,79	1,107	0,67	3,615	0,201	0,02	0,002	Vérifie

Tronçon	CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qpl (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	H (m)	Qps/10- Qpl	Qps/100- Qpl	Vitesse Autocurage
Collecteur Rejet 03																			
R83-R84	218,02	218,80	216,82	216,57	35,00	0,0071	0,1271	320,63	400	1,82	0,229	0,56	1,031	0,53	1,877	0,212	0,02	0,002	Vérifie
R84-R85	218,80	217,57	216,57	216,36	35,00	0,0060	0,1271	331,28	400	1,67	0,210	0,61	1,050	0,56	1,753	0,223	0,02	0,002	Vérifie
R85-R86	217,57	217,35	216,36	216,15	35,00	0,0060	0,1271	331,28	400	1,67	0,210	0,61	1,050	0,56	1,753	0,223	0,02	0,002	Vérifie

Tronçon	CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qpl (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	H (m)	Qps/10- Qpl	Qps/100- Qpl	Vitesse Autocurage
Collecteur Rejet 04																			
R87-R88	211,80	212,04	210,60	210,25	35,00	0,0100	0,0477	281,91	300	1,78	0,126	0,38	0,926	0,43	1,646	0,128	0,01	0,001	Vérifie
R88-R89	212,04	212,27	210,25	209,90	35,00	0,0100	0,0477	281,91	300	1,78	0,126	0,38	0,926	0,43	1,646	0,128	0,01	0,001	Vérifie

Avec :

Cam : côte de terrain naturel amont (m).

Cav : côte de terrain naturel aval (m).

Cam.r : côte projet amont (m) du radier.

Cav.r : côte projet aval (m) du radier.

L : longueur de conduite entre deux regards (m).

I : pente (m/m).

Qpl : Débit d'eau pluviale (m³/s).

Qeu : Débit d'eau usée (m³/s).

Qps : Débit à pleine section (m³/s).

Vps : Vitesse à pleine section (m/s).

Dex : Diamètre de conduite extérieur (mm).

Dcal : Diamètre calculé (mm).

Dnor : Diamètre normalisé (mm).

Rq : Rapport des débits.

Rq.min : Rapport des débits en temps sec.

Rh : Rapport des hauteurs.

Rh.min : Rapport des hauteurs en temps sec.

Rv : Rapport des vitesses.

Rv.min : Rapport des vitesses en temps sec.

h : Hauteur de remplissage (m).

hmin : Hauteur de remplissage en temps sec (m).

V : Vitesse de l'écoulement (m/s).

Vmin : Vitesse de l'écoulement en temps sec(m/s).