



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 système d'assainissement de la zone
« vallée des jardins » (W.Mostaganem)**

Présenté par :

Ghezal Maya Mahdjouba

Devant les membres du jury

Nom et Prénoms

Grade

Qualité

SALAH Boualem

Professeur

Président

ALI SEGHIR Djamel

M.C.A

Examineur

BENCHIHEB Nedjoua

M.C.B

Examineur

TOUAHIR Sabah

M.A.A

Promoteur

Session Septembre 2024

Dédicaces

Je dédie ce travail,

À maman et papa, pour leur amour inconditionnel, leur soutien et encouragements,
vous avez toujours été ma plus grande motivation et source d'inspiration.

À ma sœur Lydia et mon frère Mehdi, qui ont toujours été à mes côtés, je vous souhaite
une pleine réussite dans tous vos projets. Que votre avenir soit à la hauteur de vos
talents et de vos ambitions.

À Amira, ma meilleure amie, ma chère sœur, ensemble nous avons vécu beaucoup
d'aventures, merci pour tout.

À Fateh, pour tous les fou-rires et moments inoubliables, on s'est enfin débarrassé de la
bliid.

À mon petit frère Moha, j'attends avec impatience que tu nous impressionnes!

-Ghezal Maya-

Remerciements

Je souhaite exprimer ma profonde gratitude à toutes les personnes qui m'ont aidée et guidée tout au long de la réalisation de ce mémoire.

Tout d'abord, je suis reconnaissante envers ma promotrice, Mme Touahir, pour son encadrement, son aide et ses conseils qui m'ont permis de poursuivre mon projet avec confiance.

Je tiens également à remercier le gérant du bureau d'études hydrauliques AGC d'Alger, M. Bouzida, pour son aide précieuse. Je remercie mes enseignants, et tout particulièrement M. Salah, pour ses conseils avisés et son accompagnement.

Un remerciement spécial à Bentaiba Imad et Bensedgua Yassine pour leur aide inestimable dans ce travail, je ne les remercierai jamais assez. Ainsi que mes camarades et amis Salim, Baya et Lilia.

Enfin, je remercie par avance les membres du jury, qui m'honorent en acceptant d'évaluer mon travail.

المخلص

تواجه منطقة وادي الحدائق، الواقعة في ولاية مستغانم، مشاكل خطيرة في التخلص من النفايات السائلة بسبب تقادم شبكة الصرف الصحي الحالية وسوء إدارتها. لم تعد قادرة على تلبية الاحتياجات المتزايدة للمنطقة، كما أنها تعاني من أوجه قصور تزيد من مخاطر الفيضانات والتلوث. ولمعالجة ذلك، كان الهدف من دراستنا هو تصميم نظام صرف صحي. لقد اخترنا نظام صرف صحي مشترك من شأنه أن يوجه مياه الصرف الصحي ومياه الأمطار إلى منفذ طبيعي مجهز بمحطة معالجة مياه الصرف الصحي. بعد جمع كل البيانات اللازمة، حددنا كمية المياه التي سيتم تفرغها، وحساب أبعاد الأنابيب ورسم مخطط الشبكة. كما تم إجراء تقدير اقتصادي للمشروع لتحديد التكلفة الإجمالية.

الكلمات الرئيسية: شبكة الصرف الصحي، النظام المشترك، المصب، محطة المعالجة.

Résumé

La vallée des Jardins, située dans la wilaya de Mostaganem, fait face à de graves problèmes d'évacuation des effluents en raison de la vétusté et de la mauvaise gestion de son réseau d'assainissement actuel. Devenu obsolète, ce réseau ne répond plus aux besoins croissants de la région et présente des défaillances qui augmentent les risques d'inondations et de pollution. Pour y remédier, notre étude a pour objectif de projeter un système d'évacuation. Le choix s'est porté sur un système unitaire, permettant de diriger les eaux usées et pluviales vers un exutoire naturel équipé d'une station d'épuration. Après avoir rassemblé toutes les données nécessaires, nous avons déterminé la quantité d'eau à évacuer, calculé les dimensions des canalisations, et élaboré le plan du réseau. Par ailleurs, une estimation économique du projet a permis de déterminer le coût total.

Mots-clés : Réseau d'assainissement, système unitaire, exutoire, station d'épuration.

Abstract

The Vallée des Jardins, located in the wilaya of Mostaganem, is facing serious effluent discharge problems due to the obsolescence and poor management of its current sewage network. Now obsolete, this network no longer meets the region's growing needs, and has shortcomings that increase the risk of flooding and pollution. To remedy this situation, this study aims to design a drainage system. We opted for a combined sewer system, directing wastewater and rainwater to a natural outlet equipped with a wastewater treatment plant. After gathering all the necessary data, we determined the quantity of water to be evacuated, calculated the dimensions of the pipes and drew up the network plan. An economic estimate of the project was also carried out to determine the total cost.

Key words: Sewage network, combined sewer system, outfall, wastewater treatment plant.

Table des matières

<i>Introduction générale</i>	1
I <i>Présentation de la zone d'étude</i>	3
I.1 Introduction	4
I.2 Situation géographique	4
I.3 Situation topographique	5
I.4 Situation géologique	6
I.4.1 Géologie	6
I.4.2 Sismicité	6
I.5 Situation climatique	7
I.5.1 Climat	7
I.5.1.1 Températures	7
I.5.1.2 Évapotranspiration	8
I.5.1.3 Humidité	9
I.5.1.4 Vents	9
I.5.1.5 Pluviométrie	9
I.6 Situation hydraulique	9
I.6.1 Alimentation en eau potable	9
I.6.2 Assainissement	10
I.7 Activité de la population de la vallée des jardins	10
I.8 Conclusion	10
II <i>Étude hydrologique</i>	11
II.1 Introduction	12
II.2 Généralités	12
II.2.1 Le bassin versant	12
II.2.2 Les averses	12
II.2.3 Les petites pluies	13
II.2.4 Choix de période de retour	13

II.3	Détermination de l'intensité moyenne des précipitations	13
II.4	Analyse des données pluviométriques et choix de la loi d'ajustement . . .	14
II.4.1	Analyse des données statistiques	14
II.4.2	Choix de la loi d'ajustement	17
II.4.2.1	Ajustement de la série pluviométrique à la loi de GUMBEL	17
II.4.2.2	Ajustement de la série pluviométrique à la loi de GALTON (Log-normale)	19
II.4.2.3	Ajustement de la série pluviométrique à la loi de GEV . .	21
II.4.3	Comparaison des lois d'ajustement	23
II.4.3.1	Test d'adéquation de Khi-deux	24
II.5	Calcul des pluies et des intensités de courte durée	25
II.6	Conclusion	28
III	<i>Calcul de base</i>	29
III.1	Introduction	30
III.2	Situation démographique	30
III.3	Découpage de l'aire d'étude en surfaces élémentaires	31
III.3.1	Choix de la limite des surfaces élémentaires	31
III.4	Systèmes d'assainissement	31
III.4.1	Système unitaire	31
III.4.2	Système séparatif	32
III.4.3	Système pseudo-séparatif	33
III.5	Avantages et inconvénients des systèmes d'assainissement	33
III.6	Choix du système d'assainissement	34
III.7	Schémas d'évacuation	35
III.7.1	Schéma perpendiculaire	35
III.7.2	Schéma par déplacement latéral	35
III.7.3	Schéma à collecteur transversal ou oblique	35
III.7.4	Schéma à collecteur étagé	35
III.7.5	Schéma radial	35
III.8	Coefficient de ruissellement	36
III.8.1	Évaluation du coefficient de ruissellement	36
III.8.2	Coefficient de ruissellement pondéré	38
III.8.3	Calcul de la densité partielle	39
III.8.4	Calcul du nombre d'habitant de chaque sous bassin	39
III.9	Conclusion	41

IV	<i>Estimation des débits usés et pluviaux</i>	42
IV.1	Introduction	43
IV.2	Origine et nature des eaux usées à évacuer	43
IV.2.1	Les eaux usées	43
IV.2.1.1	Les eaux usées d'origine domestique	43
IV.2.1.2	Les eaux usées des services publiques	44
IV.2.1.3	Les eaux usées d'origine industrielle	44
IV.2.1.4	Les eaux parasites	44
IV.2.2	Les eaux pluviales	44
IV.3	Estimation des débits des eaux usées	45
IV.3.1	Estimation des débits des eaux usées domestiques	45
IV.3.1.1	Evaluation du débit moyen journalier	45
IV.3.1.2	Evaluation du débit de pointe	45
IV.4	Evaluation des débits des équipements	46
IV.5	Evaluation des débits des eaux pluviales	48
IV.5.1	Méthode rationnelle	48
IV.5.1.1	Hypothèses de la méthode rationnelle	49
IV.5.1.2	Validité de la méthode rationnelle	50
IV.5.1.3	Temps de concentration	50
IV.5.2	Méthode superficielle	51
IV.5.2.1	Validité de la méthode superficielle	51
IV.5.3	Choix de la méthode	51
IV.6	Calcul du débit total	52
IV.7	Conclusion	53
V	<i>Dimensionnement du réseau d'assainissement</i>	54
V.1	Introduction	55
V.2	Conception du réseau	55
V.2.1	Conditions d'écoulement et de dimensionnement	55
V.2.2	Mode de calcul	56
V.2.2.1	Base de calcul	56
V.2.2.2	Formule de Manning-Strickler	57
V.2.2.3	Formule de BAZIN	58
V.3	Normes d'écoulement et d'implantation	60
V.4	Conclusion	60
VI	<i>Eléments constitutifs du réseau et ouvrages annexes</i>	61

VI.1	Introduction	62
VI.2	Les ouvrages principaux	62
VI.2.1	Les canalisations	62
VI.2.2	Type de canalisations	62
VI.2.2.1	Conduites en béton armé	62
VI.2.2.2	Conduites en béton non armé	63
VI.2.2.3	Conduites en amiante-ciment	63
VI.2.2.4	Conduites en grès artificiel	63
VI.2.2.5	Conduites en polychlorure de vinyle (PVC) non plastifié	63
VI.2.3	Choix du type de canalisation	63
VI.2.3.1	PVC	64
VI.2.3.2	Béton armé	64
VI.2.4	Les essais de conduites préfabriqués	64
VI.2.4.1	Essai à l'écrasement	64
VI.2.4.2	Essai d'étanchéité	65
VI.2.4.3	Essai de corrosion	65
VI.3	Différentes contraintes supportées par la conduite	65
VI.3.1	Contrainte mécanique	65
VI.3.2	Contrainte statique	65
VI.3.3	Contrainte chimique	66
VI.4	Les joints des conduites	66
VI.4.1	Les joints des conduites en béton armé	66
VI.4.1.1	Joint type ROCLA	66
VI.4.1.2	Joint à demi-emboîtement	66
VI.4.1.3	Joint à collet	67
VI.4.1.4	Les joints plastiques	67
VI.4.1.5	Joint torique	67
VI.4.1.6	Joint en béton armé préfabriqué	68
VI.4.1.7	Joint en mortier	68
VI.4.2	Les joints des conduites en PVC	68
VI.4.2.1	Joint Système FlexBlock	68
VI.4.2.2	Joint à tenue traditionnelle	68
VI.5	Les ouvrages annexes	68
VI.5.1	Ouvrages normaux	69
VI.5.1.1	Les branchements	69
VI.5.1.2	Caniveaux	69

VI.5.2 Bouches d'égout	69
VI.5.2.1 Regards	70
VI.5.3 Ouvrages spéciaux	71
VI.5.3.1 Les déversoirs d'orage	71
VI.5.3.2 Dimensionnement du déversoir d'orage	73
VI.6 Conclusion	77
VII Organisation de chantier	78
VII.1 Introduction	79
VII.2 Organisation de chantier	79
VII.2.1 Exécution des travaux	79
VII.2.2 Emplacement des canalisations	80
VII.2.2.1 Manutention et stockage des conduites	80
VII.2.3 Décapage de la couche de terre végétale	80
VII.2.4 Emplacement des jalons des piquets (piquetage)	81
VII.2.5 Exécution des fouilles pour les regards et les tranchées	81
VII.2.6 Aménagement du lit de pose	82
VII.2.7 Mise en place des conduites	83
VII.2.8 Assemblage des conduites	83
VII.2.9 Le déversoir d'orage	84
VII.3 Choix des engins	85
VII.3.1 Le bulldozer	85
VII.3.2 La niveleuse	85
VII.3.3 Le chargeur	85
VII.3.4 Le compacteur	86
VII.4 Devis quantitatif et estimatif	86
VII.4.1 Détermination des différents volumes	86
VII.4.1.1 Volume de la couche de terre végétale	86
VII.4.1.2 Volume des déblais des tranchées	87
VII.4.1.3 Volume du lit du sable	87
VII.4.1.4 Volume occupé par les conduites	87
VII.4.1.5 Volume du remblai	87
VII.4.1.6 Volume excédentaire	88
VII.4.2 Détermination du devis estimatif et quantitatif	88
VII.5 Planification des travaux	90
VII.6 Conclusion	93

<i>Conclusion générale</i>	94
<i>Références bibliographiques</i>	95
<i>Annexes</i>	96

Table des figures

I.1	Carte géographique de la zone d'étude	4
I.2	Plan de localisation de la vallée des jardins sur fond de carte d'état major (1/50000)	5
I.3	Carte de zonage sismique de l'Algérie	6
I.4	Carte pluviométrique pour l'Algérie du Nord	7
I.5	Courbes des variations mensuelles des températures	8
I.6	Courbe de variation mensuelle de l'évapotranspiration	8
II.1	Ajustement par la loi de GUMBEL	19
II.2	Ajustement par la loi de Log-normale	21
II.3	Ajustement par la loi GEV	23
II.4	Comparaison des trois lois d'ajustement	24
III.1	Schéma représentatif des branchements dans le système unitaire	32
III.2	Schéma représentatif des branchements dans le système séparatif	32
III.3	Schéma représentatif des branchements dans le système pseudo-séparatif	33
IV.1	Principe schématique de détermination du coefficient α	49
VI.1	Joint de type Rocla	66
VI.2	Joint à demi-emboitement	67
VI.3	Joint à collet	67
VI.4	Joint plastique	67
VI.5	Les bouches d'égout	70
VI.6	Déversoir d'orage classique à seuil latéral	72
VI.7	Déversoir d'orage à seuil frontal (coupe en plan)	73
VII.1	Coupe transversale d'une tranchée avec la mise en place de la conduite	82
VII.2	Le pipelayers pour la pose de la canalisation	83
VII.3	Réseau à nœud	92

VII.4	Abaque de dimensionnement des canalisations circulaires - Bazin	97
VII.5	Abaque des variations du débit et de la vitesse en fonction de la hauteur de remplissage d'un ouvrage circulaire	98
VII.6	Table de la Loi du Khi-deux avec k degrés de liberté	99
VII.7	Abaque de variation des débits et des vitesses en fonction de la hauteur de remplissage - Bazin	100

Liste des tableaux

I.1	Répartition mensuelle des températures moyennes enregistrées de l'année 2023	7
I.2	Répartition mensuelle de l'évapotranspiration (mm)	8
I.3	Données des moyennes mensuelles des précipitations,(1977-2021)	9
II.1	Identification des stations pluviométriques et de la période d'observation des pluies	14
II.2	Série d'observations des précipitations maximales journalières	16
II.3	Caractéristiques de l'échantillon	17
II.4	Calcul des paramètres d'ajustement - Loi de Gumbel	18
II.5	Calcul des paramètres d'ajustement - Loi de Galton	20
II.6	Calcul des paramètres d'ajustement - Loi de GEV	22
II.7	Les résultats de test χ^2	25
II.8	Pluies et intensités de courte durée de différentes périodes de retour.	27
III.1	Estimation de l'évolution future de la population	30
III.2	Avantages et inconvénients des différents systèmes	34
III.3	Estimation du coefficient de ruissellement suivant la nature de la surface	37
III.4	Coefficient de ruissellement pour différentes densités de population	37
III.5	Coefficient de ruissellement pour chaque sous-bassin	38
III.6	Nombre d'habitants pour chaque sous-bassin	40
IV.1	Evaluation des débits d'eaux usées des équipements industriels	47
IV.2	Evaluation des débits d'eaux usées des équipements publics	47
IV.3	Valeurs du coefficient réducteur « α », en fonction de la distance P_{-2}	49
IV.4	Calcul des débits pluviaux pour chaque surface élémentaire	52
IV.5	Calcul des débits pour chaque surface élémentaire	53
V.1	Coefficient de rugosité de Strickler pour divers types de matériaux	58

VII.1 Devis quantitatif et estimatif du réseau	89
VII.2 Détermination des délais	90

Introduction générale

L'eau, source de vie sur Terre, constitue un bien commun inestimable partagé par l'ensemble de l'humanité. Toutefois, la responsabilité de sa préservation incombe à chacun d'entre nous, car une gestion durable et raisonnée de cette ressource essentielle est indispensable pour garantir le bien-être des générations actuelles et futures. L'utilisation rationnelle de l'eau n'est donc pas seulement une question individuelle, mais un impératif collectif pour le bénéfice de tous.

Dans cette optique, le secteur de l'hydraulique met en œuvre diverses techniques pour répondre aux besoins croissants des populations, parmi lesquelles l'alimentation en eau potable et l'assainissement jouent un rôle crucial. L'assainissement des agglomérations a pour objectif principal d'assurer la collecte, le transport et le traitement des eaux usées, qu'elles proviennent des précipitations ou des activités humaines. Ces eaux, potentiellement polluées, doivent être traitées avec soin avant d'être réintroduites dans le milieu naturel, afin de limiter leur impact sur l'environnement.

Ainsi, un réseau d'assainissement efficace poursuit trois objectifs majeurs : protéger les zones urbaines et rurales contre les inondations, contribuer à la santé publique en évacuant les eaux usées en toute sécurité, et préserver l'environnement en limitant les contaminations dues aux rejets non traités.

Cependant, malgré ces objectifs, certaines régions, comme la Vallée des Jardins située dans la wilaya de Mostaganem, font face à de sérieuses difficultés. Le réseau d'évacuation des eaux y est extrêmement ancien, à tel point que les services de l'hydraulique ne disposent pas d'un tracé précis de ce réseau. Cette situation, combinée à la topographie particulière de la région, rend l'évacuation efficace des eaux usées complexe et pose d'importants défis. L'absence de systèmes adaptés exacerbe les risques d'inondation, de contamination des ressources en eau et de problèmes de santé publique.

C'est dans ce contexte que s'inscrit notre travail, qui consiste à l'étude de dimensionnement d'un réseau d'assainissement adapté à cette région. Dans le cadre de cette étude, nous analyserons d'abord les caractéristiques du milieu d'étude. Cette analyse sera suivie d'une étude hydrologique détaillée, avant d'aborder les calculs de dimensionnement du réseau d'assainissement unitaire couvrant l'ensemble de la zone concernée. Enfin, nous établirons un devis estimatif et quantitatif des travaux à réaliser pour garantir un système performant et durable.

Chapitre I

***PRÉSENTATION DE LA ZONE
D'ÉTUDE***

I.1 Introduction

L'assainissement des agglomérations a pour objet d'assurer l'évacuation des eaux usées et des eaux pluviales dans des conditions satisfaisantes pour la santé publique afin d'éviter la pollution du milieu environnant et les inondations au niveau des quartiers.

Pour bien dimensionner un réseau d'assainissement adapté à ces besoins, une étude préliminaire est nécessaire. Cette étude examine les caractéristiques physiques du site et analyse les divers facteurs pouvant impacter le dimensionnement du réseau.

Cette analyse conduit à étudier :

- Les données naturelles du site.
- Les données relatives à la situation actuelle des agglomérations existantes.
- Les données relatives au développement futur de l'agglomération.
- Les données propres à l'assainissement existant.

L'objectif de ce chapitre est de faire une présentation de la zone «Vallée des jardins», ses agglomérations dont la situation géographique, hydraulique, climatique et une présentation globale de l'état actuel du système d'assainissement.

I.2 Situation géographique

La zone d'étude s'étend sur les communes de Sayada, Hassi Mameche et Mostaganem au niveau du lieu-dit «Vallée des jardins». Ce territoire est situé à 362 km à l'Ouest d'Alger, à 88 km à l'Est d'Oran, à 48 km d'Arzew et à 81 km au Nord de Mascara.

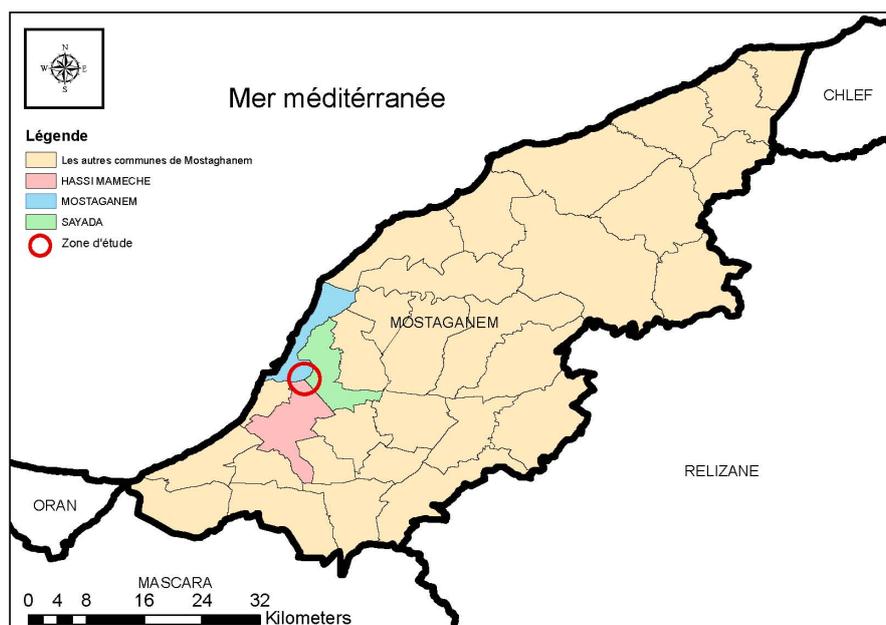


Figure I.1 — Carte géographique de la zone d'étude

La vallée des jardins, située au Sud de la ville de Mostaganem, est limitée au Nord par la zone d'activité qui est parallèle à la RN 23A (périphérique) à l'Est par la RN 90A, route de Sidi Khatab, à l'Ouest par la RN 23 route de Mesra et au Sud par la ligne joignant l'aérodrome.



Figure I.2 — Plan de localisation de la vallée des jardins sur fond de carte d'état major (1/50000)

I.3 Situation topographique

Les pentes du terrain naturel sont importantes au nord et au sud de la zone d'étude. Elles sont orientées vers la partie centrale (lotissement Hai Salem). Par contre les pentes sont douces pour ne pas dire faibles sur les axes centraux d'Est vers le centre et d'Ouest vers le centre. La figure ci-dessous illustre la situation topographique de la zone d'étude

I.4 Situation géologique

I.4.1 Géologie

La région de Mostaganem est composée de terrains marneux post-néogènes, recouverts de formations sablo-gréseuses datant du Quaternaire ancien (Calabrien). Cet ensemble est marqué par des ondulations anticlinales et synclinales. La Vallée des Jardins s'insère dans l'une de ces structures synclinales.

Au niveau local, la Vallée des Jardins fait partie d'un ensemble géologique constitué de grès du Calabrien, caractérisé par une alternance de couches sableuses et gréseuses à ciment calcaire jaunâtre, avec l'insertion de lentilles calcairo-gréseuses. Cette formation est recouverte d'une fine couche de sol végétal composée de limons alluvionnaires récents.

I.4.2 Sismicité

Selon le Règlement Parasismique Algérien (R.P.A version 2003), un document technique réglementaire, un système détaillé de classification des zones sismiques a été établi.

Ainsi, le territoire national est divisé en cinq zones de sismicité croissante, à savoir :

- **Zone 0** : Sismicité négligeable.
- **Zone I** : Sismicité faible.
- **Zone IIa** : Sismicité moyenne.
- **Zone IIb** : Sismicité élevée.
- **Zone III** : Sismicité très élevée.

Selon R.P.A 2003, la région de Mostaganem est caractérisée par une sismicité moyenne, elle est classée dans la zone IIa.

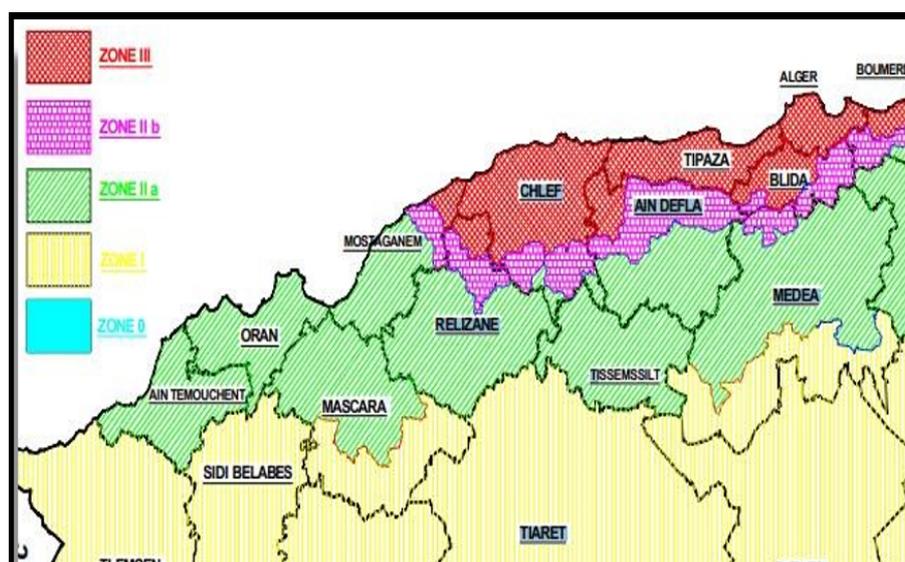


Figure I.3 — Carte de zonage sismique de l'Algérie

Source : R.P.A 2003

I.5 Situation climatique

I.5.1 Climat

Le climat qui règne dans la Wilaya est marqué par un étage bioclimatique semi-aride. À Mostaganem, le climat est dégagé dans l'ensemble tout au long de l'année et il se caractérise par une température douce, la faiblesse des écarts thermiques et l'alternance quasi quotidienne des brises de mer et de terre.

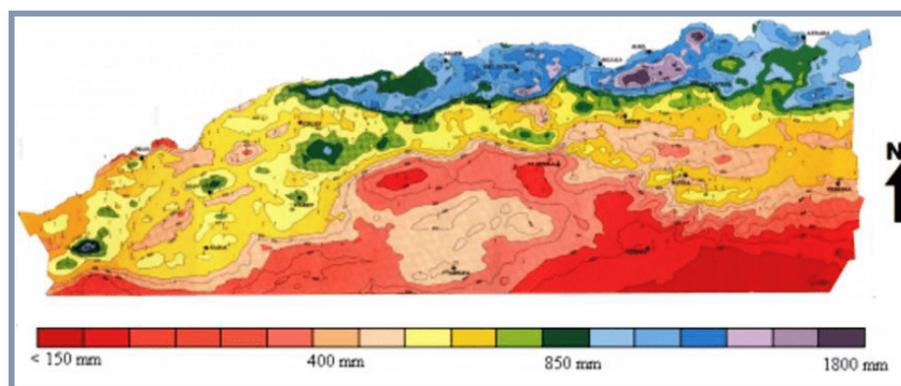


Figure I.4 — Carte pluviométrique pour l'Algérie du Nord

Source : ANRH 1993

I.5.1.1 Températures

La zone d'étude connaît une saison chaude caractérisée par des températures quotidiennes moyennes maximales supérieures à 28 °C, tandis que la saison fraîche se distingue par des températures quotidiennes moyennes maximales inférieures à 18°C. En moyenne, la température annuelle s'établit à 17.9°C.

Temp Moy(°C)	Sep	Oct	Nov	Déc	Janv	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août
Max	28	24	19	16	15	16	18	20	23	27	30	30
Moy	24	20	16	12	11	12	14	16	19	23	26	26
Min	20	16	12	9	8	9	10	12	15	19	21	22

Table I.1 — Répartition mensuelle des températures moyennes enregistrées de l'année 2023

Source : <https://fr.weatherspark.com>

Avec :

Max : Températures moyennes maximales.

Moy : Températures moyennes.

Min : Températures moyennes minimales.

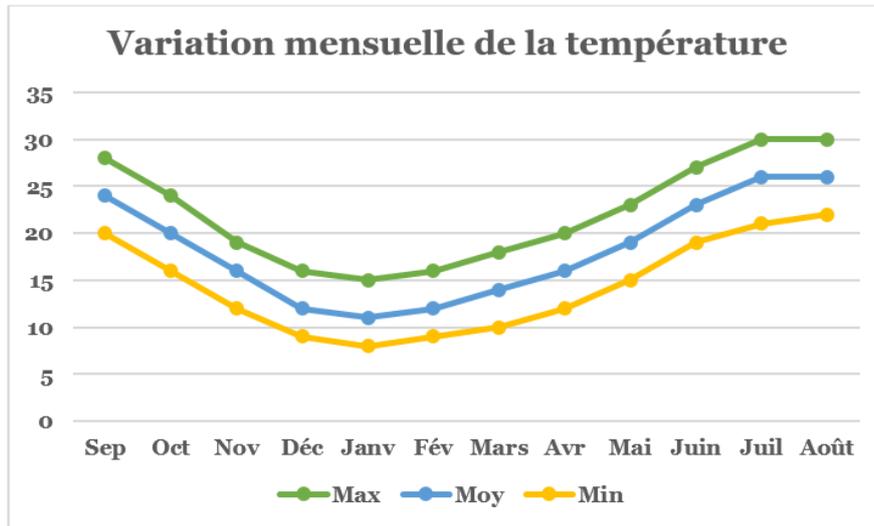


Figure I.5 — Courbes des variations mensuelles des températures

I.5.1.2 Évapotranspiration

L'évapotranspiration (ET), l'ensemble des processus d'évaporation et de transpiration. C'est la quantité d'eau transférée vers l'atmosphère, par l'évaporation au niveau du sol et par la transpiration des plantes.

Le tableau ci-dessous donne les valeurs de l'évapotranspiration mensuelle moyenne et interannuelle.

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Janv	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août
ET (mm)	72,8	74,8	76	77,1	79,7	79,8	75,8	73,6	73	71,1	69,8	70,9

Table I.2 — Répartition mensuelle de l'évapotranspiration (mm)

Source : Station de Mostaganem 2020

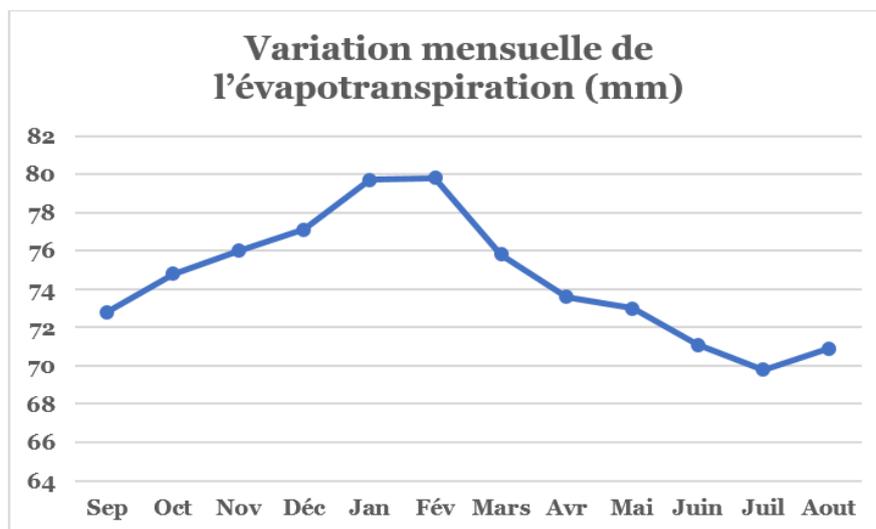


Figure I.6 — Courbe de variation mensuelle de l'évapotranspiration

I.5.1.3 Humidité

L'humidité relative mensuelle varie de 41,8 % pendant le mois le plus chaud à 93,4 % au mois de Février, La moyenne annuelle est de 74,5% [1].

I.5.1.4 Vents

La vitesse horaire moyenne du vent de la région connaît une variation saisonnière modérée au cours de l'année. Les vents sont généralement fréquents au printemps et en automne.

Les vitesses moyennes mensuelles du vent varient de 0,9 à 1,5 m/s et les maximas dépassent les 36 m/s au mois de Septembre [1].

I.5.1.5 Pluviométrie

Les précipitations sont le facteur principal, influençant les hauteurs totales annuelles, leur répartition mensuelle, qui affecte directement les régimes hydrologiques, ainsi que les totaux journaliers, en particulier les averses provoquant des crues.

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Janv	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août
$\overline{P_{\max,j}}$	9,89	14,38	27,34	21,2	19,63	14,03	14,03	14,99	13,01	2,2	1,2	2,01

Table I.3 — Données des moyennes mensuelles des précipitations,(1977-2021)

Source : ANRH Alger 2024

I.6 Situation hydraulique

I.6.1 Alimentation en eau potable

L'alimentation en eau potable dans la zone de la vallée des jardins, comprenant le village de Debdaba et ses environs, repose sur un réseau complexe, marqué par des infrastructures diverses et des problématiques d'approvisionnement spécifiques à chaque secteur.

Le village de Debdaba est approvisionné en eau par l'ancienne conduite de refoulement en acier et utilisée comme principale conduite de distribution depuis les réservoirs de $2 \times 5000 \text{ m}^3$. Une partie du nouveau lotissement de Debdaba est alimentée par une conduite en acier de $\varnothing 400$, reliant le bac tampon au réservoir de 2000 m^3 de Sidi Ben Haoua.

La cité Zaouia et le douar Sidi AEK sont alimentés par deux piquages différents depuis Debdaba, bien que l'alimentation du douar soit insuffisante.

La cité nouvelle et Hai Salem sont desservies par une conduite en fonte provenant des réservoirs de $2 \times 5000 \text{ m}^3$, tandis que la majorité des maisons isolées sont alimentées par des puits individuels.

De manière générale, l'approvisionnement en eau potable de la vallée des jardins est à revoir dans son ensemble.

I.6.2 Assainissement

Le réseau d'assainissement du chef-lieu de la vallée des jardins est très vétuste en raison de l'ancienneté des collecteurs et de son implantation anarchique, ce qui complique son fonctionnement et son entretien. De plus, les nouvelles extensions urbaines dues à la croissance démographique manquent de réseaux d'évacuation adaptés.

I.7 Activité de la population de la vallée des jardins

En ce qui concerne l'activité de la population de cette zone, elle a été à vocation agricole et pastorale. Avec le temps une grande partie des terres agricoles de fortes potentialités furent soit abandonnées soit loties mais d'une façon anarchique.

Actuellement à l'exception de quelques paysans, la majeure partie de la population de la vallée des jardins, s'occupe en ville dans différents emplois.

I.8 Conclusion

Ce premier chapitre nous a permis de définir et d'analyser les caractéristiques du site sous plusieurs aspects : géographique, topographique, géologique, climatologique, ainsi que les infrastructures liées à l'alimentation en eau potable et à l'assainissement. Ces données constituent une base essentielle pour la suite de notre étude.

Chapitre II

ÉTUDE HYDROLOGIQUE

II.1 Introduction

L'hydrologie peut être définie brièvement comme la science qui étudie le cycle de l'eau dans la nature et l'évolution de celle-ci à la surface de la terre et dans le sol. Elle se focalise essentiellement sur les phénomènes météorologiques comme les précipitations, ainsi que sur la dynamique des eaux liquides et solides, stagnantes ou courantes, tant en surface qu'en sous-sol, tout en examinant également les processus d'évaporation.

Les réseaux d'assainissement visent principalement à prévenir les inondations en ville. Leur conception doit donc prendre en compte la possibilité que les ouvrages atteignent leurs limites. En effet, comme le dimensionnement de ces derniers est lié directement à la pluviométrie qui comporte un caractère fortement aléatoire, la protection qu'ils offrent ne peut être totale. Ils doivent donc être conçus en fonction d'un risque donné appelé période de retour de dysfonctionnement. Cette étude hydrologique vise à déterminer l'intensité de pluie avec laquelle se fera le dimensionnement de notre réseau.

II.2 Généralités

Dans ce contexte, certains paramètres doivent être définis, notamment :

II.2.1 Le bassin versant

Il représente une unité spatiale de référence en hydrologie, définie comme la zone drainée par un cours d'eau et ses affluents, délimitée par des lignes de partage des eaux et caractérisée par un exutoire. Un bassin versant urbanisé est un bassin versant dont le débit de ruissellement se déverse dans une bouche d'égout.

II.2.2 Les averses

Une averse se réfère à un ensemble de précipitations liées à une perturbation météorologique spécifique. Sa durée peut varier de quelques minutes à plusieurs dizaines d'heures et peut couvrir une superficie allant de quelques kilomètres carrés (cas des orages) à plusieurs milliers (typique des pluies cycloniques). On la définit comme une période de précipitations continues, caractérisée par plusieurs pointes d'intensité [2].

Le volume d'eau qui tombe est déterminé sur un hydrogramme obtenu par l'analyse d'un pluviogramme enregistrant la variation de la lame d'eau dans le temps.

Les averses considérées dans les études de réseaux se caractérisent par :

- Un volume important.
- Une forte intensité par unité de temps.
- Une érosion liée au ruissellement.

Ceci exige ainsi, un système de drainage efficace.

II.2.3 Les petites pluies

L'expression «Petites Pluies», désigne couramment les précipitations intermédiaires entre les bruines (une légère chute d'eau ne causant pas de ruissellement) et les averses orageuses. Le ruissellement commence à se produire lorsque la hauteur d'eau dépasse 0,5 mm, tandis que les débits dans les réseaux sont déclenchés par une hauteur d'eau excédant 1 mm.

II.2.4 Choix de période de retour

La période de retour est le temps que met une averse d'une intensité donnée pour se manifester. Une pluie de période de retour de 10 ans est une pluie qui peut se manifester une fois tous les 10 ans [2]. Pour les projets d'assainissement, nous optons généralement pour une pluie décennale.

II.3 Détermination de l'intensité moyenne des précipitations

L'intensité d'une précipitation est définie comme le débit d'eau passant par une section horizontale unitaire. Cette intensité est exprimée par unité de temps, généralement en mm/h. Pour déterminer l'intensité de la pluie, il suffit de mesurer la hauteur cumulée des précipitations.

L'analyse de l'intensité moyenne maximale est très importante dans le dimensionnement des réseaux d'égout. Lors de l'étude d'une averse, il convient de déterminer les intensités moyennes maximales qui se définissent par le rapport de la hauteur d'eau tombée et la durée Δt .

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

Avec :

i_m : Intensité moyenne en mm/h.

Δh : La 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 nos résultats.
- Calculer les paramètres de la loi choisie et vérifier son adéquation.
- Calculer la valeur de l'intensité moyenne de précipitation.

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

II.4.1 Analyse des données statistiques

En général, l'analyse des données disponibles constitue l'étape initiale dans l'étude d'un projet d'assainissement. Pour cela, il est essentiel de disposer d'une série pluviométrique qui contient les précipitations maximales journalières pour la période la plus longue possible.

La Wilaya de Mostaganem compte plusieurs stations météorologiques réparties en différents sites. Le choix de station est établi en fonction de la distance de la station à la zone d'Etude, de l'altitude, de l'exposition, la taille de l'échantillon, de la présence de barrière climatique et de la disponibilité des données climatiques.

Suivant les critères de choix de la série pluviométrique, nous prenons comme base de calcul la série pluviométrique de la station pluviométrique de MOSTAGANEM SCM dont le code est **040612**, sur une période de fonctionnement de 1977 à 2021 qui a été fournie par l'ANRH d'Alger et de coordonnées Lambert retrouvées dans le tableau ci-dessous.

Station	Code	Coordonnée Lambert			Période d'observation	Nombre d'années
		X [m]	Y [m]	Z [m]		
MOSTAGANEM SCM	040612	266,45	293,4	151	1977 - 2021	45 ans

Table II.1 — Identification des stations pluviométriques et de la période d'observation des pluies

Source : ANRH Alger 2024

Pour la station choisie, on dispose d'une série de données incluant les totaux des précipitations mensuelles et les maximas journaliers pour 45 années d'observation. Les valeurs correspondantes sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Année	Précipitations												
	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Jui	Juil	Août	P _{j,max}
1977	0,6	10	17,1	14,6	18,1	3	12	31,2	11,1	1,6	0	0	31,2
1978	0	27,4	9,2	37,4	19,7	24	11,3	11,2	0,4	3,1	8,2	0	37,4
1979	13,2	18,2	5,3	101,9	20,9	13,9	38,4	23,5	8,1	0	0	0	101,9
1980	3,7	4,7	3,7	41,6	47,7	31,7	13,3	35,2	2,1	11,6	0,6	0,4	47,7
1981	1,1	5,9	0	9,2	5,8	16,8	3,4	7,7	4,9	0	0	0,3	16,8
1982	3,6	51,8	21,7	23,2	0	25,9	5,6	0,3	0,2	0	0	13,8	51,8
1983	0	0,9	65,8	19,4	29,8	17,8	26,4	3,9	14,7	0,4	0	0	65,8
1984	3,9	5,4	173,7	23,7	4,1	2,6	13,6	19,6	21,8	0	0	0	173,7
1985	3,3	42,4	14	47,2	31,1	22,5	24,8	5,6	2,4	4,7	0,7	0,1	47,2
1986	54	6,4	14,9	21	24,1	16,5	3	1,2	9	2,4	4	0,4	54
1987	3,8	13,8	14,7	17,5	24	15,4	13,8	19,7	66,5	1,3	0	1,2	66,5
1988	6,8	9	17,3	5,3	6,1	9,6	43,8	5,9	1,3	1,6	0,8	7,6	43,8
1989	6,3	3,4	6,7	29,8	48,2	0,3	15	19,4	7	0	2	0,7	48,2
1990	3,8	11,7	13,2	13,3	8	10,8	43,6	2,1	12,5	1,3	1,1	0	43,6
1991	4,2	16,7	32,9	3,7	14,2	25,8	14	2,9	25	17,1	3,3	0,3	32,9
1992	1,1	1,2	22,7	8,3	0	44,5	4,8	15,4	10,9	3,4	0	2,4	44,5
1993	2,7	34,2	22,5	4,2	20,3	14,7	0	12,2	6,2	0	0	0	34,2
1994	7,1	10,6	14,3	1,9	13,8	15,4	14,8	6,6	0,3	1,2	5,7	2,1	15,4
1995	16,7	5,2	27,3	21,6	55,7	17,1	9,5	23,1	16,4	0	5,6	0,3	55,7
1996	23,1	16,6	0,8	12,8	30,8	3,4	0	42,5	10,9	0,9	1,7	2,2	42,5
1997	9,8	23,6	21,8	15	16,8	8,8	3,1	12,8	16,6	0	1,4	5,1	23,6
1998	3,6	3,9	12,8	36,7	23,7	33,1	33,2	0,4	3	0,9	0,4	12	36,7
1999	18,4	8,9	28,8	14,5	1,8	0	8,1	6,3	14,9	0,3	0	0	28,8
2000	57,1	33,6	59,8	10,3	11,4	59,1	1,1	58,1	5,9	0,7	0	0,1	59,8
2001	3,7	9,9	87,2	19,4	4,2	0	13,6	12,8	30,1	0,6	0	8,6	87,2
2002	0,5	22,8	12,9	2,6	10,2	12,9	5,7	20,8	4,5	0,6	0	0,1	22,8
2003	0	10,3	12,4	24,3	15,9	10,8	4,5	2,1	36,4	4,2	0	0	36,4
2004	1,2	18,9	58,4	35,9	5,4	12,8	8,2	3,3	0	0,7	0,7	0	58,4
2005	9,7	19,9	32,5	11,8	47,1	13,7	4,7	8,6	72,4	1,7	0	0	72,4
2006	25,1	0	0	48,2	17,8	6,3	13,2	16,3	0	0	0	0	48,2
2007	29,6	32,3	19,3	16,2	18,8	1,8	8,8	4,4	8,9	5,3	3,8	0	32,3
2008	22,2	12,7	69,9	24,6	16	2,8	11,1	8,8	8,4	0,4	0	1,4	69,9
2009	5,1	2,7	9,6	7,4	14,8	12,3	18,8	28,2	5,2	0,4	0	16,1	28,2

Année	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Jui	Juil	Août	P _{j,max}
2010	3,6	22,4	16,6	4,8	30,1	12,2	23,3	46,1	15	1,3	0	0	46,1
2011	4,3	21,4	45	15,7	15	33,4	14,2	19	2,4	0	0	0	45
2012	9,6	18,1	42,1	71,8	23	10,9	15,2	41,1	32,1	0	3,3	2	71,8
2013	28,4	4	17,3	44,3	14,8	19,4	18,9	7,8	7,1	6,3	2,6	0,3	44,3
2014	11,7	8,5	31,7	18	24,4	13,1	11,4	0,4	3,6	0,9	0,3	1,4	31,7
2015	4,7	13,1	25,5	0	18	16,8	22,5	15,4	6,6	2,6	3,5	1,9	25,5
2016	0,5	4,1	24,6	12,9	52,1	2,7	10,8	2,1	2,9	0	0,5	5,3	52,1
2017	1,6	8,7	16,1	12,9	24,5	10,2	16,2	10,9	10,9	15,6	0	0,6	24,5
2018	18,5	33,3	22,9	2,3	22,7	3,7	10,1	11,3	8,1	0,5	4,5	4,5	33,3
2019	9,4	13,2	8,5	14,1	9,4	0	14,5	10,3	35,2	0,6	0	0,6	35,2
2020	0,6	2,5	6	10,1	13,4	0,8	11,9	9,7	14,3	4,2	0,4	0,6	14,3
2021	7,1	3,1	29,7	11,7	9,8	2,1	17,4	28,5	9,3	0,6	0,2	0	29,7

Table II.2 — Série d'observations des précipitations maximales journalières

Les précipitations maximales journalières :

Le but de cette étude est d'ajuster les données des précipitations journalières maximales à l'aide d'une loi théorique, afin de déterminer l'intensité des précipitations et la période de retour.

Dans le cadre de notre étude, nous suivons les étapes suivantes :

- Tri des températures maximales mensuelles par ordre croissant.
- Calcul de la fréquence empirique $F(x)$ (probabilité de non dépassement).
- Calcul des paramètres statistiques des températures observées.
- Ajustement graphique de la série de températures.
- Identification des quantiles et de leurs intervalles de confiance.
- Évaluation des extrêmes de température et des variations mensuelles pour une meilleure compréhension des conditions climatiques [3].

Les caractéristiques de cette série sont les suivantes :

- Moyenne des précipitations maximales journalières $\overline{P_{max,j}}$:

$$\overline{P_{max,j}} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{N=45} P_{max,j} = 47\text{mm.}$$

Avec :

N : Le nombre d'années d'observations ($N=45$).

$P_{max,j}$: La précipitation maximale journalière en (mm).

- Écart Type :

$$\sigma_{P_{max,j}} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^{N=45} (P_{max,j} - \overline{P_{max,j}})^2} = 26,8\text{mm}$$

→ Coefficient de variation :

$$Cv = \frac{\sigma_{P_{max,j}}}{P_{max,j}} = 0,57.$$

→ Exposant climatique :

Il est donné par l'ANRH d'ALGER; $b = 0,37$.

Les caractéristiques statistiques calculées de l'échantillon sont résumées dans le tableau ci-dessous.

Caractéristiques de l'échantillon	Valeur
Minimum	14,3
Maximum	174
Moyenne	47
Écart type	26,8
Coefficient de variation	0,57

Table II.3 — Caractéristiques de l'échantillon

II.4.2 Choix de la loi d'ajustement

Les lois d'ajustement sont nombreuses et ne peuvent être appliquées à un échantillon que si les conditions homogénéité - stationnarité sont réunies.

1. Loi de GUMBEL.
2. Loi de GALTON ou Loi Log-Normale.
3. Loi de GEV.

Les critères de choix d'une loi sont liés à un ajustement graphique d'abord et ensuite à un test de dispersion. L'allure des points sur du papier à probabilité permet à prime abord d'accepter ou de rejeter la loi (Toute sinuosité, mauvaise courbure ou cassure de pente est considérée comme un mauvais ajustement).

II.4.2.1 Ajustement de la série pluviométrique à la loi de GUMBEL

La fonction de la répartition de la loi de GUMBEL :

$$F(x) = e^{-e^{-u}} \quad (\text{II.2})$$

$$y = \frac{(x - x_0)}{\alpha} = -\ln(-\ln(F(x))) \quad (\text{II.3})$$

Avec :

y : La variable réduite de Gumbel.

x₀ : Le paramètre de position (en mm).

x : Variable étudiée ($P_{max,j}$) (en mm).

α : Paramètre d'échelle appelée Gradex ($\alpha > 0$).

La formule de Gumbel est donnée par la formule suivante :

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

Les paramètres de loi de Gumbel sont calculés par la méthode de maximum de vraisemblance corrigé :

$$\alpha = 16,95 \text{ et } x_0 = 36,5$$

Donc, la formule de Gumbel devient :

$$x = 16,95y + 36,5 \quad (\text{II.5})$$

Les résultats de l'ajustement à la loi de Gumbel :

L'ajustement à la loi de Gumbel des pluies maximales journalières a été réalisé à l'aide du logiciel Hyfran, et les résultats obtenus sont représentés dans le tableau suivant.

T(ans)	Q	XT	Ecart-type	Intervalle de confiance(95%)
100	0.99	114	10.3	94.2 – 135
50	0.98	103	8.99	85 – 120
20	0.95	86.8	7.22	72.7 – 101
10	0.9	74.6	5.89	63.1 – 86.2
5	0.8	61.9	4.57	53 – 70.9
3	0.6667	51.8	3.63	44.7 – 58.9
2	0.5	42.7	2.96	36.9 – 48.5

Table II.4 — Calcul des paramètres d'ajustement - Loi de Gumbel

Avec ;

$$T = \frac{1}{1 - Q} \quad (\text{II.6})$$

T : La période de retour (an).

Q : La probabilité au non dépassement.

XT : Les précipitations maximales journalières (mm).

→ Pour une période de retour de 10 ans, on a :

$$Q = 1 - \frac{1}{T} = 1 - \frac{1}{10} = 0.9$$

→ La variable réduite est égale à :

$$y = -\ln(-\ln(F(x))) = -\ln(-\ln(0.9)) = 2.25$$

Le tracé de la droite est représenté sur papier Gumbel dans le graphe suivant :

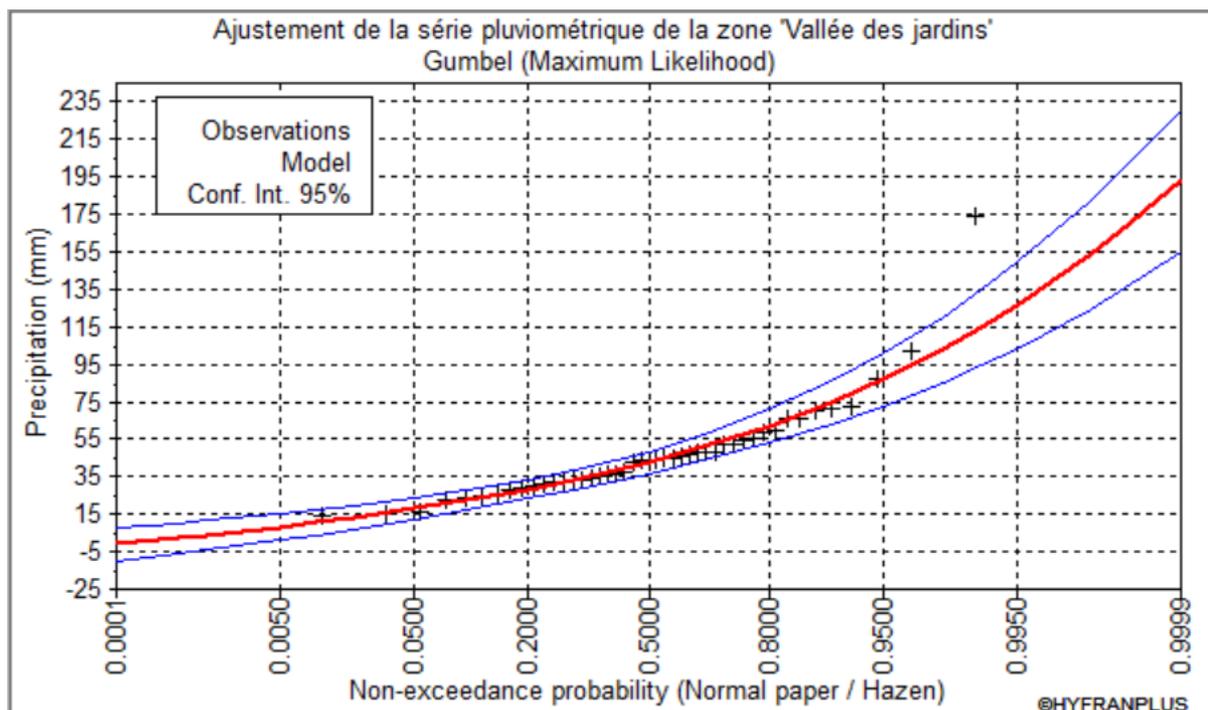


Figure II.1 — Ajustement par la loi de GUMBEL

II.4.2.2 Ajustement de la série pluviométrique à la loi de GALTON (Log-normale)

La formule de répartition de la loi de GALTON est la suivante :

$$F(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^u e^{-\frac{u^2}{2}} du \quad (\text{II.7})$$

Dans le cas de la loi Log-normale la variable u est égal à :

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

Avec :

u : La variable réduite de Gauss.

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

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

La formule de Galton est donnée par la formule suivante :

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

Les paramètres de loi de Galton sont calculés par la méthode de maximum de vraisemblance corrigé :

$$\sigma_{\ln(x)} = 0.43722$$

$$\overline{\ln(x)} = 3.72922$$

Les résultats de l'ajustement à la loi de Galton :

Les résultats de l'ajustement à la loi de Galton des pluies maximales journalières ont été obtenus à l'aide du logiciel Hyfran et sont représentés dans le tableau suivant.

T(ans)	Q	XT	Ecart-type	Intervalle de confiance(95%)
100	0.99	128	18	93.1 – 164
50	0.98	112	14.4	84.2 – 141
20	0.95	92.3	10.3	72.2 – 112
10	0.9	77.4	7.57	62.6 – 92.3
5	0.8	62.6	5.27	52.2 – 72.9
3	0.6667	51.3	3.87	43.7 – 58.9
2	0.5	41.6	3	35.8 – 47.5

Table II.5 — Calcul des paramètres d'ajustement - Loi de Galton

Avec :

$$T = \frac{1}{1 - Q} \quad (\text{II.10})$$

T : La période de retour (an).

Q : La probabilité au non dépassement.

XT : Les précipitations maximales journalières (mm).

→ Pour une période de retour de 10 ans, on a :

$$Q = 1 - \frac{1}{T} = 1 - \frac{1}{10} = 0.9$$

→ La variable réduite est égale à :

$$y = -\ln(-\ln(F(x))) = -\ln(-\ln(0.9)) = 2.25$$

La courbe de Galton est représentée sur le graphe suivant.

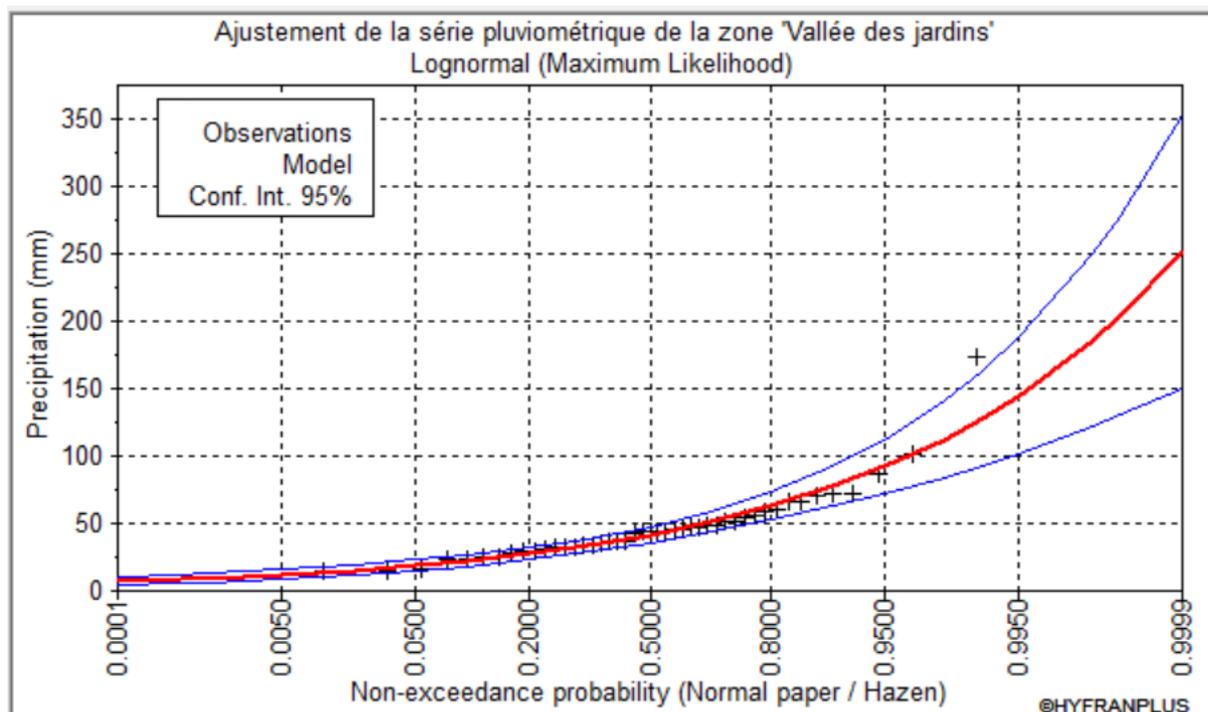


Figure II.2 — Ajustement par la loi de Log-normale

II.4.2.3 Ajustement de la série pluviométrique à la loi de GEV

La formule de répartition de la loi d'extrêmes généralisée est la suivante :

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

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

Avec ;

x : La variable étudiée ($P_{max,j}$).

u : Le paramètre de position.

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

k : Le paramètre de forme appelé indice des valeurs extrêmes.

La formule de GEV est donnée par la formule suivante :

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

Les paramètres de loi de GEV sont calculés par la méthode de maximum de vraisemblance corrigé :

$$\alpha=15,6618$$

$$k=-0,137347$$

$u = 35,3938$

Donc, la formule de GEV devient :

$$x = 35,3938 - \frac{15,6618}{0,137347}(1 - e^{-0,137347y}) \quad (\text{II.14})$$

Les résultats de l'ajustement à la loi de GEV :

Les résultats de l'ajustement à la loi de GEV des pluies maximales journalières ont été obtenus à l'aide du logiciel Hyfran et sont représentés dans le tableau suivant.

T(ans)	Q	XT	Ecart-type	Intervalle de confiance(95%)
100	0.99	136	30.4	76.3 – 195
50	0.98	116	21.2	74.7 – 158
20	0.95	92.8	12.4	68.5 – 117
10	0.9	76.7	8.03	61 – 92.4
5	0.8	61.5	5.19	51.3 – 71.7
3	0.6667	50.	3.86	42.9 – 58
2	0.5	41.3	3.06	35.3 – 47.3

Table II.6 — Calcul des paramètres d'ajustement - Loi de GEV

Avec :

$$T = \frac{1}{1 - Q} \quad (\text{II.15})$$

T : La période de retour (an).

Q : La probabilité au non dépassement.

XT : Les précipitations maximales journalières (mm).

→ Pour une période de retour de 10 ans, on a :

$$Q = 1 - \frac{1}{T} = 1 - \frac{1}{10} = 0.9$$

→ La variable réduite est égale à :

$$y = -\ln(-\ln(F(x))) = -\ln(-\ln(0.9)) = 2.25$$

La courbe de GEV est représentée sur le graphe suivant.

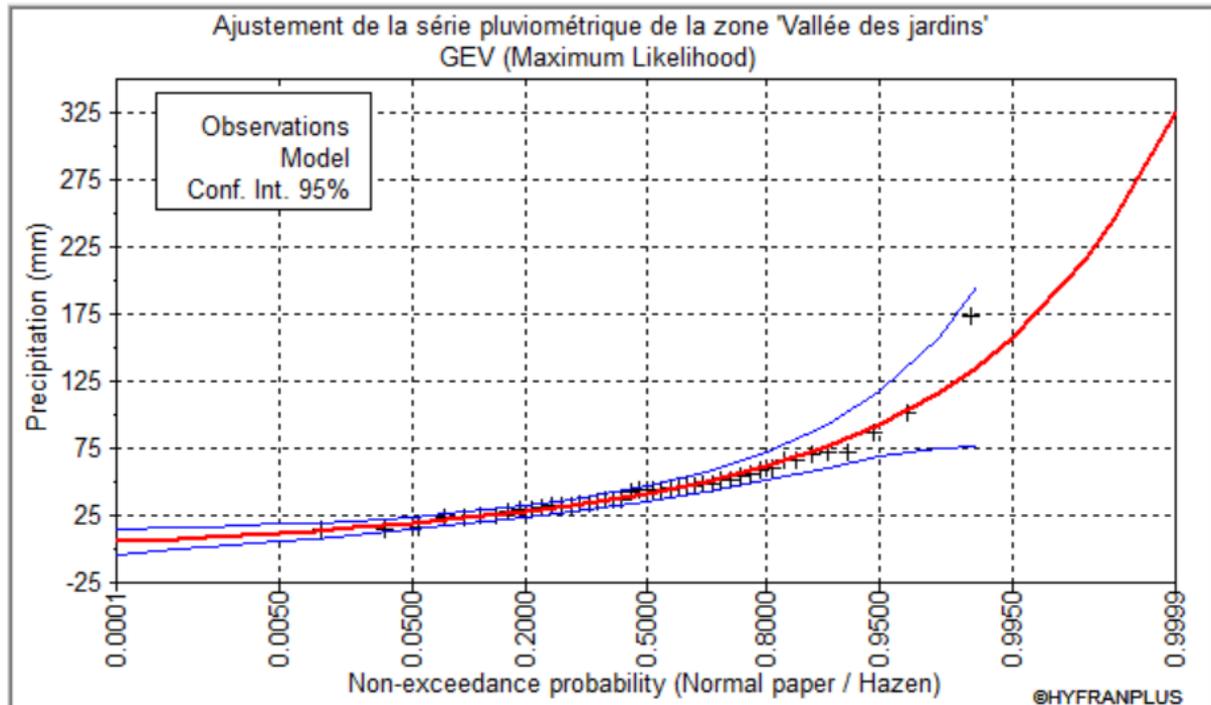


Figure II.3 — Ajustement par la loi GEV

II.4.3 Comparaison des lois d'ajustement

Dans le cadre de notre étude, nous avons ajusté la série des précipitations maximales journalières aux lois de Gumbel, de Galton, et de GEV en utilisant le logiciel Hyfran. Nous avons comparé les graphiques des droites de régression obtenues par ces ajustements. Les caractéristiques des échantillons et les tests d'adéquation des trois lois ont été calculés directement à partir du logiciel. À ce stade, la question est de déterminer laquelle de ces lois convient le mieux. Chaque loi présente ses avantages et inconvénients, mais notre choix se basera sur les valeurs des paramètres hydrologiques estimés (les précipitations décennales), l'observation visuelle des graphiques et le test du χ^2 .

Observation des graphiques :

Ce test consiste à examiner visuellement les graphiques de régression pour évaluer l'alignement des points. Il vérifie si la droite de régression correspond bien aux points de données et s'il n'y a pas de courbures ou de tendances anormales. Ce test permet de vérifier la qualité des données et des modèles statistiques. En utilisant le logiciel Hyfran, nous avons comparé les trois lois.

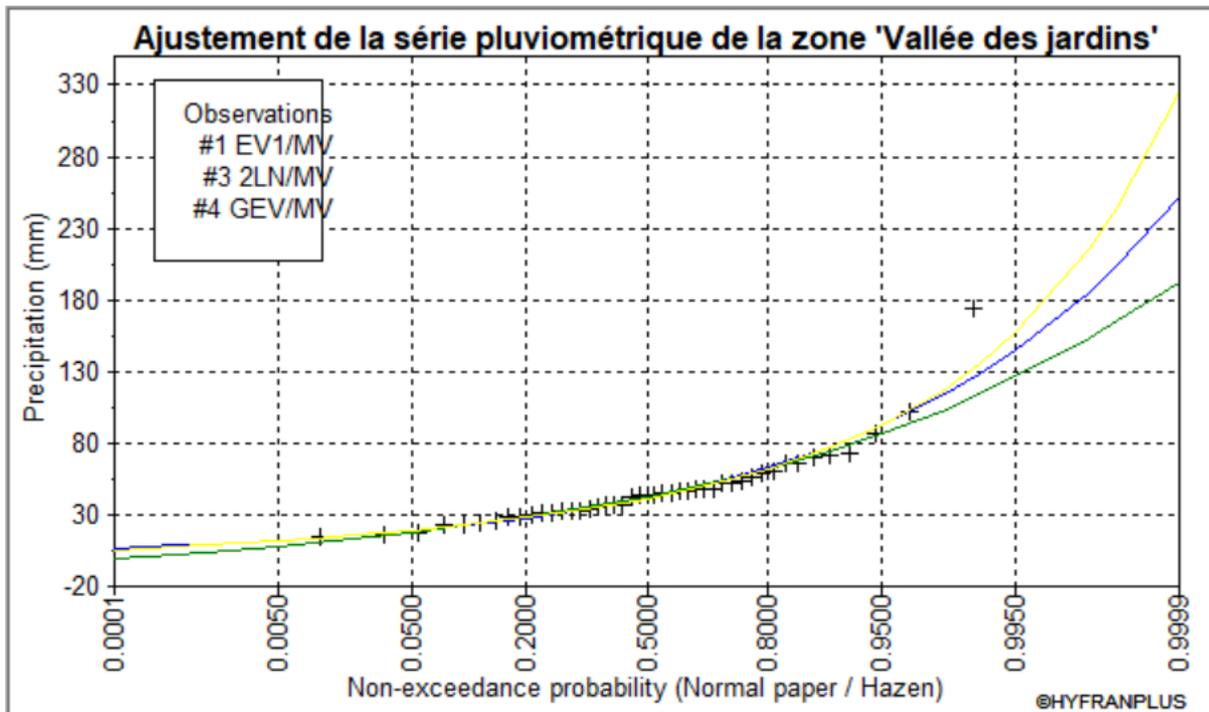


Figure II.4 — Comparaison des trois lois d'ajustement

Interprétation :

Dans les trois cas, les points sont très proches de la droite théorique, montrant une bonne convergence.

II.4.3.1 Test d'adéquation de Khi-deux

Le test de Khi-deux, également appelé test de Khi-carré ou test de Pearson, est une méthode statistique utilisée pour évaluer la compatibilité d'une loi statistique avec un échantillon donné de taille N . Le test consiste à comparer les valeurs calculées et théoriques de χ^2 pour prendre une décision concernant l'ajustement.

- On détermine le χ^2 calculé et le nombre de degré de liberté (à l'aide du logiciel Hyfran).
- On détermine le χ^2 théorique sur la table de χ^2 (voir l'annexe).
- La loi adéquate pour une erreur.

Les précipitations décennales :

$$P_{max,j} \text{ (Gumbel)} = 74.6 \text{ mm.}$$

$$P_{max,j} \text{ (GEV)} = 76.7 \text{ mm.}$$

$$P_{max,j} \text{ (Galton)} = 77.4 \text{ mm.}$$

La précipitation maximale journalière ($T=10$ ans) de la loi de Galton est supérieure à celle de Gumbel et GEV, ce qui signifie que l'adaptation à la loi de Galton nous assure d'avantage l'ajustement. Les résultats de test de χ^2 sont présentés dans le tableau suivant.

Loi d'ajustement	Nombre de classe	P	Degré de liberté	χ^2 Calculé	χ^2 Théorique	Comparaison	Remarque
Gumbel	9	0.8795	6	2.4	12.59	$2.4 < 12.59$	Vérifié
GEV	9	0.5494	5	4	11,07	$4 < 11,07$	Vérifié
Galton	9	0.8795	6	2.4	12,59	$2.4 < 12,59$	Vérifié

Table II.7 — Les résultats de test χ^2

D'après le test Khi-carré, la condition (χ^2 Calculé $<$ χ^2 Théorique) est vérifiée, donc les trois lois sont adéquates.

Sélection de la loi :

Sachant que l'adéquation de l'ajustement par les trois lois est confirmée, et que les valeurs théoriques X_t sont très proches pour les trois. Mais vu que plusieurs études en Hydrologie montrent que la loi Log-normale est celle qui s'adapte mieux au Nord d'Algérie, donc on opte pour celle-ci : **la loi de Log-Normale.**

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

Dans cette partie, on va déterminer les valeurs et les intensités des pluies de courte durée en se basant sur les résultats de l'ajustement à la loi de Log-Normale.

La détermination des averses, ou pluies de courte durée, est effectuée à partir des pluies maximales journalières, selon la relation suivante.

$$P_{t,p\%} = P_{\max,j,p\%} \times \left(\frac{t}{24}\right)^b \quad (\text{II.16})$$

Avec :

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

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

t : La durée de l'averse (h).

b : L'exposant climatique de la région ($b=0.37$).

Pour le calcul de l'intensité moyenne de précipitation nous utilisons la formule de MONTANARI :

$$I_{(t15 \text{ min}, p\%)} = I_{(24, p\%)} \left(\frac{t}{24}\right)^{b-1} \quad (\text{II.17})$$

$I_{(t15 \text{ min}, p\%)}$: L'intensité moyenne de précipitation pour une averse de fréquence (p%).

$I_{(24, p\%)}$: L'intensité moyenne de précipitation pour une journée de fréquence (p%) donnée.

t : La durée de l'averse en heure, $t=0.25\text{h} = 15 \text{ min}$ pour une période de retour de 10 ans.

b : L'exposant climatique de la région ($b=0,37$).

Nous aurons donc :

$$I_{(t15 \text{ min}, 10\%)} = I_{(24, 10\%)} \left(\frac{t}{24}\right)^{b-1} = \frac{P_{(24, 10\%)}}{24} \left(\frac{t}{24}\right)^{b-1}$$

D'après la loi de GALTON :

$$I_{(t15 \text{ min}, 10\%)} = \frac{77.4}{24} \left(\frac{0.25}{24}\right)^{0.37-1}$$

$$I_{(t15 \text{ min}, 10\%)} = 57.195 \text{ mm/h}$$

$$I = \frac{57.195 \times 10000}{3600} = 158.875 \text{ l/s/ha}$$

Avec $\frac{10000}{3600}$ terme de conversion du mm /h en l/s/ha.

Le tableau suivant regroupe les résultats de calcul de la pluie et l'intensité de courte durée :

T	5		10		20		50		100	
X_t	62.6		77.4		92.3		112		128	
t(h)	P_t (mm)	i_t(mm/h)								
0.1	8.239	82.394	10.187	101.874	12.149	121.485	14.741	147.414	16.847	168.474
0.2	10.648	53.241	13.166	65.828	15.7	78.501	19.051	95.256	21.773	108.864
0.25	11.565	46.259	14.299	57.195	17.051	68.206	20.691	82.763	23.647	94.587
0.5	14.946	29.891	18.479	36.958	22.036	44.073	26.740	53.480	30.560	61.120
0.75	17.365	23.153	21.470	28.627	25.603	34.138	31.068	41.424	35.506	47.342
1	19.315	19.315	23.882	23.882	28.479	28.479	34.557	34.557	39.494	39.494
2	24.962	12.481	30.863	15.432	36.805	18.402	44.660	22.330	51.040	25.520
3	29.002	9.667	35.859	11.953	42.762	14.254	51.889	17.296	59.302	19.767
4	32.260	8.065	39.886	9.972	47.565	11.891	57.717	14.429	65.962	16.491

Table II.8 — Pluies et intensités de courte durée de différentes périodes de retour.

II.6 Conclusion

L'étude hydrologique nous a permis de déterminer l'intensité moyenne maximale en se basant sur les précipitations maximales journalières. En utilisant la loi de Galton, nous avons pu déterminer une intensité de 158,875 l/s/ha pour l'estimation des débits pluviaux.

Chapitre III

CALCUL DE BASE

III.1 Introduction

L'assainissement est, par définition une technique qui consiste à évacuer par voie hydraulique, le plus rapidement possible, et sans stagnation, les déchets provenant d'une agglomération humaine ou, plus généralement, d'un centre d'activité économique afin d'éviter toute contamination de l'environnement par les déchets évacués [4].

Dans ce contexte, il est essentiel de dimensionner un réseau d'assainissement, ce qui nécessite de passer par plusieurs étapes préliminaires, dont le calcul de base.

Ce chapitre abordera l'estimation du nombre d'habitants pour un horizon de calcul défini, le choix du système d'assainissement, ainsi que le schéma de collecte et d'évacuation des eaux.

III.2 Situation démographique

La population de la vallée des jardins de Mostaganem est estimée en 2007 à 11291 habitants avec un taux d'accroissement égal à 2,4 % (d'après l'APC de Mostaganem)

Afin de prévoir toute extension imprévisible de la région et de répondre aux besoins, nous estimons le nombre d'habitants pour des périodes futures en utilisant la loi des accroissements géométriques. Il existe deux types d'estimations de population : à court terme, de 5 à 10 ans, et à long terme, de 10 à 50 ans.

Dans notre cas, nous procédons à une estimation à long terme. Pour cela, nous utiliserons la formule de croissance géométrique basée sur l'équation de l'intérêt composé.

Si on connaît le taux de la croissance annuelle de la population, nous pouvons alors appliquer cette méthode.

$$P_t = P_0 \cdot (1 + T)^n \quad (\text{III.1})$$

Où :

P_t : La population à l'horizon futur.

n : La différence en années entre l'année de référence et l'année de l'horizon de calcul.

T : Taux de croissance de la population considérée.

P₀ : La population à l'année de référence ($P_0=11291$).

Le taux d'accroissement est évalué à 2.4% .

Les résultats des estimations de la population sont reportés dans le tableau ci-dessous :

Année	2007	2024	2054
Population	11291	16898	34422

Table III.1 — Estimation de l'évolution future de la population

Remarque : l'horizon de calcul est fixé à 2054 pour le dimensionnement de notre futur réseau d'assainissement.

III.3 Découpage de l'aire d'étude en surfaces élémentaires

III.3.1 Choix de la limite des surfaces élémentaires

Le découpage de l'aire d'étude en surfaces élémentaires doit être fait selon [3] :

- La nature des sols.
- La densité des habitations.
- Les courbes de niveau.
- Les routes et voiries existantes.
- Les pentes et les contres pentes.
- Les limites naturelles (Oueds, Talwegs, etc).

III.4 Systèmes d'assainissement

Les systèmes d'évacuation sont principalement constitués de conduites à écoulement à surface libre, de canaux et de fossés. En général, on distingue trois types de systèmes d'évacuation, à savoir :

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

III.4.1 Système unitaire

C'est le véritable «tout-à-l'égout»; l'évacuation de l'ensemble des eaux usées et pluviales est assurée par un unique réseau, généralement pourvu de déversoirs permettant en cas d'orage le rejet d'une partie des eaux, par surverse, directement dans le milieu naturel [5].

Ce système nécessite des ouvrages d'égout et station d'épuration relativement importants afin de pouvoir absorber les pointes de ruissellement [4].

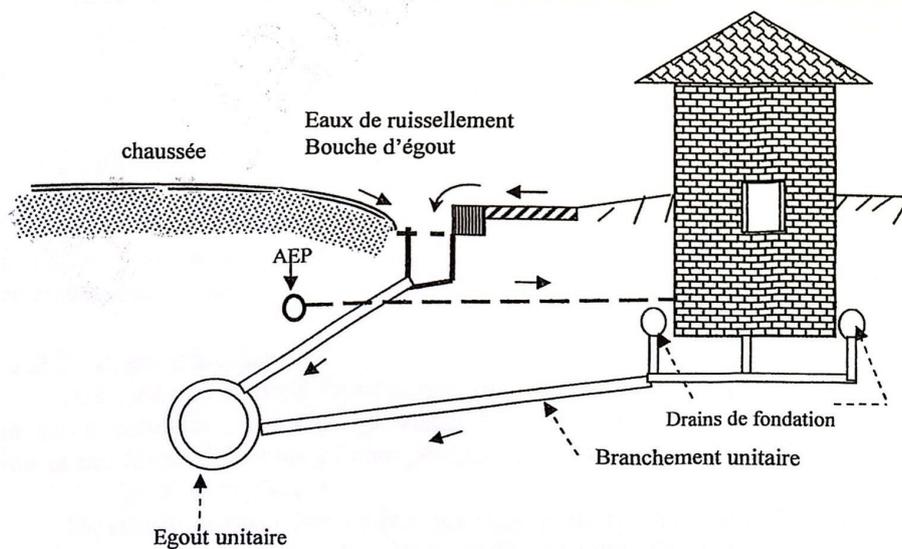


Figure III.1 — Schéma représentatif des branchements dans le système unitaire

Source : [6]

III.4.2 Système séparatif

Ce système comprend :

- Un réseau pluvial.
- Un réseau d'eaux usées domestiques.

Les deux réseaux peuvent, à certains tronçons, avoir le même tracé. Cependant, ils ont souvent des tracés distincts. Le réseau pluvial peut se déverser directement dans un cours d'eau sans passer par une station d'épuration, tandis que l'autre réseau doit impérativement y aboutir.

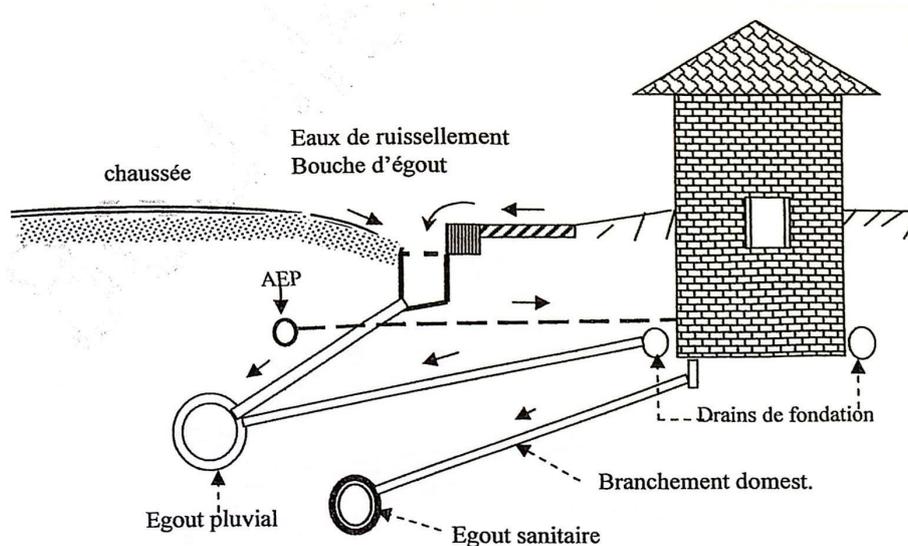


Figure III.2 — Schéma représentatif des branchements dans le système séparatif

Source : [6]

III.4.3 Système pseudo-séparatif

Le système pseudo-séparatif est un système dans lequel on divise les apports d'eaux pluviales en deux parties : L'une provenant uniquement des surfaces de voirie qui s'écoule par des ouvrages particuliers des services de la voirie municipale : caniveaux aqueducs, fossés avec évacuation directe dans la nature.

L'autre provenant des toitures et des cours sont raccordées au réseau d'assainissement à l'aide des mêmes branchements que ceux des eaux usées domestiques. On recoupe ainsi les évacuations des eaux d'un même immeuble [5].

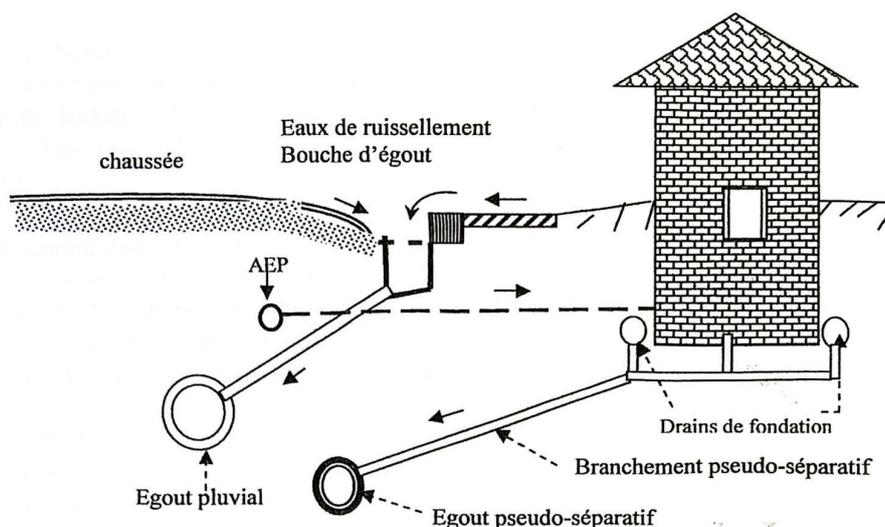


Figure III.3 — Schéma représentatif des branchements dans le système pseudo-séparatif

Source : [6]

III.5 Avantages et inconvénients des systèmes d'assainissement

Les avantages et les inconvénients de chaque système sont présentés dans le tableau ci-dessous

Systeme	Domaine d'utilisation	Avantages	Inconvénients
Unitaire	<ul style="list-style-type: none"> - Topographie à faible relief. - Débit minimal du cours d'eau récepteur important. - Milieu récepteur éloigné des points de collecte. 	<ul style="list-style-type: none"> - Réduction des risques de pollution des eaux de surface par la combinaison des flux d'eau. - Pas de risque d'inversion de branchement. - Conception simple, un seul branchement par immeuble. - Réduction des coûts de construction (coût économique). 	<ul style="list-style-type: none"> - Dilution fluctuante des eaux usées. - Apport important de sable à la station d'épuration. - Risque accru de pollution en cas de fortes pluies. - Capacités limitées des stations d'épuration, ce qui peut entraîner des débordements d'eaux usées non traitées.
Séparatif	<ul style="list-style-type: none"> - Petites et moyennes agglomérations. - Faible débit d'étiage du cours d'eau récepteur. 	<ul style="list-style-type: none"> - Diminution des sections des collecteurs. - Exploitation plus facile de la station d'épuration. 	<ul style="list-style-type: none"> - Coût d'investissement élevé. - Surcharge possible des capacités des réseaux d'assainissement lors de fortes précipitations.
Pseudo-séparatif	<ul style="list-style-type: none"> - Présence d'un milieu récepteur proche. - Petites et moyennes agglomérations. 	<ul style="list-style-type: none"> - Flexibilité accrue des réseaux pour répondre aux exigences environnementales tout en réduisant les coûts. - Diminution de la taille des collecteurs traversant la ville en acheminant le gros des eaux pluviales en dehors. - Élimination du problème des faux branchements. 	<ul style="list-style-type: none"> - Maintenance régulière nécessaire pour éviter les obstructions et les débordements. - Risque accru de fuites d'eaux usées en raison du nombre élevé de points d'accès. - Perturbation du fonctionnement de la station d'épuration due à la variabilité de la charge polluante en qualité et en quantité.

Table III.2 — Avantages et inconvénients des différents systèmes

III.6 Choix du système d'assainissement

Le choix entre les différents systèmes de gestion des eaux doit tenir compte des conditions locales, notamment :

- l'urbanisation de l'agglomération et son encombrement.
- La structure du terrain naturel.
- L'aspect économique, qui nécessite une analyse comparative des différentes options.
- La compatibilité avec le réseau existant en cas d'extension.

Remarque : Pour notre agglomération, le système unitaire est choisi en raison de ses nombreux avantages et de l'espace limité des voiries.

III.7 Schémas d'évacuation

Dans les réseaux d'assainissement, l'écoulement est généralement gravitaire, sauf dans certains cas particuliers, où il dépend du relief et de la topographie.

On distingue cinq schémas d'évacuation :

III.7.1 Schéma perpendiculaire

L'écoulement s'effectue dans le cours d'eau le plus proche. On adopte ce type de schéma pour les eaux pluviales des réseaux séparatifs lorsqu'aucun traitement n'est prévu.

Suivant la disposition des collecteurs, on distingue :

- Le schéma perpendiculaire étagé.
- Le schéma perpendiculaire simple.

III.7.2 Schéma par déplacement latéral

On adopte ce type de schéma lorsqu'il est nécessaire de traiter les eaux usées, avec l'acheminement de toutes les eaux vers un unique point dans la mesure du possible.

III.7.3 Schéma à collecteur transversal ou oblique

Ce type de schéma est adopté lorsque la pente du terrain est faible. Il comporte des ramifications de collecteurs permettant de transporter l'effluent vers l'aval de l'agglomération.

III.7.4 Schéma à collecteur étagé

Il s'agit d'une transposition du schéma à déplacement latéral, avec une multiplication des collecteurs longitudinaux pour éviter de surcharger certains collecteurs. Lorsque l'agglomération est étendue et que la pente est relativement faible, il est nécessaire de réaliser l'assainissement à plusieurs niveaux.

III.7.5 Schéma radial

C'est un schéma adopté pour les terrains plats. Les eaux sont collectées en un point bas, pour être ensuite relevées vers :

- Un collecteur fonctionnant à surface libre.
- Un cours d'eau récepteur.
- Une station d'épuration.

Remarque : Compte tenu de la configuration du site et en suivant le chemin hydraulique le plus long, nous optons pour un schéma à déplacement latéral.

III.8 Coefficient de ruissellement

III.8.1 Évaluation du coefficient de ruissellement

Le coefficient de ruissellement est le rapport caractérisant le volume d'eau qui ruisselle sur une surface, au volume d'eau tombé sur cette surface [6].

La valeur du coefficient de ruissellement dépend de :

- L'humidité de l'aire.
- La température.
- La vitesse et la direction du vent.
- L'orientation de la pluie.
- L'humidité de la surface.
- La capacité de la surface de retenir l'eau.
- La durée des pluies.
- La densité de la population.
- L'occupation du sol.
- L'inclinaison.
- Du genre et de la densité de la surface à drainer (terre limoneuse avec ou sans végétation, sable, rocher...).

Donc pour déterminer le coefficient de ruissellement on prend tous ces facteurs en considération pour s'approcher du vrai coefficient de ruissellement dans la pratique, car une mauvaise estimation de ce dernier conduit à un sur ou sous dimensionnement des collecteurs d'eaux pluviales [7].

En général le coefficient de ruissellement est estimé suivant deux cas :

- **En fonction de la nature des surfaces à drainer :** Les valeurs du coefficient de ruissellement de ces surfaces sont estimées d'une façon approchée, vu l'hétérogénéité de la nature de ces surfaces [6].

Nature de la surface	Valeurs du coefficient Cr
Toit en métal, tuile, ardoise	0,9
Chaussée avec peu de joints	0,85 - 0,9
Pavés en pierres naturelles, briques avec joints cimentés	0,75 - 0,85
Pavage en blocages	0,4 - 0,5
Surface goudronnées	0,25 - 0,7
Chemin en gravier	0,25 - 0,3
Gare, terrain de sport	0,1 - 0,3
Parcs, jardins, gazons	0,05 - 0,25
Forêts	0,01 - 0,2

Table III.3 — Estimation du coefficient de ruissellement suivant la nature de la surface

Source : [6]

→ **En fonction de la densité de population**, celle-ci influence fortement le coefficient de ruissellement, étant donné que les surfaces habitables sont souvent revêtues (toitures ou surfaces goudronnées).

Densité de population par hectare	Coefficients de ruissellement
20	0,23
30 - 80	0,2 - 0,27
60 - 150	0,25 - 0,34
150 - 200	0,3 - 0,45
200 - 300	0,6 - 0,62
300 - 400	0,6 - 0,8
400 - 600	0,7 - 0,9

Table III.4 — Coefficient de ruissellement pour différentes densités de population

Source : [3]

III.8.2 Coefficient de ruissellement pondéré

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

$$Cr_p = \frac{\sum Cr_i A_i}{A} \quad (\text{III.2})$$

Avec :

A_i : La surface élémentaire de chaque sous-bassin.

A : La surface totale de la zone urbanisée.

Cr_p : Le coefficient de ruissellement pondéré total.

Cr_i : Le coefficient de ruissellement de chaque sous-bassin.

N°de sous bassin	Surface A_i (ha)	Cr_i
1	9,92	0,69
2	9,81	0,60
3	9,10	0,60
4	10,28	0,59
5	7,51	0,43
6	8,77	0,65
7	9,51	0,45
8	9,06	0,57
9	8,38	0,60
10	9,89	0,62
11	9,39	0,60
12	11,59	0,85
13	4,50	0,61
14	8,01	0,60
16	9,82	0,45

Table III.5 — Coefficient de ruissellement pour chaque sous-bassin

Application numérique :

$$Cr_p = \frac{85,79}{143,51} = 0,6$$

Remarque : Dans notre cas, le coefficient de ruissellement énuméré dans le tableau ci-dessus a été estimé d'une manière pondérée en fonction de la nature du sol de chaque localité qui sera par hypothèse une zone urbanisée à l'horizon de calcul.

III.8.3 Calcul de la densité partielle

Après avoir estimé les coefficients de ruissellement de chaque sous-bassin, nous déterminons le nombre d'habitants correspondant.

Pour ce faire, il est nécessaire de calculer la densité partielle et cela par la relation suivante :

$$D_i = \frac{Cr_i \times P}{Cr_p \times A} \quad (\text{III.3})$$

Avec ;

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

Cr_p : Le coefficient de ruissellement pondéré total.

Cr_i : Le coefficient de ruissellement de chaque sous-bassin.

P : La population globale à l'horizon de calcul.

A : La surface totale de la zone urbanisée (ha).

III.8.4 Calcul du nombre d'habitant de chaque sous bassin

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

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

Avec ;

P_i : La population partielle du sous-bassin considéré.

A_i : La surface partielle du sous-bassin considéré (ha).

Les résultats de calcul du nombre d'habitants des sous bassins, sont reportés dans le tableau suivant.

N° de sous bassin	Surface A_i (ha)	Cr_i	D_i	P_i
1	9,92	0,69	277	2747
2	9,81	0,60	241	2362
3	9,10	0,60	241	2191
4	10,28	0,59	237	2434
5	7,51	0,43	173	1296
6	8,77	0,65	261	2287
7	9,51	0,45	181	1717
8	9,06	0,57	229	2072
9	8,38	0,60	241	2017
10	9,89	0,62	249	2460
11	9,39	0,60	241	2261
12	11,59	0,85	341	3953
13	4,50	0,61	245	1101
14	8,01	0,60	241	1928
15	7,97	0,57	229	1823
16	9,82	0,45	181	1773

Table III.6 — Nombre d'habitants pour chaque sous-bassin

III.9 Conclusion

En conclusion, la gestion hydraulique de l'eau et de l'assainissement constitue un pilier fondamental de la planification urbaine, en particulier dans une agglomération en pleine expansion. Pour l'horizon de calcul 2054, avec une population projetée de 34422 habitants et un découpage en 16 sous-bassins, les choix effectués, incluant un système d'assainissement unitaire et un réseau de collecte des eaux pluviales organisé selon un schéma à déplacement latéral, sont conçus pour anticiper les besoins futurs tout en respectant les normes environnementales et de santé publique. Le découpage en 16 sous-bassins permet une approche plus fine des caractéristiques locales, facilitant ainsi le dimensionnement optimal des canalisations et des infrastructures. Mettre en place un système de gestion performant et adapté aux besoins futurs est indispensable pour garantir un développement durable et préserver la qualité de vie dans cette agglomération en pleine croissance.

Chapitre IV

***ESTIMATION DES DÉBITS USÉS ET
PLUVIAUX***

IV.1 Introduction

Le réseau d'assainissement joue un rôle important dans la collecte et l'évacuation des eaux de ruissellement et des eaux usées de diverses origines. Il est donc essentiel de réaliser une évaluation précise des débits d'eaux usées et pluviales avant de dimensionner le réseau. Cette évaluation vise principalement à déterminer la quantité de rejets liquides provenant des habitations et des zones d'activités, qui varie en fonction de la nature de chaque secteur urbain. Une évacuation rapide et sécurisée de ces eaux est indispensable pour prévenir les risques de contamination humaine et de pollution environnementale. Par conséquent, l'évaluation des quantités à traiter est d'une importance capitale pour assurer la santé publique et la protection de l'environnement.

Pour l'agglomération de la vallée des jardins le système choisi est le système unitaire. Dans ce chapitre on va s'intéresser au calcul des débits à évacuer pour faire le bon dimensionnement de ce réseau.

IV.2 Origine et nature des eaux usées à évacuer

IV.2.1 Les eaux usées

Selon la nature des matières polluantes présentes dans l'effluent, on peut distinguer quatre origines :

1. Les eaux usées d'origine domestique.
2. Les eaux usées des services publiques.
3. Les eaux usées d'origine industrielle.
4. Les eaux parasites.

IV.2.1.1 Les eaux usées d'origine domestique

Ce sont les eaux de ménage issues des habitations des agglomérations. Elles sont principalement constituées des :

- **Eaux ménagères** : les eaux de cuisine, de vaisselle, de lavage, de bains et de douches ; elles sont évacuées par les éviers des lavabos et des baignoires.
- **Eaux vannes** : les eaux provenant des sanitaires.

Les quantités d'eaux domestiques à évacuer sont en fonction de la consommation en eaux potable, qui dépend des facteurs suivants :

- Le type d'habitations et leur niveau de confort.
- La disponibilité de la ressource.

IV.2.1.2 Les eaux usées des services publics

Ces eaux proviennent des infrastructures publiques (sanitaires, éducatives, touristiques, administratives, etc). Elles sont généralement chargées de matières grasses.

L'estimation des rejets est basée sur le nombre de personnes fréquentant ces lieux et sur la dotation en eau nécessaire pour chaque activité.

IV.2.1.3 Les eaux usées d'origine industrielle

Ces eaux proviennent des activités industrielles (usines). Les rejets contiennent souvent des substances chimiques et des métaux lourds, qui peuvent être extrêmement toxiques.

Les quantités d'eaux industrielles à évacuer dépendent de :

- La nature de l'industrie (Fabrication ou de transformation).
- Du procédé de fabrication utilisé.
- Du taux de recyclage des eaux.

Ces eaux doivent répondre à certaines conditions afin de préserver l'intégrité des conduites, notamment :

- Les eaux chaudes doivent avoir une température inférieure à 35°C.
- Elles ne doivent pas contenir de substances corrosives, solides ou toxiques ; sinon, un prétraitement doit être effectué au sein de l'unité industrielle.

IV.2.1.4 Les eaux parasites

Les eaux claires parasites sont des eaux qui transitent dans un réseau d'assainissement non conçu pour les recevoir. Elles pénètrent dans les collecteurs à travers des joints mal confectionnés ou déboîtés, ou encore par des fissures. Elles ont pour inconvénient de diluer les effluents d'eaux usées et de réduire la capacité de transport disponible dans les réseaux d'assainissement et les stations d'épuration.

En pratique, nous estimons le débit de ces eaux à environ $K = 0.15 \text{ l/s/ha}$.

IV.2.2 Les eaux pluviales

Les eaux pluviales sont des eaux de surface résultant principalement des précipitations atmosphériques, qui doivent être collectées et dirigées vers les canalisations d'évacuation pour prévenir les risques d'inondation.

Les eaux provenant d'arrosage, de lavage des marchés, des rues, des espaces publics, des jardins et des cours d'immeubles sont considérées comme des eaux pluviales et sont collectées par des ouvrages dédiés à cet effet, sauf dans les systèmes unitaires.

Au début des précipitations, les eaux pluviales contiennent une plus grande quantité de

matières organiques, surtout dans les zones industrielles, en raison du lessivage des surfaces. De plus, ces eaux transportent du sable qui peut s'accumuler dans les canalisations en cas de ralentissement de l'écoulement.

IV.3 Estimation des débits des eaux usées

L'évaluation quotidienne des eaux usées à évacuer est basée sur la consommation d'eau potable. La quantité de rejets varie selon la nature de l'agglomération et les divers types d'urbanisation, qu'il s'agisse d'établissements publics ou privés, d'industries ou d'usines, entre autres.

En règle générale, plus une agglomération est urbanisée, plus elle génère une grande quantité d'eau usée.

IV.3.1 Estimation des débits des eaux usées domestiques

Il est important de noter que l'eau consommée par l'utilisateur n'est pas intégralement rejetée dans le réseau. Nous estimons que 80% de l'eau consommée est rejetée comme eaux usées dans le réseau d'évacuation.

IV.3.1.1 Evaluation du débit moyen journalier

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

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

Avec :

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

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

D : La dotation journalière estimée à 180 (l/hab/j).

N : Le nombre d'habitants à l'horizon de calcul (hab).

IV.3.1.2 Evaluation du débit de pointe

Le rejet des eaux usées est aussi variable dans la journée, d'où on détermine le débit de pointe donné par la formule qui suit :

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

Avec :

Q_{pte} : Le débit de pointe (l/s).

$Q_{\text{moy},j}$: Le débit moyen journalier (l/s).

K_p : Le coefficient de pointe, qui est donné par les relations suivantes :

$$K_p = \begin{cases} 1.5 + \frac{2.5}{\sqrt{Q_{\text{moy},j}}} & \text{si } Q_{\text{moy},j} \geq 2.81/\text{s} \\ 3 & \text{si } Q_{\text{moy},j} < 2.81/\text{s} \end{cases}$$

IV.4 Evaluation des débits des équipements

Les débits des équipements en place et prévus dans la commune seront maintenant calculés afin d'évaluer le débit des eaux usées pour chaque surface élémentaire.

Les résultats obtenus pour les équipements industriels sont résumés dans le tableau IV-1 ci-dessous.

N° de sous-bassins	Industries	Unité de mesure	Quantité de production	Dotation (l/j/produit)	Q_{moy} (l/s)	K_p	Q_{pte} (l/s)
2	Ferronnerie	Produit	5	1000	0,0463	3	0,139
4	Usine de yaourt	Lait	2500	5	0,1447	3	0,434

Table IV.1 — Evaluation des débits d'eaux usées des équipements industriels

Les résultats obtenus pour les équipements publics sont résumés comme suit dans le tableau IV-2 :

N° du S.B	Type d'équipements	Unité de mesure	Usagers	Dotation(l/j/unité)	Q_{moy} (l/s)	K_p	Q_{pte} (l/s)	$Q_{\text{usée tot}}$ (l/s)	$Q_{\text{usée tot}}$ (m^3/s)
1	Ecole primaire	Elève	200	20	0,0370	3	0,111	0,202	2,0E-04
	Stade	m^2	1094	3	0,0304	3	0,091		
2	Mosquée	Fidèle	250	15	0,0347	3	0,104	0,104	1,0E-04
4	Ecole primaire	Elève	200	20	0,0370	3	0,111	0,111	1,1E-04
7	Ecole primaire	Elève	200	20	0,0370	3	0,111	0,1111	0,0001
10	CEM	Elève	650	20	0,1204	3	0,361	0,472	4,7E-04
	Ecole primaire	Elève	200	20	0,0370	3	0,111		
12	Mosquée	Fidèle	250	15	0,0347	3	0,104	0,104	1,0E-04
13	Hôtel	Chambre	56	240	0,1244	3	0,373	0,3733	3,7E-04
14	Mosquée	Fidèle	250	15	0,0347	3	0,104	0,104	1,0E-04

Table IV.2 — Evaluation des débits d'eaux usées des équipements publics

IV.5 Evaluation des débits des eaux pluviales

Toute étude d'un réseau d'assainissement doit passer par la détermination des débits des eaux pluviales à évacuer, comprenant les eaux de pluie et de drainage.

Le problème de l'évacuation des débits pluviaux dans les bassins versants a fait l'objet de nombreuses études théoriques.

On peut citer deux méthodes essentielles d'évacuation des débits pluviaux :

1. Méthode rationnelle.
2. Méthode superficielle.

IV.5.1 Méthode rationnelle

Il s'agit d'une méthode qui estime le débit à partir d'un découpage du bassin versant en secteurs délimités par des lignes isochrones. Cette méthode évalue les débits pluviaux d'une averse d'intensité moyenne " i ", supposée constante pendant la durée de la pluie, sur des surfaces d'influence de superficie " A ", caractérisées par un coefficient de ruissellement " Cr ".

La méthode rationnelle est exprimée par la formule suivante :

$$Q = \alpha \cdot Cr \cdot i \cdot A \quad (\text{IV.3})$$

Avec ;

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

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

Cr : Le coefficient de ruissellement.

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

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

- On le calcule suivant le cheminement hydraulique le plus long et la géométrie de la surface (voir Figure IV-1).

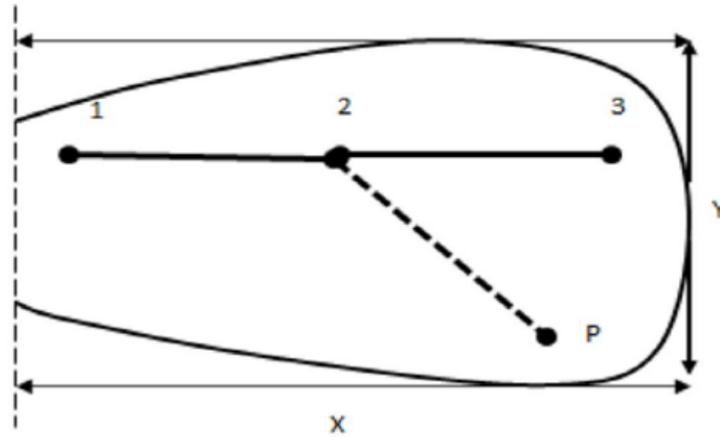


Figure IV.1 — Principe schématique de détermination du coefficient α

Tel que :

P : Le point qui se trouve en amont du collecteur 1-2.

P₋₂ : La distance entre le point 2 et p.

P₋₂ (m)	200	400	600	800	1000	1200	1400
$y < \frac{x}{2}$	0,91	0,88	0,85	0,83	0,81	0,79	0,77
$y > \frac{x}{2}$	0,9	0,86	0,83	0,8	0,78	0,76	0,75
P₋₂ (m)	1600	1800	2000	2200	2400	2600	2800
$y < \frac{x}{2}$	0,76	0,75	0,73	0,72	0,7	0,69	0,68
$y > \frac{x}{2}$	0,72	0,7	0,69	0,67	0,66	0,64	0,63

Table IV.3 — Valeurs du coefficient réducteur « α », en fonction de la distance P_{-2}

Source : [6]

IV.5.1.1 Hypothèses de la méthode rationnelle

Les hypothèses de base sont les suivantes :

- On ne constate le débit de pointe Q_p à l'exutoire que si la durée de l'averse dépasse le temps de concentration du bassin versant.
- Elle suppose des surfaces élémentaires de forme remarquable ayant la même nature de surface.
- Le débit de pointe a la même période de retour que l'intensité moyenne qui le génère.
- Le débit de pointe est proportionnel à l'intensité moyenne mesurée sur une durée équivalente au temps de concentration du bassin versant.

IV.5.1.2 Validité de la méthode rationnelle

Cette méthode est particulièrement efficace pour des aires relativement restreintes. Les résultats sont meilleurs pour des surfaces plus petites en raison de la précision accrue de l'estimation du coefficient de ruissellement. De plus, elle est applicable aux surfaces où le temps de concentration ne dépasse pas 30 minutes.

IV.5.1.3 Temps de concentration

Le temps de concentration est défini comme étant le temps mis par la pluie tombée au point le plus éloigné.

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

- t_1 : Temps mis par l'eau pour s'écouler dans les canalisations ; $t_1 = \frac{L}{60 \cdot V}$.
- t_2 : Temps mis par l'eau pour atteindre le premier ouvrage d'engouffrement, ce temps varie de 2 à 20 min.
- t_3 : Temps de ruissellement sur un parcours ne comportant pas de canalisations ;
 $t_3 = \frac{L}{11\sqrt{I}}$.

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).

Il existe trois scénarios possibles à considérer :

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

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

$$t_c = 3,98 \left(\frac{L}{\sqrt{I}} \right) \quad (\text{IV.4})$$

Avec :

I : La pente du terrain (%).

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

IV.5.2 Méthode superficielle

Les travaux de M. Caquot ont permis d'établir l'expression littérale du débit d'un bassin versant urbanisé pour une fréquence «F» donnée. Les récentes recherches, appuyées par des tests expérimentaux, ont permis de déterminer la valeur numérique des coefficients de cette expression. Le débit de fréquence de dépassement «F», est représenté par la formule superficielle suivante [4].

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

Parmi les différents paramètres, les fonctions de $a(F)$ et/ou de $b(F)$ sont elles-mêmes.

$$i(t.F) = a(F)tb(F) \quad (\text{IV.6})$$

$$K = \frac{0.5 b(F) a(F)}{6.6} \quad (\text{IV.7})$$

$$U = 1 + 0.287 \cdot b(F) \quad (\text{IV.8})$$

$$V = -0.41 \cdot b(F) \quad (\text{IV.9})$$

$$W = 0.95 + 0.507 \cdot b(F) \quad (\text{IV.10})$$

IV.5.2.1 Validité de la méthode superficielle

À l'heure actuelle, dans le domaine de la vérification de l'ajustement du modèle de M. Caquot, les formules d'expression du débit, quel que soit le période de retour sélectionné, sont valides comme suit [5] :

- La pente doit être comprise entre $(0.2\% < I < 5\%)$.
- Une superficie totale < 200 ha.
- Le coefficient de ruissellement $(0.2 < Cr < 1)$.
- Le coefficient d'allongement $(0.8 < M < 2)$.

IV.5.3 Choix de la méthode

La méthode rationnelle est la plus adaptée à notre situation en fonction des limites de chacune de ces méthodes, en prenant en considération les caractéristiques de notre agglomération en termes de surface, de pente et de coefficient de ruissellement.

Dans notre projet, nous avons supposé que le tissu à l'avenir sera urbanisé, ce qui signifie que le temps de concentration sera égal à : $T_c = t_1 + t_2$.

Les résultats obtenus par la méthode rationnelle sont mentionnés dans le tableau suivant :

N° du sous-bassin	A_i (ha)	Cr_i	i (l/s/ha)	α	Q_{pl} (l/s)	Q_{pl} (m ³ /s)
1	9,92	0,69	158,87	0,68	739,45	0,74
2	9,81	0,6	158,87	0,68	635,87	0,64
3	9,1	0,6	158,87	0,68	589,85	0,59
4	10,28	0,59	158,87	0,68	655,23	0,66
5	7,51	0,43	158,87	0,68	348,87	0,35
6	8,77	0,65	158,87	0,68	615,83	0,62
7	9,51	0,45	158,87	0,68	462,32	0,46
8	9,06	0,57	158,87	0,68	557,90	0,56
9	8,38	0,6	158,87	0,68	543,18	0,54
10	9,89	0,62	158,87	0,68	662,43	0,66
11	9,39	0,6	158,87	0,68	608,65	0,61
12	11,59	0,85	158,87	0,68	1064,27	1,06
13	4,5	0,61	158,87	0,68	296,55	0,30
14	8,01	0,6	158,87	0,68	519,20	0,52
15	7,97	0,57	158,87	0,68	490,78	0,49
16	9,82	0,45	158,87	0,68	477,39	0,48

Table IV.4 — Calcul des débits pluviaux pour chaque surface élémentaire

IV.6 Calcul du débit total

Si le réseau choisi est unitaire, il est nécessaire de déterminer le débit total dans chaque surface élémentaire, en additionnant les débits pluviaux, parasites et d'eaux usées.

Le débit total dans chaque surface élémentaire est résumé dans le tableau ci-dessous :

N° sous-bassin	Q_{parasite} (l/s)	$Q_{\text{usé}}$ (l/s)	Q_{equip} (l/s)	Q_{indus} (l/s)	Q_{pl} (l/s)	Q_{total} (l/s)	Q_{total} (m^3/s)
1	1,488	13,907	0,202	-	739,455	753,362	0,753
2	1,4715	12,580	0,104	0,139	635,874	648,454	0,648
3	1,365	11,620	-	-	589,853	601,472	0,601
4	1,542	13,207	0,111	0,434	655,233	668,441	0,668
5	1,1265	7,607	-	-	348,866	356,473	0,356
6	1,3155	11,914	-	-	615,834	627,748	0,628
7	1,4265	10,059	0,111	-	462,321	472,380	0,472
8	1,359	11,185	-	-	557,897	569,082	0,569
9	1,257	10,883	-	-	543,183	554,066	0,554
10	1,4835	13,168	0,472	-	662,428	675,596	0,676
11	1,4085	11,914	-	-	608,650	620,564	0,621
12	1,7385	18,142	0,104	-	1064,273	1082,415	1,082
13	0,675	6,553	0,373	-	296,547	303,100	0,303
14	1,2015	10,607	0,104	-	519,200	529,807	0,530
15	1,1955	10,111	-	-	490,777	500,887	0,501
16	1,473	10,203	-	-	477,392	487,595	0,488

Table IV.5 — Calcul des débits pour chaque surface élémentaire

IV.7 Conclusion

Ce chapitre nous a permis de déterminer le débit total à évacuer, incluant les débits d'eaux usées et d'eaux pluviales. Grâce à cela, il a été possible d'évaluer les surfaces et les débits pour chaque unité de surface. Les superficies de ces zones varient entre 4,5 ha et 11,59 ha, avec des débits allant de $0,303 m^3/s$ à $1,082 m^3/s$. Ces valeurs seront essentielles pour effectuer un calcul hydraulique précis et dimensionner adéquatement toutes les composantes du réseau sélectionné ainsi que ses infrastructures annexes.

Chapitre V

***DIMENSIONNEMENT DU RÉSEAU
D'ASSAINISSEMENT***

V.1 Introduction

Une fois que tous les débits ont été déterminés, nous procédons au dimensionnement des ouvrages en respectant certaines normes d'écoulement. D'un point de vue sanitaire, les réseaux d'assainissement doivent garantir :

- L'évacuation rapide des matières fécales hors de l'habitation.
- Le transport des eaux usées dans des conditions d'hygiène satisfaisantes.

Les ouvrages d'évacuation, tels que les collecteurs et les regards, doivent respecter des normes spécifiques d'écoulement. Leur implantation en profondeur est réalisée de manière à satisfaire les exigences de résistance mécanique face aux charges extérieures et à optimiser le tracé des collecteurs.

V.2 Conception du réseau

C'est la concrétisation de tous les éléments constituant le réseau sur un schéma global.

→ **Les collecteurs sont définis par leur :**

- Profondeur.
- Emplacement (en plan).
- Diamètres (intérieur et extérieur).
- Pente.
- Leur joints et confection.

→ **Les regards sont également définis par leur :**

- Profondeur.
- Emplacement (en plan).
- Côtes.

V.2.1 Conditions d'écoulement et de dimensionnement

Dans notre projet, l'évacuation des eaux repose sur un écoulement gravitaire qui doit maintenir une vitesse suffisante pour assurer l'auto-curage sans endommager les conduites. Les conditions minimales requises pour garantir l'auto-curage des réseaux d'assainissement sont les suivantes [6] :

- $V \geq 1 \text{ m/s}$ pour un débit $Q = Q_{ps}$.
- $V \geq 0.6 \text{ m/s}$ pour un débit $Q = 10\% Q_{ps}$.
- $V \geq 0.3 \text{ m/s}$ pour un débit $Q = 1\% Q_{ps}$.

Des vitesses d'écoulement élevées peuvent entraîner l'érosion des conduites, des défaillances au niveau des joints, voire changer les conditions d'écoulement initialement prévues. Il est donc essentiel de fixer des limites aux vitesses maximales afin d'assurer la

durabilité et la fiabilité du système.

V.2.2 Mode de calcul

Avant de procéder au calcul hydraulique du réseau d'assainissement, nous prenons en compte les hypothèses suivantes :

- L'écoulement est uniforme à surface libre, et le gradient hydraulique de perte de charge est égal à la pente du radier.
- Les canalisations d'égouts, dimensionnées pour un débit en pleine section (Q_{ps}), transportent en réalité, la plupart du temps, des volumes d'eau inférieurs à ceux pour lesquels elles ont été conçues.

V.2.2.1 Base de calcul

Le débit de l'écoulement dans les collecteurs est déterminé par la formule de continuité (écoulement à surface libre) :

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

Avec :

Q : Le débit capable de l'ouvrage (m^3/s).

S_m : La section mouillée (m^2).

V : La vitesse d'écoulement (m/s).

La formule d'écoulement utilisée pour calculer les collecteurs est celle de CHEZY, où la vitesse d'écoulement est calculée par l'expression suivante :

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

Avec :

V : La vitesse d'écoulement (m/s).

C : Le coefficient de Chézy, qui dépend des paramètres hydrauliques et géométriques de l'écoulement.

I : La pente motrice de l'écoulement (m/m).

R_h : Le rayon hydraulique (m), donné par :

$$R_h = \frac{S_m}{P_m} \quad (\text{V.3})$$

P_m : Le périmètre mouillé (m).

V.2.2.2 Formule de Manning-Strickler

Le coefficient de Chézy est exprimé comme suit :

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

Avec :

K : Le coefficient de rugosité (de Manning-Strickler), sa valeur varie en fonction du type de l'ouvrage, de son matériau et de son état.

La vitesse d'écoulement se calcule par l'expression suivante :

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

Et le débit de l'ouvrage :

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

Procédé de calcul :

1. Déterminer le débit et la pente pour chaque point.
2. Le diamètre calculé est exprimé par :

$$D_{\text{cal}} = \left(\frac{3.2036 \times Q_t}{K_s \times \sqrt{I}} \right)^{\frac{3}{8}} \quad (\text{V.7})$$

Où :

$$Q_t = Q_{eu} + Q_{pl} \quad (\text{V.8})$$

Avec :

Q_{eu} (m³/s) : Le débit des eaux usées.

Q_{pl} (m³/s) : Le débit d'eau pluvial.

Type de matériaux	Coefficient de rugosité K_s
Conduites métalliques rivées ou avec de nombreuses soudures	60
Béton rugueux	60
Conduites et fontes ou en béton (très vieilles)	70
Conduites en fonte, en service ou en béton avec joints serrés	75
Fonte neuve, maçonnerie très lisse	80
Acier revêtu, béton bien lissé	85
Conduites en béton très lisses, en fibrociment, en tôle sans soudures, Acier galvanisé	90
Fonte revêtue intérieurement neuve	90
Conduite en PVC, PEHD	100

Table V.1 — Coefficient de rugosité de Strickler pour divers types de matériaux
Source : BOURRIER.R (2008)

3. Fixer le diamètre normalisé de la conduite « D_n ».
4. La vitesse à pleine section est calculée.

On a :

$$V_{ps} = K \times \left(\frac{D_n}{4} \right)^{\frac{2}{3}} \quad (\text{V.9})$$

Le débit à pleine section :

$$Q_{ps} = \frac{\pi \times D_n^2}{4} \times V \quad (\text{V.10})$$

5. Le rapport des débits :

$$R_q = \frac{Q_t}{Q_{ps}} \quad (\text{V.11})$$

6. Le rapport des vitesses :

$$R_v = \frac{V_{\text{moy}}}{V_{ps}} \quad (\text{V.12})$$

7. Le rapport des hauteurs :

$$R_h = \frac{H}{D_{\text{nor}}} \quad (\text{V.13})$$

V.2.2.3 Formule de BAZIN

Le coefficient de Chézy est donné, à son tour, par la formule de Bazin :

$$C = \frac{87}{1 + \frac{\gamma}{\sqrt{R_h}}} \quad (\text{V.14})$$

Où :

γ : Coefficient de BAZIN, qui change en fonction des matériaux employés et de la nature des eaux transportées.

Réseau unitaire

Il est important de noter que des dépôts peuvent se former, entraînant un écoulement sur des parois semi-rugueuses. Par conséquent, le coefficient associé à la relation de Bazin a été fixé à $\gamma = 0.46$.

Le coefficient de Chézy a été approximativement exprimé par l'équation suivante :

$$C = 60 \times R_h^{\frac{1}{4}} \quad (\text{V.15})$$

Alors, la vitesse d'écoulement et le débit de l'ouvrage peuvent être exprimés comme suit :

$$V = 60 \times R_h^{\frac{3}{4}} \times I^{\frac{1}{2}} \quad (\text{V.16})$$

$$Q = 60 \times R_h^{\frac{3}{4}} \times I^{\frac{1}{2}} \times S_m \quad (\text{V.17})$$

Les abaques de Bazin

Les abaques présentés en annexe ont été développés en se basant sur la formule de Chézy-Bazin. Le coefficient "K" de la formule de Manning-Strickler a été déterminé en tenant compte de la nature de l'effluent, du matériau de la canalisation, et du type de joint.

Ces abaques sont spécifiquement conçus pour des débits en pleine section, avec un rayon hydraulique (R_h) équivalent à la moitié du diamètre ($\frac{D_n}{4}$) [8].

Ils sont classés comme suit :

- **Abaque 1** : pour les réseaux pluviaux en système séparatif ou aux réseaux unitaires.
- **Abaque 2-a** : pour les canalisations circulaires.
- **Abaque 2-b** : pour les canalisations ovoïdes.

De plus, deux nomogrammes, le 3-a et le 3-b, illustrent les variations des débits et des vitesses en fonction de la hauteur de remplissage. Ces nomogrammes sont utilisés pour évaluer les capacités des conduites ou pour déterminer les possibilités d'auto-nettoyage. Le 3-a s'applique aux ouvrages circulaires, tandis que le 3-b est destiné aux ouvrages ovoïdes normalisés.

Procédé de calcul

- **À l'aide des abaques (1), (2-a) ou (2-b)** : En connaissant la pente et le débit, on peut déterminer le diamètre normalisé « D_n », la vitesse à pleine section « V_{ps} », et le débit à pleine section « Q_{ps} ». Cela permet de calculer le rapport des débits « R_q » en utilisant la relation (V.11).
- **Avec les abaques (3-a) ou (3-b)** : En connaissant le rapport des débits « R_q », on peut

obtenir le rapport des vitesses « R_v » et le rapport des hauteurs « R_h », ce qui permet ensuite de déterminer la vitesse d'écoulement « V » et la hauteur de remplissage « H ».

V.3 Normes d'écoulement et d'implantation

Canalisations

Voici quelques recommandations essentielles :

- Il est nécessaire d'assurer des pentes adéquates pour garantir l'auto-nettoyage dans la canalisation amont, avec une pente minimale de 0,2 %.
- Le diamètre des canalisations circulaires doit être d'au moins 315 mm pour prévenir les risques d'obstruction.
- La couverture des canalisations doit être d'au moins 80 cm.

Choix des matériaux

- Pour $D < 630$ mm \Rightarrow Conduite en PVC PN 10.
- Pour $D > 630$ mm \Rightarrow Conduite en Béton Armé Type 135A.

Les tableaux en annexe récapitulent le dimensionnement de tous les collecteurs et les paramètres hydrauliques requis.

V.4 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons abordé le dimensionnement du projet, en nous concentrant spécifiquement sur le réseau d'assainissement. Après avoir dimensionné les collecteurs et déterminé leurs caractéristiques hydrauliques, nous avons vérifié que les vitesses requises pour l'autocurage respectent les normes en vigueur.

Chapitre VI

***ELÉMENTS CONSTITUTIFS DU
RÉSEAU ET OUVRAGES ANNEXES***

VI.1 Introduction

Le réseau d'assainissement, crucial pour assurer le bon fonctionnement de la collectivité, doit être étanche et durable. Il assure une évacuation rapide des eaux pluviales et transporter les eaux usées tout en respectant les normes d'hygiène. Les ouvrages principaux couvrent l'ensemble du réseau, tandis que les ouvrages annexes facilitent son exploitation rationnelle (bouches d'égout, regards, déversoirs d'orage, etc).

L'objectif de ce chapitre est de présenter de manière descriptive les divers équipements hydrauliques utilisés pour l'assainissement de notre ville.

VI.2 Les ouvrages principaux

Les ouvrages principaux sont les infrastructures assurant l'évacuation des effluents vers le point de rejet ou la station d'épuration. Ils comprennent les conduites et les joints. Ces conduites, disposées en tronçons, voient leur diamètre augmenter progressivement de l'amont vers l'aval. Dans notre projet, ce principe est particulièrement appliqué aux collecteurs [9].

VI.2.1 Les canalisations

Les canalisations se présentent sous plusieurs formes :

- Les tuyaux cylindriques, préfabriqués en usine ou construits sur place, généralement normalisés, qui peuvent être visitables ou non.
- Les tuyaux ovoïdes, également préfabriqués en usine et normalisés.
- Des ouvrages visitables, de profil spécifique, réservés aux grands émissaires d'évacuation, utilisés principalement dans les grandes villes.

Dans le cadre de notre projet, nous privilégions l'utilisation des tuyaux cylindriques, c'est-à-dire de section circulaire, en raison de leur supériorité technique et de la facilité de leur mise en œuvre par rapport aux tuyaux ovoïdes.

VI.2.2 Type de canalisations

VI.2.2.1 Conduites en béton armé

Ces conduites sont renforcées par deux types d'armatures. La première série est composée de barres droites, appelées génératrices, tandis que la seconde série est constituée de spires hélicoïdales continues, enroulées avec un pas régulier ne dépassant pas 1,5 m [10].

VI.2.2.2 Conduites en béton non armé

Ces conduites sont fabriquées mécaniquement selon un procédé garantissant une haute compacité du béton. Toutefois, il est déconseillé d'utiliser des tuyaux non armés pour les canalisations visitables.

VI.2.2.3 Conduites en amiante-ciment

Les tuyaux et raccords en amiante-ciment sont constitués d'un mélange de ciment Portland et de fibres d'amiante, formé en présence d'eau [10].

VI.2.2.4 Conduites en grès artificiel

Le grès utilisé pour fabriquer ces tuyaux est produit à partir d'un mélange à parts égales d'argile et de sable argileux, cuit à une température comprise entre 1200°C et 1300°C. Le matériau obtenu est très imperméable et résistant aux agents chimiques, à l'exception de l'acide fluorhydrique [10].

VI.2.2.5 Conduites en polychlorure de vinyle (PVC) non plastifié

Ces conduites sont relativement sensibles aux chocs. L'effet de la dilatation est particulièrement significatif et doit être pris en considération lors de leur installation [6].

VI.2.3 Choix du type de canalisation

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

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

Remarque :

Le sol de notre agglomération ne présente pas de risque d'agression pour le matériau des collecteurs. Cependant, les pentes très raides des terrains nous obligent à augmenter la profondeur des installations.

Par précaution, nous avons choisi des collecteurs en PVC CR8 pour les diamètres allant de 315 mm à 630 mm, et des collecteurs en béton armé 135A pour les diamètres de 800 mm et plus.

VI.2.3.1 PVC

Les collecteurs en PVC disposent de plusieurs avantages :

- Faible coût.
- Résistance à la corrosion.
- Légèreté.
- Étanchéité.
- Résistance aux rayons UV.
- Inertie chimique.
- Résistance mécanique.
- Facilité d'installation.
- Durabilité.
- Facilité de nettoyage.

VI.2.3.2 Béton armé

Les collecteurs en béton armé présentent :

- Une étanchéité fiable.
- Une capacité de charge importante.
- Une résistance structurelle élevée.
- Une durabilité à long terme.
- Une stabilité dimensionnelle face aux variations environnementales.

VI.2.4 Les essais de conduites préfabriqués

Les conduites préfabriquées font l'objet d'essais rigoureux pour garantir leur qualité et leur durabilité. Ces essais visent à vérifier leur résistance aux contraintes mécaniques, leur étanchéité et leur résistance à la corrosion, assurant ainsi un fonctionnement fiable du système de conduites.

VI.2.4.1 Essai à l'écrasement

L'essai à l'écrasement des conduites préfabriquées est réalisé à l'aide d'une presse automatique qui enregistre les efforts appliqués. Ces efforts doivent être répartis uniformément sur la génératrice supérieure de la conduite pour simuler les charges réelles auxquelles la conduite sera soumise lors de son utilisation. Cette répartition uniforme permet d'évaluer avec précision la résistance de la conduite à l'écrasement. Les résultats obtenus sont ensuite comparés aux normes et exigences de résistance en vigueur pour garantir la conformité des conduites.

VI.2.4.2 Essai d'étanchéité

Il est nécessaire de réaliser un essai d'étanchéité sur les conduites préfabriquées, tant à l'usine que sur le chantier. À l'usine, la canalisation est remplie d'eau et posée sur un support en béton, et la baisse du niveau d'eau ne doit pas excéder 2 cm en une journée. Sur le chantier, plusieurs méthodes peuvent être utilisées :

- **Essai à l'eau** : Réalisé pendant 30 minutes pour les petits diamètres et les joints, avec une pression allant jusqu'à 3 bars pour vérifier l'étanchéité.
- **Essai à la fumée** : Effectué en l'absence de vent et sur une conduite sèche, il permet de détecter les fuites d'air visibles en injectant de la fumée.
- **Essai à l'air sous pression** : Les conduites circulaires sont soumises à une pression de 1 bar pendant 30 minutes, puis à 0,5 bar pendant 3 minutes, simulant les conditions réelles de fonctionnement pour vérifier l'étanchéité.

VI.2.4.3 Essai de corrosion

Les conduites en béton ou en amiante-ciment, couramment utilisées, sont particulièrement vulnérables à la corrosion par l'hydrogène sulfuré. La dégradation commence par une baisse du pH en surface, due à la libération de chaux et à la formation de carbonates par le dioxyde de carbone. Pour l'épreuve de corrosion, on utilise des acides chlorhydrique, nitrique et sulfurique. Après avoir lavé l'échantillon à l'eau douce et l'avoir séché, celui-ci est pesé, en veillant à ne pas altérer la surface interne de la paroi.

VI.3 Différentes contraintes supportées par la conduite

La résistance des canalisations aux diverses contraintes, qu'elles soient mécaniques, statiques ou chimiques, est cruciale pour leur bon fonctionnement.

VI.3.1 Contrainte mécanique

Cette contrainte est principalement due à l'abrasion causée par les particules de sable et de gravier présentes dans le remblai et le radier des canalisations. Les parois internes des conduites peuvent se détériorer sous l'effet de cette abrasion, en particulier lorsque les vitesses d'écoulement sont élevées en raison du relief environnant.

VI.3.2 Contrainte statique

Les contraintes statiques proviennent des charges fixes ou mobiles, telles que le poids du remblai, l'écoulement de l'eau dans les canalisations, ainsi que les charges induites par le trafic routier.

VI.3.3 Contrainte chimique

Ces contraintes surviennent généralement à l'intérieur de la conduite. Une baisse du pH peut favoriser la prolifération de bactéries acidophiles, ce qui peut conduire à la production d'acide sulfurique (H_2S), corrosif et dommageable pour les canalisations.

VI.4 Les joints des conduites

VI.4.1 Les joints des conduites en béton armé

Le choix des raccords et des assemblages est important pour assurer une étanchéité optimale, qui dépend de plusieurs facteurs tels que la nature des eaux usées, la stabilité du sol, ainsi que les caractéristiques des tuyaux, notamment leur diamètre et leur épaisseur. Pour les tuyaux en béton armé, divers types de raccords sont utilisés, notamment le bourrage en mortier de ciment, les raccords à emboîtement ou à demi-emboîtement. Ces méthodes garantissent une adaptation efficace aux conditions spécifiques du sol et des eaux, assurant ainsi la durabilité et la fiabilité des installations. Des photos associées sont fournies pour illustrer ces différents types de raccords.

VI.4.1.1 Joint type ROCLA

C'est un joint à emboîtement dont l'étanchéité est garantie par un anneau en élastomère. Ce type de joint offre une excellente étanchéité, tant pour les eaux transitées que pour les eaux extérieures, et convient aux terrains en pente. Il est adapté à tous les diamètres de conduites.

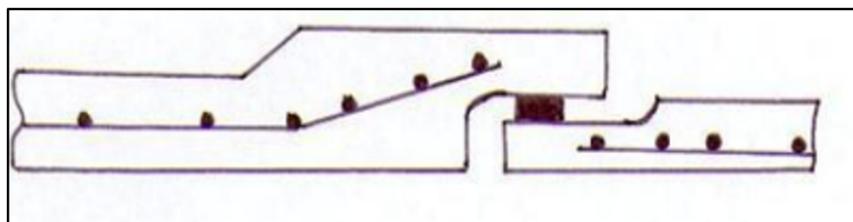


Figure VI.1 — Joint de type Rocla

VI.4.1.2 Joint à demi-emboîtement

Utilisé avec un cordon de bourrage en mortier de ciment, ce joint convient aux terrains stables. Cependant, il présente un risque de suintement sous une pression trop élevée et est déconseillé pour les terrains à forte pente.

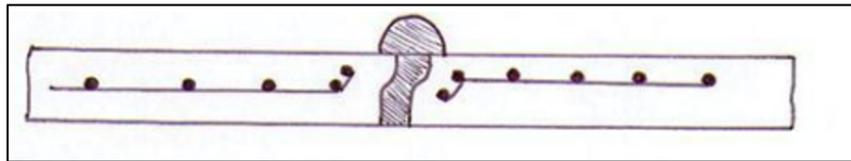


Figure VI.2 — Joint à demi-emboitement

VI.4.1.3 Joint à collet

Le bourrage est réalisé avec du mortier de ciment, et ce joint est uniquement adapté aux sols de bonne qualité avec une pente faible.

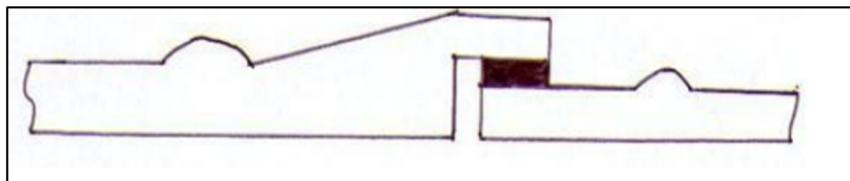


Figure VI.3 — Joint à collet

VI.4.1.4 Les joints plastiques

Ces joints offrent une étanchéité efficace et une résistance élevée, même sous charge. La présence d'un cordon de butée en bitume ainsi que d'une bague ou d'un manchon en matière plastique assure une excellente étanchéité. Ils sont adaptés à presque tous les types de sols, à condition que leur fabrication soit réalisée correctement.

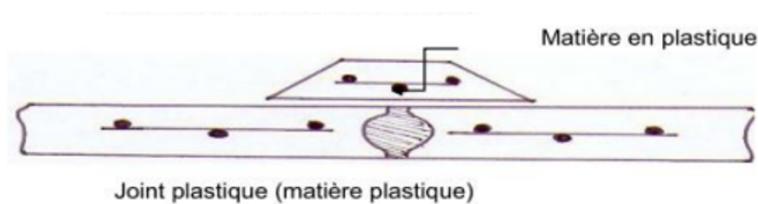


Figure VI.4 — Joint plastique

VI.4.1.5 Joint torique

Ce joint est adapté aux sols faibles et offre une bonne étanchéité tant que la pression reste modérée. Il est généralement utilisé pour des diamètres allant de 700 à 900 mm.

Pour les conduites en béton armé traversant un oued, les types de joints les plus recommandés sont généralement les suivants :

VI.4.1.6 Joint en béton armé préfabriqué

Ce joint préfabriqué est couramment utilisé dans les projets d'assainissement en Algérie. Il facilite l'installation des conduites en béton armé en permettant une mise en œuvre plus rapide et simplifiée. Conçu pour assurer une étanchéité et une connexion solides entre les différentes sections de conduites, il contribue à une construction plus efficace.

VI.4.1.7 Joint en mortier

Les joints en mortier sont également employés en Algérie. Ce type de joint est formé en appliquant du mortier autour des extrémités des sections de conduites, créant ainsi une barrière imperméable et durable. Il offre une excellente résistance à l'eau et peut être adapté en fonction des conditions spécifiques rencontrées dans l'oued.

VI.4.2 Les joints des conduites en PVC

VI.4.2.1 Joint Système FlexBlock

Le joint Système FlexBlock, équipé d'un joint prémonté pour les tubes en PVC GRE-SINTEX PI-CO, représente une avancée technologique dans la conception des joints. Ce joint innovant intègre une âme flexible en polypropylène au sein du matériau élastomère, garantissant ainsi un maintien stable du joint dans la gorge du manchon.

VI.4.2.2 Joint à tenue traditionnelle

Ce joint est composé d'un joint en élastomère distinct qui est installé dans la gorge du manchon par le personnel sur le chantier, avant de procéder à l'assemblage des tubes.

VI.5 Les ouvrages annexes

Les ouvrages annexes comprennent tous les dispositifs utilisés pour le raccordement, l'accès, la réception des eaux usées, ou l'évacuation des eaux pluviales, ainsi que les installations destinées à optimiser le fonctionnement du réseau. Ils se classifient en deux catégories :

- Les ouvrages normaux.
- Les ouvrages spéciaux.

VI.5.1 Ouvrages normaux

Les ouvrages normaux sont les dispositifs couramment utilisés, qu'ils soient situés en amont ou le long des réseaux. Leur rôle principal est de servir de collecteurs d'effluents ou d'accès au réseau.

VI.5.1.1 Les branchements

Les branchements ont pour but de recueillir les eaux usées et les eaux pluviales des bâtiments. Un branchement se compose de trois éléments essentiels :

- 1. Un regard de façade.**

Ce regard doit être installé en bordure de la voie publique, aussi près que possible de la façade du bâtiment raccordé, pour permettre un accès facile aux agents chargés de l'exploitation et du contrôle.

- 2. Des canalisations de branchement.**

Ces canalisations sont généralement connectées à l'axe principal du réseau public avec une inclinaison de 45° ou 60°.

- 3. Les dispositifs de raccordement de la canalisation de branchement.**

Les caractéristiques et les dimensions de ces dispositifs dépendent du réseau public auquel le branchement est connecté.

VI.5.1.2 Caniveaux

Les caniveaux sont conçus pour capter les eaux de pluie qui s'écoulent sur la chaussée et les trottoirs, et les diriger vers les grilles d'égout.

VI.5.2 Bouches d'égout

Les bouches d'égout ont pour rôle de recueillir les eaux de surface, notamment les eaux de pluie et celles issues du lavage des chaussées. Elles sont généralement situées au bas des caniveaux ou sous les trottoirs.

Les grilles d'égout, espacées d'environ 50 mètres, sont conçues avec des ouvertures adaptées pour gérer le débit d'orage en amont.

Ces bouches d'égout peuvent être classées en deux types :

- **Bouches à accès latéral** : pour le recueil des eaux.
- **Bouches à pénétration par le haut** : pour les eaux de ruissellement.

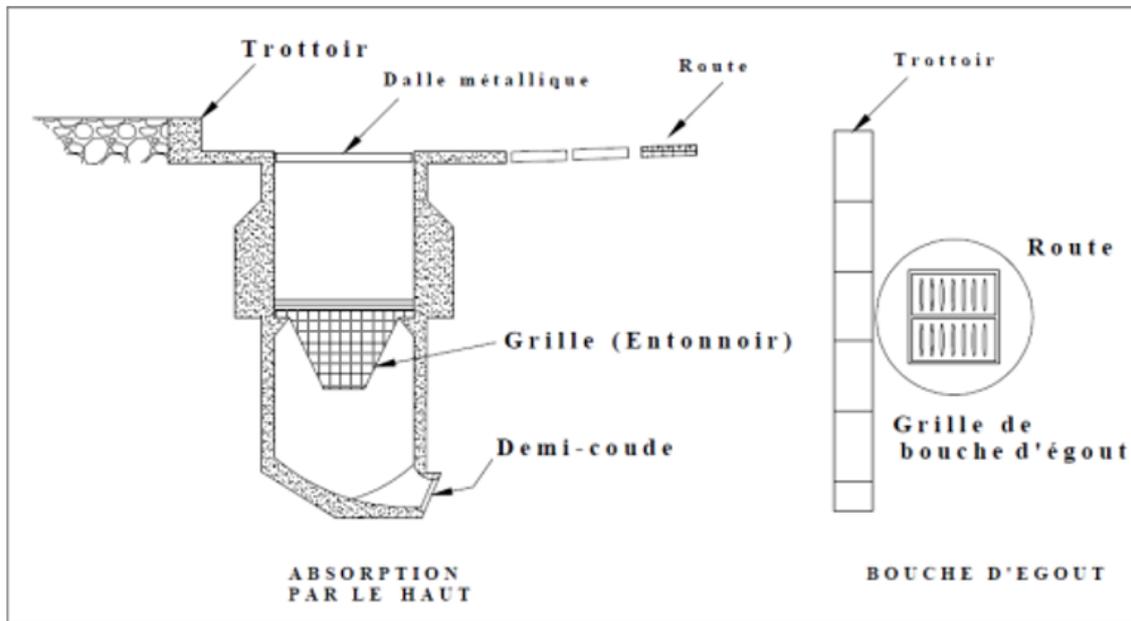


Figure VI.5 — Les bouches d'égout

Source : [6]

VI.5.2.1 Regards

Les regards sont des ouvertures permettant au personnel d'entretien d'accéder au réseau pour assurer sa maintenance et sa surveillance. Leur conception varie en fonction de l'encombrement, de la pente du terrain et du système d'évacuation employé.

Les différents types de regards sont les suivants :

1. Regards simples

Ces regards sont utilisés pour connecter des collecteurs de diamètres similaires ou différents. Dans notre projet, nous employons des regards simples pour tous les collecteurs du réseau, car ils sont essentiels pour le raccordement et la ventilation de ces collecteurs.

2. Regards latéraux

Ces regards sont utilisés lorsque les voies de raccordement (V.R.D) ou les collecteurs de grand diamètre sont encombrés. Dans notre ville, ce type de regard n'a pas été envisagé en raison de la largeur suffisante des chaussées.

3. Regards toboggan

Utilisés pour gérer les remous causés par des exhaussements.

4. Regards de chute

Conçus pour réduire l'énergie cinétique dans les zones de forte pente. La distance entre deux regards varie selon la topographie du terrain :

- 35 à 50m en terrain accidenté.
- 50 à 80m en terrain plat.

L'implantation des regards doit se faire :

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

VI.5.3 Ouvrages spéciaux

Contrairement aux ouvrages classiques, les ouvrages spéciaux ne font pas toujours partie intégrante du concept général des réseaux. Cependant, leur utilisation peut se révéler nécessaire dans divers contextes :

- Pour résoudre des problèmes spécifiques rencontrés lors de l'étude, tels que l'incapacité à réaliser un auto-curage ou le risque d'ensablement dans des sections à faible pente.
- Pour améliorer le projet sur les plans technique et financier en ajoutant des dispositifs tels que des déversoirs d'orage et des bassins de stockage.
- Pour surmonter certaines difficultés physiques ou topographiques persistantes.

VI.5.3.1 Les déversoirs d'orage

Un déversoir d'orage est un ensemble de dispositifs destinés à évacuer les débits de ruissellement supplémentaires en les déversant au-dessus, afin de réduire la charge du réseau en aval. Les déversoirs jouent un rôle essentiel, notamment lorsqu'il s'agit de planifier les réseaux d'assainissement en système unitaire [9].

Emplacement des déversoirs d'orage

Avant de déterminer l'emplacement des déversoirs d'orage, il est nécessaire de considérer les éléments suivants :

- Le régime d'écoulement et les niveaux d'eau dans les canalisations en amont et en aval.
- La topographie du site ainsi que les variations de pente.

- Les caractéristiques du milieu récepteur, notamment son pouvoir auto-épurateur et le degré de dilution requis.
- La capacité de la station d'épuration pour prévenir les risques de mauvais fonctionnement et les surcharges.

Les types des déversoirs

1. Déversoir à seuil latéral simple.

Ce type de déversoir est utilisé sur des surfaces relativement planes. Le seuil peut être installé sur un ou les deux côtés de la conduite d'amenée. Dans certains cas, il est possible de réduire la taille de la conduite aval, à condition que l'écoulement en amont soit suffisamment fluide ou que le seuil soit assez élevé pour prévenir le reflux d'eau depuis l'émissaire.

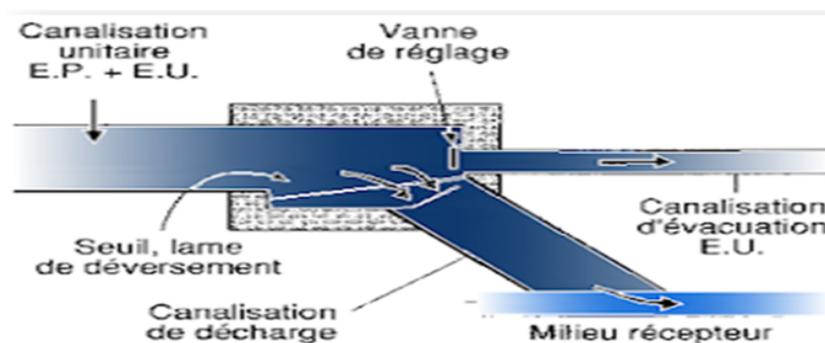


Figure VI.6 — Déversoir d'orage classique à seuil latéral

Source : hydrauliqueformation.blogspot.com

2. Déversoir à seuil frontal.

Ce type de déversoir est conçu pour être utilisé sur des terrains en forte pente. Il est installé face au collecteur d'amenée lors des changements de direction. Il est crucial de ne pas surélever le seuil pour éviter de réduire la section d'écoulement. En d'autres termes, il est recommandé de placer ce déversoir d'orage sur une branche du réseau proche d'un collecteur de berge, à condition que les charges en aval ne perturbent pas son fonctionnement.



Figure VI.7 — Déversoir d'orage à seuil frontal (coupe en plan)

Source : hydrauliqueformation.blogspot.com

3. Déversoir à seuil double.

Ce déversoir est équipé de seuils installés de chaque côté de l'ouvrage. Il est utilisé lorsque l'espace disponible ne permet pas de créer la longueur souhaitée pour le seuil.

4. Déversoir à ouverture de fond.

Ce type de déversoir est destiné aux terrains accidentés où les débits d'eau usée sont élevés pendant les périodes de sécheresse. Il permet à l'eau usée de s'écouler à travers une ouverture située dans le radier de la canalisation. Il est crucial que le régime d'écoulement en amont soit suffisamment torrentiel pour assurer un fonctionnement optimal.

Remarque :

Dans notre étude, nous avons choisi d'utiliser un déversoir d'orage de type latéral vu la disposition de la STEP et des rejets.

VI.5.3.2 Dimensionnement du déversoir d'orage

Nous optons pour un déversoir latéral se trouvant à une cote de 135,06 mètres, afin de ne pas surcharger la conduite de raccordement menant à la ville voisine. Le surplus des eaux pluviales sera ainsi redirigé vers un canal déjà existant qui acheminera ces eaux vers l'oued Ain Safra.

Mode de calcul

Pour le calcul on doit adopter :

- Le débit total de dimensionnement qui est égal à la somme des débits de pointe en temps sec $Q_{usée}$, le débit pluvial $Q_{pluvial}$ et le débit d'eaux parasites $Q_{parasite}$.

$$Q_t = Q_{usée} + Q_{pluvial} + Q_{parasite} \quad (VI.1)$$

- Le débit critique est utilisé pour le dimensionnement du déversoir d'orage. Le coefficient de retardement Z est calculé en multipliant le débit total arrivant par le temps de concentration.

Selon sa définition, le coefficient de retardement est un élément qui reflète la baisse des débits de pluie en raison du retardement. Il est essentiel de prendre en compte cette baisse lors de la conception des déversoirs d'orage [5]

On peut donc écrire :

$$Q_{critique} = Q_{total} \times Z \quad (VI.2)$$

$$Z = 1 - \frac{t_c}{100} \quad (VI.3)$$

Avec :

t_c : Le temps de concentration total au déversoir considéré.

- Pour le déversoir conduisant à la STEP prévu un débit de pointe dilué trois fois.

$$Q_{station} = 3 \times Q_{usée} \quad (VI.4)$$

Le débit déversé vers l'oued

Le débit en excès qui sera déversé est par conséquent égal à :

$$Q_{dev} = Q_{critique} - Q_{station} \quad (VI.5)$$

Les hauteurs d'eau correspondant aux débits à l'amont du déversoir :

$$R_{q\ eu} = \frac{Q_{aval}}{Q_{ps}} \rightarrow \text{abaque} \rightarrow R_h = \frac{h_{aval}}{D} \quad \text{et} \quad R_v = \frac{V}{V_{ps}} \rightarrow h_{aval} = R_h \times D$$

$$R_{q\ cr} = \frac{Q_{cr}}{Q_{ps}} \rightarrow \text{abaque} \rightarrow R_{h\ cr} = \frac{h_{t\ cr}}{D} \rightarrow h_{t\ cr} = R_{h\ cr} \times D$$

Avec :

$h_{t\ cr}$: La hauteur maximale d'eau dans le déversoir est définie comme la hauteur critique.

$$h_{\text{dév}} = h_{t \text{ cr}} - h_{\text{aval}} \quad (\text{VI.6})$$

$h_{\text{dév}}$: La hauteur d'eau déversée est la mesure de la hauteur verticale de l'eau au point de déversement d'un déversoir.

Déduction de la largeur du seuil «L»

$$Q_{\text{dév}} = mLh_{\text{dév}}\sqrt{2gh_{\text{dév}}} \rightarrow L = \frac{Q_{\text{dév}}}{m\sqrt{2g} \cdot h_{\text{dév}}^{3/2}} \quad (\text{VI.7})$$

Avec :

m : coefficient de débit ($m= 0,33$)

Les données de base sont les suivantes :

- Diamètre d'entrée : $D_e = 1500 \text{ mm}$
- Débit pluvial : $Q_{\text{pluvial}} = 9,2678 \text{ m}^3/\text{s}$
- Débit de pointe d'eaux usées : $Q_{\text{pt,usée}} = 0,1837 \text{ m}^3/\text{s}$
- Débit total à l'entrée : $Q_{\text{total}} = 9,4514 \text{ m}^3/\text{s}$
- Débit à pleine section : $Q_{\text{ps}} = 9,53 \text{ m}^3/\text{s}$

Calcul du débit critique

Calcul du coefficient de retardement selon (VI.3).

$$t_c = t_1 + t_2 \quad (\text{VI.8})$$

Avec :

t_c : Temps de concentration (mn).

Dans notre cas, nous avons un terrain urbanisé avec une canalisation.

Donc :

$$t_c = 11,61 \text{ min}$$

$$Z = 0,884$$

Le débit critique d'un déversoir est le débit maximum au-delà duquel le déversoir ne peut plus produire une évacuation efficace des eaux, ce qui peut entraîner des risques de débordement.

$$Q_{\text{critique}} = Q_{\text{total}} \times Z = 8,355 \text{ m}^3/\text{s}$$

Le débit critique :

$$Q_{\text{critique}} = 8,355 \text{ m}^3/\text{s}$$

Débit rejeté vers l'oued :

$$Q_{\text{dev}} = Q_{\text{critique}} - Q_{\text{station}} = 7,8039 \text{ m}^3/\text{s}$$

Détermination des hauteurs d'eau :

1. h_{station} :

$$R_{q \text{ station}} = \frac{Q_{\text{eu}}}{Q_{\text{ps}}} = \frac{0,1837}{9,53} \implies R_h = 0,1$$

$$h_{\text{station}} = R_h \times D = 0,1 \times 1,5 = 0,15 \text{ m}$$

2. $h_{t \text{ cr}}$:

$$R_{q \text{ cr}} = \frac{Q_{\text{cr}}}{Q_{\text{ps}}} = \frac{8,355}{9,53} \implies R_{h \text{ cr}} = 0,71 \text{ m}$$

$$h_{t \text{ cr}} = R_{h \text{ cr}} \times D = 0,7 \times 1,5 = 1 \text{ m}$$

3. $h_{\text{dév}}$:

$$h_{\text{dév}} = h_{t \text{ cr}} - h_{\text{station}} = 0,85 \text{ m}$$

Détermination de seuil déversant :

$$L = \frac{Q_{\text{dév}}}{m\sqrt{2g} \cdot h_{\text{dév}}^{3/2}} = 4,54 \text{ m}$$

VI.6 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons examiné en détail les différents ouvrages qui composent le réseau d'assainissement. L'efficacité de ce dernier repose non seulement sur une sélection rigoureuse des conduites, en termes de forme et de matériau, mais également sur l'intégration d'infrastructures clés. Le choix des sections et des matériaux a été effectué afin de répondre aux contraintes hydrauliques et mécaniques, garantissant ainsi la résistance, l'étanchéité et la durabilité du réseau.

Les regards, qui servent de points de raccordement et d'aération, facilitent non seulement l'entretien et les inspections régulières, mais aussi la régulation des pentes dans les zones à forte inclinaison. Parallèlement, le déversoir d'orage régule les excédents d'eaux pluviales et protège les installations contre les surcharges.

Ces infrastructures sont indispensables à la maintenance du réseau, assurant une exploitation optimale et durable. En optimisant le dimensionnement et l'implantation de chaque élément, nous nous assurons de garantir un système d'assainissement résilient et efficace, capable de répondre aux besoins de l'agglomération.

Chapitre VII

ORGANISATION DE CHANTIER

VII.1 Introduction

L'organisation de chantier, essentielle à la réussite de tout projet de construction, vise à coordonner et optimiser les moyens nécessaires pour accomplir les travaux dans les meilleures conditions possibles. Cela implique une planification minutieuse avant le début des travaux, en commençant par une étude théorique pour déterminer les délais, le matériel, la main-d'œuvre, et les matériaux nécessaires, suivie de l'exécution sur le terrain. La méthode CPM (Critical Path Method) est fréquemment utilisée pour minimiser les coûts et les délais tout en maximisant l'efficacité.

L'objectif est de réaliser le projet en conformité avec les plans, de manière sécurisée, rapide, économique, et sans accidents, tout en assurant la qualité de l'ouvrage. Une bonne connaissance du site et une conception soignée ne suffisent pas ; il est crucial de prêter une attention particulière à l'exécution et aux moyens mis en œuvre pour garantir le succès du chantier, notamment en utilisant des engins mécaniques adaptés pour les différentes opérations comme l'excavation, le transport, et le compactage des matériaux.

VII.2 Organisation de chantier

VII.2.1 Exécution des travaux

Les principales étapes à suivre lors de la pose des canalisations sont les suivantes :

1. Vérification et manutention des conduites.
2. Décapage de la couche de goudron (le cas échéant) ou de la végétation.
3. Marquage des emplacements des piquets.
4. Excavation des tranchées et des fouilles pour les regards.
5. Préparation du lit de pose.
6. Installation des canalisations dans les tranchées.
7. Assemblage des tuyaux.
8. Réalisation de tests d'étanchéité pour les conduites et les joints.
9. Construction des regards.
10. Remblai des tranchées.

VII.2.2 Emplacement des canalisations

Dans les rues de moins de 15 mètres de large, les conduites sont généralement placées le long de l'axe de la chaussée, ce qui fait que les branchements d'immeubles ont tous la même longueur. Dans les rues plus larges, il devient nécessaire d'installer un égout sous chaque trottoir.

VII.2.2.1 Manutention et stockage des conduites

La manutention et le stockage des conduites nécessitent une grande attention afin de préserver leur intégrité. Lors du chargement et du transport, il est primordial d'éviter les chocs, les mouvements brusques et les oscillations excessives. Les tuyaux doivent être protégés des éléments métalliques saillants qui pourraient les endommager. Pour faciliter le transport, il est recommandé de disposer les tuyaux à emboîtures de manière alternée, en veillant à ce que les emboîtures dépassent de la pile.

Le déchargement doit s'effectuer avec précaution pour éviter tout dommage aux conduites. Lors du stockage, il est essentiel de choisir un emplacement plat et nivelé. Les tuyaux doivent être empilés en alternant les emboîtures et en respectant une hauteur maximale de 1,50 mètre. Il est également important de protéger les conduites des rayons du soleil, bien que la décoloration n'affecte pas leurs propriétés mécaniques. Les accessoires doivent être stockés séparément et utilisés au fur et à mesure des besoins. Enfin, il est impératif d'éviter tout contact avec des produits chimiques tels que les huiles ou les solvants qui pourraient altérer la surface des conduites.

VII.2.3 Décapage de la couche de terre végétale

Le décapage de la couche végétale de 10 cm est effectué à l'aide d'un bulldozer. Le volume de terre excavée est calculé selon la formule suivante :

$$V = b \times H \times L \text{ (m}^3\text{)} \quad \text{(VII.1)}$$

Où :

H : L'épaisseur de la couche végétale.

b : La largeur de la couche végétale.

L : La longueur totale de tranché.

VII.2.4 Emplacement des jalons des piquets (piquetage)

Des jalons doivent être implantés à chaque regard, à chaque changement de direction ou de pente de la canalisation, ainsi qu'à chaque point de branchement ou de jonction. Ce piquetage précis est essentiel pour guider les travaux d'excavation.

VII.2.5 Exécution des fouilles pour les regards et les tranchées

La méthode de construction par fouille ouverte, ou tranchée, est la plus courante pour la mise en place de collecteurs urbains. La profondeur de ces tranchées est dictée par la présence d'infrastructures existantes ou par des contraintes hydrauliques.

Quant à leur largeur, elle est déterminée par plusieurs facteurs : le type de joint entre les tuyaux, leurs dimensions extérieures, les distances de sécurité par rapport aux parois et aux fondations, la disponibilité de l'espace sur le chantier, la profondeur d'enfouissement et la nature du sol.

Afin de limiter les coûts de terrassement, on privilégie généralement des tranchées de largeur minimale. Pour réaliser ces excavations, on utilise des pelles mécaniques qui creusent en rétro, de l'aval vers l'amont du réseau. Ces engins sont particulièrement adaptés à ce type de travaux grâce à leur capacité à creuser rapidement et précisément des tranchées à parois verticales, à de grandes profondeurs, sous des surfaces d'appui et dans l'axe de leur déplacement.

1. Profondeur de la tranchée.

$$H = e + D + h \text{ (m)} \quad (\text{VII.2})$$

Où :

H : La profondeur de la tranchée.

D : Le diamètre de la conduite.

h : La hauteur du remblai.

e : L'épaisseur du lit de sable.

2. Largeur de la tranchée.

Le diamètre extérieur de la conduite doit être au moins égal à la largeur de la tranchée, avec des surlargeurs de (0.3-0.5) cm de part et d'autre.

La formule fournit la largeur de la tranchée :

$$B = D + 2 \cdot c \text{ (m)} \quad (\text{VII.3})$$

Où :

D : Le diamètre de la conduite.

c : L'espacement entre les parois de la tranchée et la conduite ($c = 0,3 \text{ m}$).

B : La largeur de la fouille au fond.

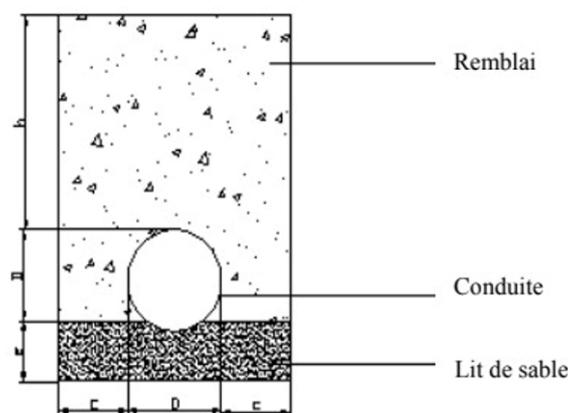


Figure VII.1 — Coupe transversale d'une tranchée avec la mise en place de la conduite

VII.2.6 Aménagement du lit de pose

Le lit de pose, sur lequel reposeront les conduites, doit être constitué d'une couche de sable d'au moins 10 cm d'épaisseur, soigneusement nivelée selon le profil en long. Afin d'assurer une stabilité optimale, il est recommandé de :

1. En sols difficiles :

- **Sols rocheux** : creuser plus profondément (15 à 20 cm) et réaliser un lit de pose compacté à base de matériaux pulvérulents, ou opter pour une pose sur un coulis de mortier.
- **Sols instables** : prévoir un appui en béton armé, éventuellement sur pieux, ou remplacer le sol meuble par un matériau plus stable.
- **Zones humides** : utiliser un matériau granulaire drainant pour éviter les remontées d'eau.

2. Pour tous les types de sols :

- **Eviter les appuis ponctuels** : ne pas poser les tuyaux sur des tasseaux qui pourraient les fragiliser.
- **Assurer un appui uniforme** : le fond de fouille doit être régulier pour que les tuyaux reposent sur toute leur longueur, en particulier au niveau des joints pour les tuyaux à emboîtement.
- **Travailler sur un sol sec** : les fouilles doivent être parfaitement asséchées avant la pose des tuyaux.

- **Éliminer les obstacles** : tout élément dur (pierres, racines) doit être retiré du fond de fouille.
- **Optimiser la surface d'appui** : la surface d'appui du tuyau sur le lit de pose doit être suffisante, en particulier pour les gros diamètres, afin d'assurer une répartition homogène des charges.

VII.2.7 Mise en place des conduites

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

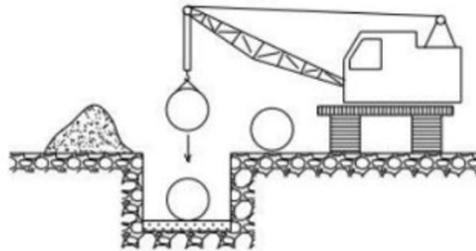


Figure VII.2 — Le pipelayers pour la pose de la canalisation

VII.2.8 Assemblage des conduites

La réalisation des joints des conduites circulaires à emboîtement nécessite une attention particulière afin d'assurer l'étanchéité et la durabilité de l'ouvrage. Sur chantier, des bagues renforcées sont coulées dans un moule pour former ces joints. Une fois les conduites positionnées dans la tranchée et les joints réalisés, un remblayage soigné est indispensable. Ce remblayage, réalisé avec un matériau identique à celui utilisé pour le remblai latéral, doit recouvrir la conduite sur une hauteur d'au moins 10 centimètres au-dessus de sa génératrice supérieure.

Cette épaisseur est essentielle pour plusieurs raisons :

- **Protection mécanique** : Le remblayage protège la conduite des éventuels dommages pouvant survenir lors des phases de travaux ultérieures, comme le passage de véhicules lourds ou l'utilisation d'engins de chantier.
- **Répartition des charges** : Il permet de répartir uniformément les charges sur la conduite, évitant ainsi les surpressions localisées qui pourraient entraîner des fissurations ou des ruptures.
- **Stabilité de l'ouvrage** : Le remblayage contribue à la stabilité globale de l'ouvrage en empêchant les mouvements différentiels du sol autour de la conduite.

Le choix du matériau de remblayage est crucial. Il doit être propre, inerte et bien drainant afin d'éviter la formation de poches d'eau autour de la conduite. Le compactage du

remblayage est également une étape importante. Il doit être réalisé de manière progressive par couches successives, en veillant à ne pas endommager les conduites.

La qualité du remblayage a un impact direct sur la durée de vie de l'ouvrage. Un remblayage mal réalisé peut entraîner des infiltrations, des tassements différentiels et, à terme, la dégradation de la conduite. Il est donc essentiel de respecter les règles de l'art et de faire appel à des professionnels qualifiés pour réaliser cette opération.

La planification minutieuse des étapes, des ressources et des mesures de sécurité nécessaires est essentielle pour organiser le chantier de pose de déversoirs d'orage. Pour un déversoir latéral, les conditions hydrauliques et topographiques du site, ainsi que les contraintes environnementales, doivent être considérées pour déterminer l'emplacement optimal du déversoir et garantir son bon fonctionnement lors de fortes précipitations. Il est essentiel de mettre en œuvre des mesures de sécurité rigoureuses afin d'assurer la sécurité des travailleurs et de prévenir les accidents lors des travaux de construction.

VII.2.9 Le déversoir d'orage

Pour organiser le chantier de pose des déversoirs d'orage, une planification détaillée des étapes, des ressources, et des mesures de sécurité est essentielle. Pour un déversoir latéral, il est nécessaire de tenir compte des conditions hydrauliques et topographiques du site, ainsi que des contraintes environnementales, afin de choisir l'emplacement optimal. Cela garantira le bon fonctionnement du déversoir lors de fortes précipitations. Par ailleurs, il est impératif de mettre en place des mesures de sécurité strictes pour protéger les travailleurs et prévenir les accidents pendant les travaux.

Les principales opérations à exécuter pour la pose des déversoirs sont :

- **Préparation du site** : niveler le sol et dégager les obstacles.
- **Excavation** : creuser la tranchée selon les dimensions nécessaires.
- **Positionnement** : aligner et placer le déversoir dans la tranchée.
- **Fixation** : assurer une fixation solide du déversoir.
- **Raccordement** : connecter le déversoir aux conduites existantes.
- **Test et vérification** : effectuer des essais pour vérifier le bon fonctionnement.
- **Remblayage** : remplir la tranchée avec un matériau adéquat.
- **Contrôle de la pente** : assurer que la pente du déversoir est suffisante pour permettre l'écoulement des eaux.
- **Sécurisation** : protéger le déversoir contre tout dommage.
- **Signalisation** : installer une signalisation pour prévenir les risques.

VII.3 Choix des engins

Le bon déroulement des travaux est étroitement lié au choix judicieux des engins, chaque opération requérant un outillage adapté à sa nature et à son ampleur.

VII.3.1 Le bulldozer

Un bulldozer, ou boteur, est un engin de chantier puissant, généralement à chenilles, équipé d'une lame frontale massive et orientable. Cette lame lui permet de déplacer de grandes quantités de terre, de niveler des terrains et d'effectuer divers travaux de terrassement.

Les principales utilisations d'un bulldozer sont :

- **Terrassement** : Creuser des tranchées, créer des remblais, aménager des plateformes.
- **Nivellement** : Rendre un terrain plat et uniforme.
- **Déblaiement** : Évacuer des matériaux (terre, neige, débris).
- **Démolition** : Détruire de petites constructions.
- **Débroussaillage** : Enlever la végétation.

VII.3.2 La niveleuse

Une niveleuse est un engin de travaux publics utilisé principalement pour niveler les terrains, c'est-à-dire pour les rendre plats ou pour leur donner une pente précise. Elle est souvent utilisée dans la construction de routes, d'aéroports, de chemins de fer ou encore dans les travaux agricoles.

Les principales utilisations d'une niveleuse sont :

- **Nivellement de terrains** : Préparation de terrains pour la construction, création de plates-formes.
- **Construction de routes** : Traitement des couches de fondation, réalisation des profils en long et en travers.
- **Entretien des routes** : Réparation de nids-de-poule, raclage de la chaussée.
- **Travaux agricoles** : Nivellement des champs, création de canaux d'irrigation.

VII.3.3 Le chargeur

Grâce à ses bras articulés et à son godet, le chargeur est l'engin le mieux adapté pour remplir les tranchées et effectuer les travaux de remblaiement.

VII.3.4 Le compacteur

Un compacteur est un engin de chantier conçu spécifiquement pour augmenter la densité d'un matériau, généralement un sol ou un remblai. En d'autres termes, il sert à rendre le sol plus compact et plus stable.

Le compactage du sol est une étape cruciale dans de nombreux travaux de construction.

Il permet :

- **D'améliorer la stabilité des sols** : En réduisant le vide entre les particules du sol, on augmente sa résistance à la compression et au cisaillement.
- **De réduire le tassement** : Un sol compacté est moins susceptible de se tasser avec le temps, ce qui évite les affaissements et les fissures.
- **D'améliorer les caractéristiques mécaniques du sol** : Un sol compacté a une meilleure capacité portante, ce qui est essentiel pour supporter les charges des bâtiments et des infrastructures.

VII.4 Devis quantitatif et estimatif

Pour obtenir une estimation du coût de réalisation de notre projet, il est nécessaire de procéder au calcul du devis quantitatif et estimatif.

L'objectif de ce calcul est de calculer les quantités de toutes les opérations réalisées sur le terrain pour la réalisation du projet, puis de les multiplier par le prix unitaire associé [11].

Les différentes tâches réalisées dans l'ordre chronologique sont :

- **Décapage** : enlèvement de la couche de terre végétale.
- **Excavation** : réalisation des tranchées.
- **Lit de sable** : fourniture et pose du lit de sable.
- **Pose de buses** : installation des buses en béton ou béton armé.
- **Construction** : réalisation des regards et des déversoirs d'orage en béton armé.
- **Remblayage** : remplissage de la tranchée.
- **Transport** : évacuation des sols excédentaires.

VII.4.1 Détermination des différents volumes

VII.4.1.1 Volume de la couche de terre végétale

$$V_{cv} = H_v \times L \times B \text{ (m}^3\text{)} \quad (\text{VII.4})$$

Avec :

V_{cv} : Volume de la couche de terre végétale en (m^3).

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

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

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

VII.4.1.2 Volume des déblais des tranchées

$$V_{\text{déb}} = B \times L \times H \text{ (m}^3\text{)} \quad (\text{VII.5})$$

Avec :

V_{db} : Volume des déblais des tranchées en (m^3).

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

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

H : Profondeur de la tranchée en (m).

VII.4.1.3 Volume du lit du sable

$$V_{\text{ls}} = e \cdot L \cdot B \quad (\text{VII.6})$$

Avec :

V_{ls} : Volume du lit du sable en (m^3).

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

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

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

VII.4.1.4 Volume occupé par les conduites

$$V_{\text{cond}} = \frac{L \cdot \pi \cdot D^2}{4} \quad (\text{VII.7})$$

Avec :

V_{cond} : Volume occupé par les conduites en (m^3).

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

D : Diamètre de la conduite en (m).

VII.4.1.5 Volume du remblai

$$V_r = V_{\text{déb}} - (V_{\text{cond}} + V_{\text{cv}} + V_{\text{ls}}) \quad (\text{VII.8})$$

Avec :

V_r : Volume du remblai en (m^3).

VII.4.1.6 Volume excédentaire

$$V_{\text{exce}} = V_f - V_{\text{remb}} \quad (\text{VII.9})$$

Avec :

V_{exce} : Volume du sol excédentaire en (m^3).

V_f : Volume du sol foisonné en (m^3).

Tel que : $V_f = V_{\text{deb}} \cdot K_f$

K_f : Coefficient de foisonnement dépend de la nature de sol.

Pour notre cas, on a : $K_f = 1,5$.

VII.4.2 Détermination du devis estimatif et quantitatif

Le tableau ci-dessous récapitule les coûts estimés des travaux de terrassement, canalisation et construction

N°	Désignation des travaux	U	Quantité	Prix unitaire (DA)	Montant (DA)
Travaux de terrassement					
1	Déblai	m^3	35353,60	1000	35353600,76
2	Lit de pose	m^3	1855,08	1500	2782613,26
3	Enrobage	m^3	10084,97	200	2016994,44
4	Remblai de la tranchée	m^3	32692,20	600	19615317,23
5	Evacuation de terres excédentaires à la décharge	m^3	16802,85	700	11761991,98
Canalisation					
1	Ø 315 mm en PVC	ML	10870,57	4500	48917578,5
2	Ø 400 mm en PVC	ML	1367,614	5500	7521877
3	Ø 500 mm en PVC	ML	989,413	7000	6925891
4	Ø 630 mm en PVC	ML	877,666	8500	7460161
5	Ø 800 mm en BA	ML	441,78	10000	4417830
6	Ø 1000 mm en BA	ML	504,38	15000	7565760
7	Ø 1200 mm en BA	ML	802,682	18000	14448276
8	Ø 1500 mm en BA	ML	1046,831	25000	26170775
Construction					
1	Construction des regards	U	420	55000	23100000
2	Exécution du déversoir d'orage	U	1	800000	800000
TOTAL EN DA					218858666,20
TVA 19 %					41583146,57
TOTAL EN TTC					260441812,80

Table VII.1 — Devis quantitatif et estimatif du réseau

Le coût de notre projet est estimé à deux cent soixante millions quatre cent quarante et un mille huit cent douze dinars et quatre-vingts centimes.

VII.5 Planification des travaux

Les principales opérations à réaliser sont les suivantes :

- Piquetage.
- Décapage de la couche de goudron (si présente) ou de la végétation.
- Réalisation des tranchées et des fouilles pour les regards.
- Aménagement du lit de pose.
- Construction des regards.
- Pose des canalisations en tranchée.
- Construction des ouvrages annexes.
- Assemblage des tuyaux.
- Réalisation des essais d'étanchéité pour les conduites et les joints.
- Remblayage des tranchées.
- Travaux de finition.

Le tableau ci-dessous présente les délais des différentes opérations

OPERATION	TR	DP		DPP		MT
		DCP	DFP	DCPP	DFPP	
A	15	0	15	0	15	0
B	20	15	35	15	35	0
C	55	35	90	35	90	0
D	20	90	110	150	170	60
E	80	90	170	90	170	0
F	30	90	120	140	170	50
G	30	90	120	140	170	50
H	25	170	195	170	195	0
I	15	195	210	195	210	0
J	20	210	230	210	230	0
K	20	230	250	230	250	0

Table VII.2 — Détermination des délais

Avec :

TR : Le temps de réalisation.

DCP : La date de commencement au plus tôt.

DFP : La date de finissement au plus tôt.

DCPP : La date de commencement au plus tard.

DFPP : La date finissement au plus tard.

MT : La marge totale.

Le chemin critique :

$$A - B - C - E - H - I - J - K$$

Le délai de réalisation de notre projet est :

$$\sum TR = 250 \text{ jours}$$

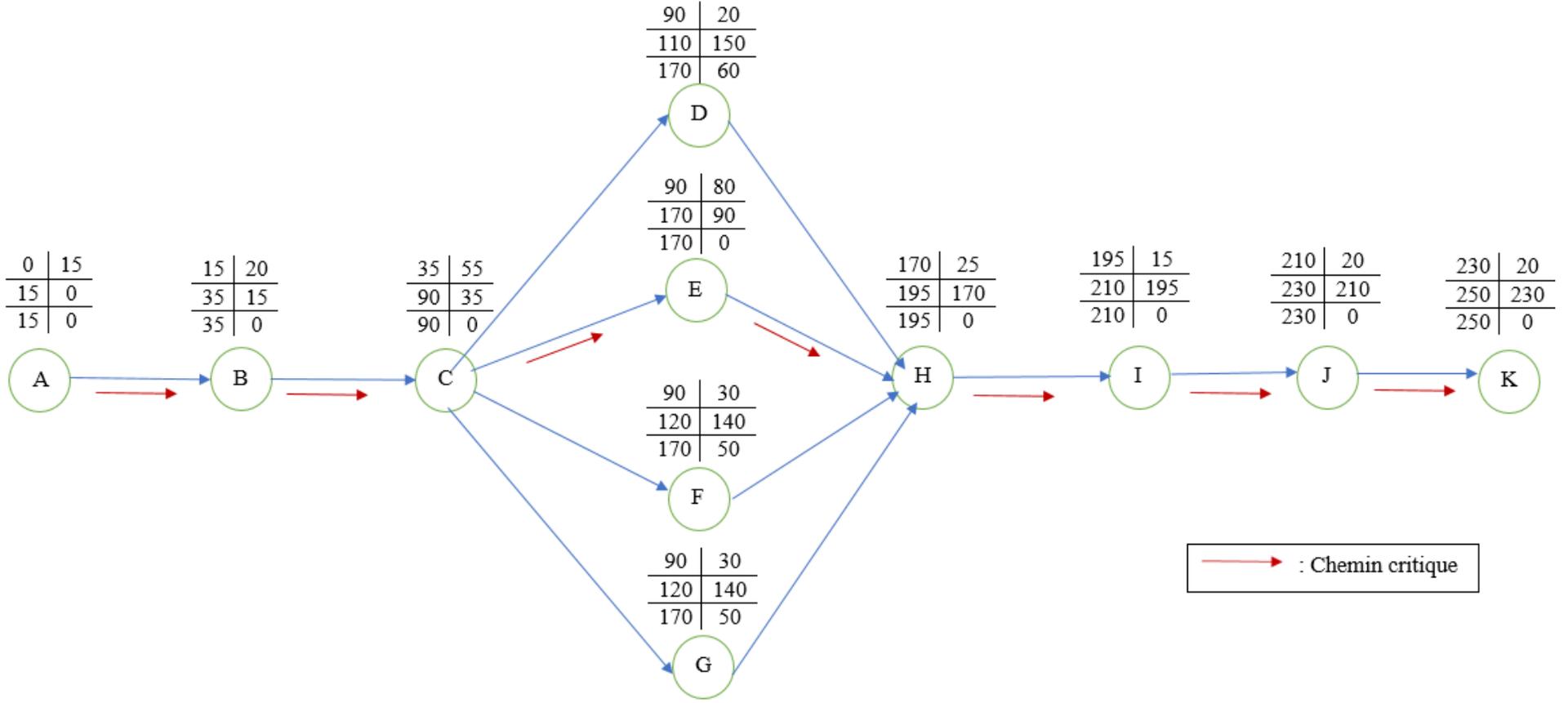


Figure VII.3 — Réseau à nœud

VII.6 Conclusion

Au cours de ce chapitre, nous avons tout d'abord sélectionné les équipements les plus appropriés pour garantir le bon déroulement des différentes phases du projet. Ensuite, dans une deuxième étape, nous avons réalisé une étude quantitative visant à estimer les volumes de travaux, ce qui a permis l'élaboration du devis quantitatif et estimatif. Il apparaît donc clairement que l'organisation du chantier est essentielle à la mise en œuvre d'un réseau d'assainissement, permettant d'optimiser les coûts, de réduire les dépenses énergétiques et le temps, tout en améliorant l'efficacité du travail.

Conclusion générale

L'étude menée dans la vallée des jardins, située dans la wilaya de Mostaganem, a permis de concevoir un projet global d'évacuation des eaux usées et pluviales, répondant aux besoins croissants de l'agglomération. Grâce à la collecte des données essentielles et aux analyses hydrauliques approfondies, il a été possible de dimensionner un réseau unitaire en adéquation avec les spécificités hydrauliques de la zone. Ce réseau a été conçu pour assurer une gestion efficace des flux d'eaux usées et pluviales, tout en tenant compte des risques potentiels de débordement et de saturation, qui pourraient compromettre le bon fonctionnement du système à long terme.

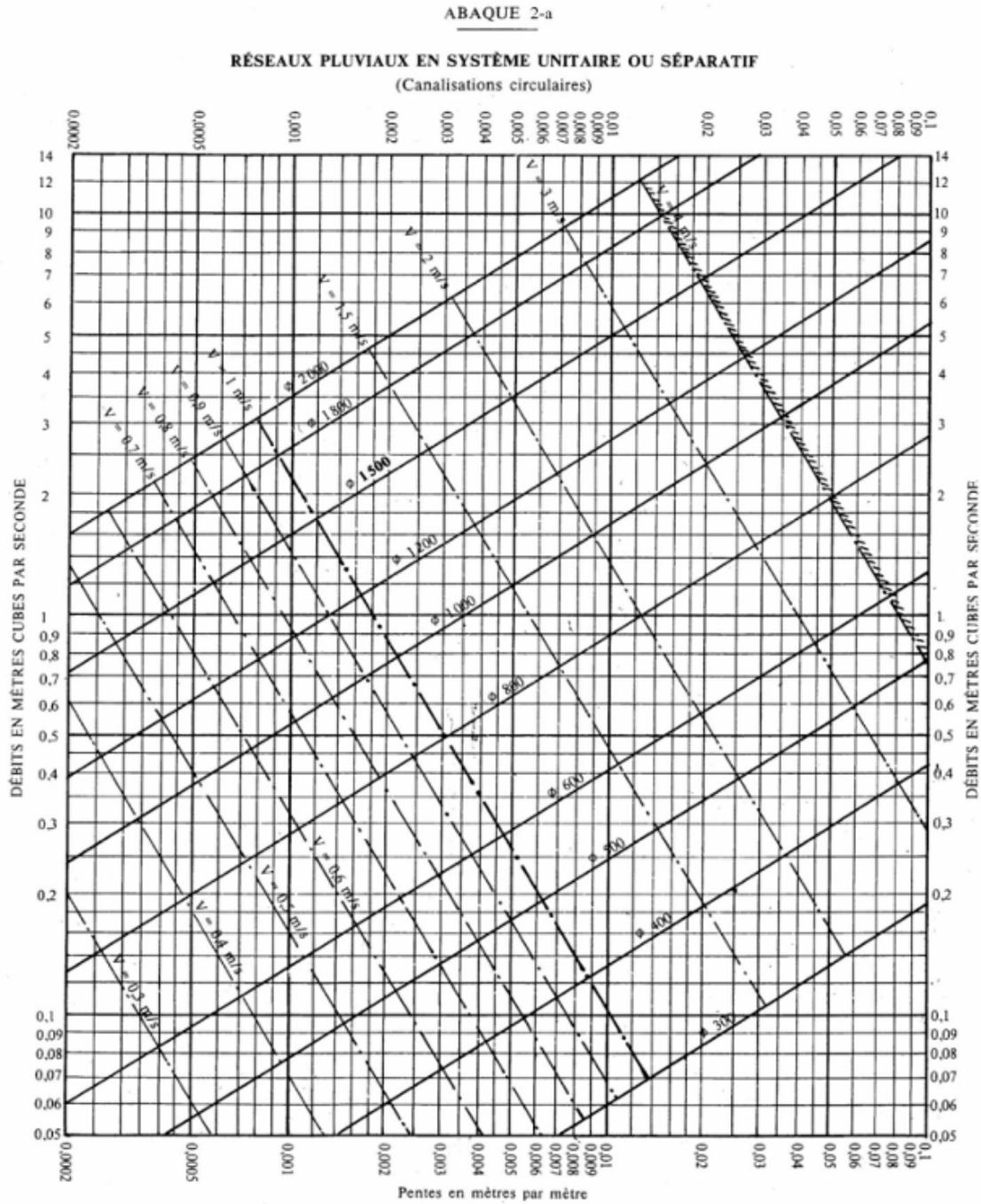
L'approche adoptée visait non seulement à répondre aux besoins techniques immédiats, mais aussi à anticiper les évolutions futures, en vue d'offrir une solution durable. Le dimensionnement du réseau a pris en compte les débits calculés et les contraintes locales, garantissant ainsi une efficacité optimale du système dans des conditions normales comme extrêmes. Par ailleurs, l'étude ne s'est pas limitée aux aspects techniques. Une évaluation économique complète a été effectuée, prenant en compte les coûts de construction, d'entretien et d'exploitation du réseau proposé. Cette analyse a démontré que l'investissement dans un réseau d'assainissement adéquat est non seulement pertinent, mais également nécessaire pour garantir la santé publique, améliorer la qualité de vie des habitants, et préserver l'environnement naturel de la région.

En conclusion, cette étude approfondie a abouti à la conception d'un projet d'évacuation des eaux usées et pluviales spécifiquement adapté à la vallée des jardins. L'application des recommandations issues de cette analyse permettra de garantir un système d'assainissement performant, pérenne et en harmonie avec les exigences environnementales et urbaines de la région.

Références bibliographiques

- [1] BET AGC, “Étude de schéma directeur d’assainissement de la vallée des jardins,” Tech. Rep., 2012.
- [2] G. Réménieras, “Hydrologie de l’ingénieur,” *Collection du Laboratoire national d’hydrologie (France) fre*, 1960.
- [3] J.-L. Bertrand-Krajewski, D. Laplace, C. Joannis, and G. Chebbo, *Mesures en hydrologie urbaine et assainissement*. Tec & Doc, 2008.
- [4] H. Guerrée and C. Gomella, *Les eaux usées dans les agglomérations urbaines ou rurales*. Ed. Eyrolles, 1978.
- [5] C. COSTE and M. LOUDET, “L’assainissement en milieu urbain ou rural t. 2 : L’épuration et les traitements,” 1987.
- [6] S. Boualem, *Polycopié d’assainissement*. ENSH, 1993.
- [7] A. MOREL, “L’assainissement des eaux pluviales en milieu urbain tropical subsahariens,” *Luxembourg : Lux-Development*, 167p, 1996.
- [8] F. G. Brière, *Distribution et collecte des eaux*. Presses inter Polytechnique, 2012.
- [9] P. inter Polytechnique, Ed., *Distribution et collecte des eaux*.
- [10] F.Dernouni, *Cours d’assainissement*. ENSH, 2004.
- [11] D.Kahlerras, *Polycopié ”Organisation de chantier”*. ENSH, 2021.
- [12] H. Guerrée and C. Gomella, *Les eaux usées dans les agglomérations urbaines ou rurales*. Ed. Eyrolles, 1978.
- [13] M. Satin and B. Selmi, “Guide technique de l’assainissement, 4^{ème} édition, le moniteur référence technique,” *Paris*, 726p, 2006.

Annexes



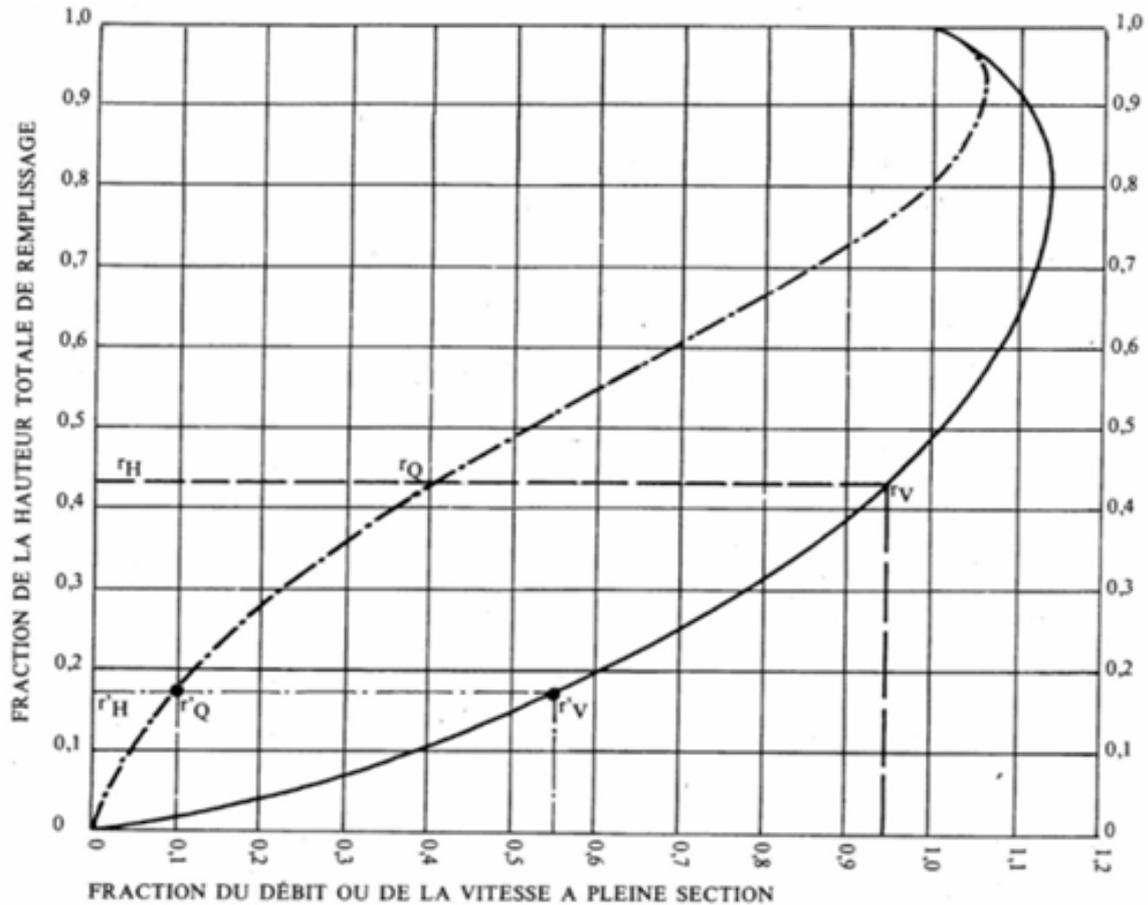
Nota. - La valeur du coefficient de Bazin a été prise égale à 0,46. Lorsque la pose des canalisations aura été particulièrement soignée, et surtout si le réseau est bien entretenu, les débits pourront être majorés de 20 % ($\gamma = 0,30$). A débit égal, les pentes pourront être réduites d'un tiers.

Figure VII.4 — Abaque de dimensionnement des canalisations circulaires - Bazin

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.

Figure VII.5 — Abaque des variations du débit et de la vitesse en fonction de la hauteur de remplissage d'un ouvrage circulaire

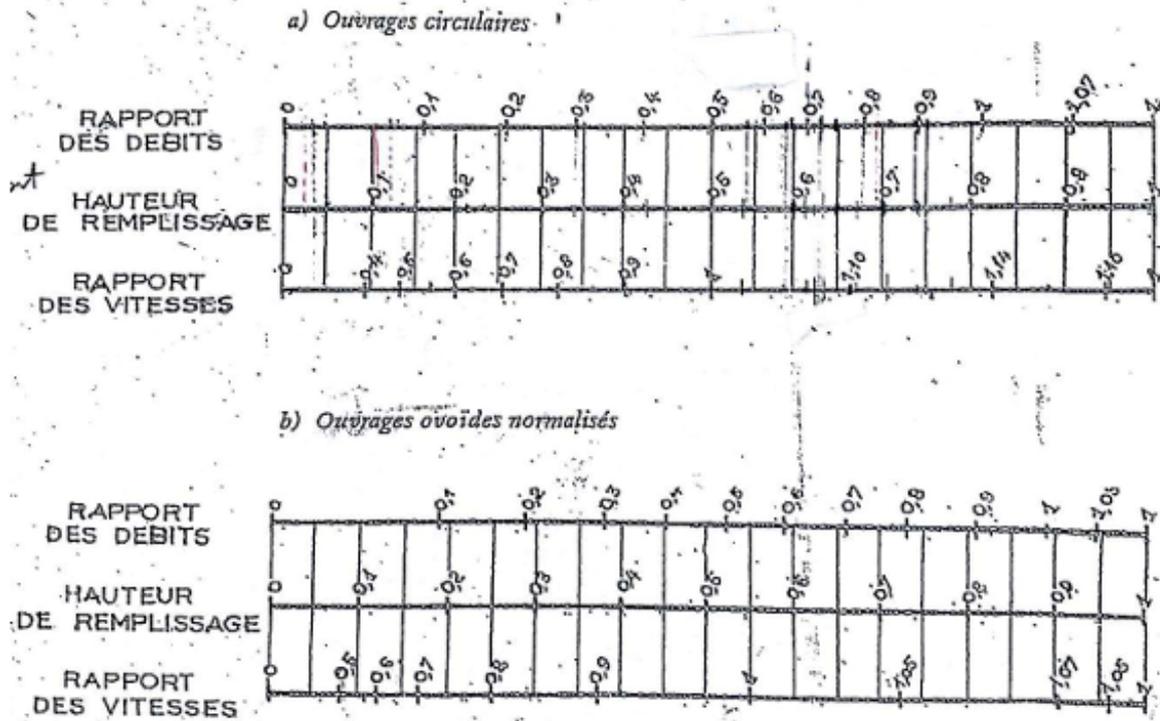
LOI DU KHI-DEUX AVEC k DEGRÉS DE LIBERTÉ
 QUANTILES D'ORDRE $1 - \gamma$

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 $N(k, 2k)$.

Figure VII.6 — Table de la Loi du Khi-deux avec k degrés de liberté

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



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

Figure VII.7 — Abaque de variation des débits et des vitesses en fonction de la hauteur de remplissage - Bazin

Dimensionnement des collecteurs du sous bassin 1 :

Tron	CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qt (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Dint (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	Vmin (m/s)	H (mm)	Qps/10- Qeu	Qps/100 - Qeu	Autocur age
R1-R2	151,85	149,09	151,85	149,09	54,03	0,0511	0,0296	128,40	315	289	3,921	0,257	0,12	0,66	0,23	2,572	0,811	0,07	0,025	0,0020	Vérifie
R2-R3	149,09	147,58	148,59	147,58	35,39	0,0285	0,0490	173,02	315	289	2,929	0,192	0,26	0,84	0,34	2,466	0,696	0,10	0,018	0,0010	Vérifie
R3-R4	147,58	143,72	146,08	143,73	71,94	0,0327	0,0884	210,43	315	289	3,136	0,206	0,43	0,96	0,46	2,997	0,856	0,13	0,019	0,0004	Vérifie
R4-R5	143,72	142,25	143,72	142,25	37,94	0,0389	0,1092	220,44	315	289	3,422	0,224	0,49	0,99	0,49	3,395	0,971	0,14	0,020	0,0002	Vérifie
R5-R26	142,25	138,12	141,25	138,12	86,44	0,0361	0,1565	255,86	315	289	3,297	0,216	0,72	1,08	0,63	3,573	1,074	0,18	0,019	0,0007	Vérifie
R6-R7	147,63	146,33	147,13	146,33	31,82	0,0251	0,0174	120,25	315	289	2,750	0,180	0,10	0,63	0,21	1,730	0,557	0,06	0,018	0,0015	Vérifie
R7-R8	146,33	143,66	145,33	143,66	38,65	0,0432	0,0386	146,37	315	289	3,606	0,236	0,16	0,73	0,27	2,616	0,785	0,08	0,023	0,0017	Vérifie
R8-R9	143,66	141,32	143,16	141,32	41,57	0,0443	0,0614	173,37	315	289	3,650	0,239	0,26	0,84	0,34	3,078	0,868	0,10	0,023	0,0013	Vérifie
R9-R25	141,32	138,99	141,32	137,99	83,00	0,0401	0,1068	217,44	315	289	3,473	0,228	0,47	0,98	0,48	3,407	0,974	0,14	0,021	0,0003	Vérifie
R10-R11	153,52	149,11	151,02	149,11	47,50	0,0403	0,0260	127,91	315	289	3,481	0,228	0,11	0,65	0,23	2,278	0,719	0,07	0,022	0,0018	Vérifie
R11-R12	149,11	147,43	149,11	147,43	35,58	0,0472	0,0455	153,13	315	289	3,769	0,247	0,18	0,76	0,29	2,848	0,838	0,08	0,024	0,0016	Vérifie
R12-R13	147,43	145,45	146,43	145,45	35,90	0,0273	0,0652	194,15	315	289	2,866	0,188	0,35	0,91	0,41	2,600	0,735	0,12	0,018	0,0007	Vérifie
R13-R14	145,45	143,67	145,45	143,67	36,95	0,0482	0,0854	193,16	315	289	3,808	0,250	0,34	0,90	0,40	3,444	0,973	0,12	0,023	0,0009	Vérifie
R14-R15	143,67	141,50	142,87	141,50	41,51	0,0329	0,2230	297,35	315	289	3,147	0,206	1,08	1,09	0,94	3,443	1,195	0,27	0,017	0,0021	Vérifie
R15-R22	141,50	139,85	141,50	139,84	56,33	0,0295	0,2539	318,53	400	366	3,490	0,367	0,69	1,07	0,61	3,747	1,117	0,22	0,032	0,0010	Vérifie
R16-R17	148,03	148,57	148,03	147,07	33,22	0,0289	0,0182	119,06	315	289	2,947	0,193	0,09	0,63	0,21	1,843	0,596	0,06	0,019	0,0016	Vérifie
R17-R19	148,57	146,98	147,57	145,98	35,02	0,0454	0,0374	143,25	315	289	3,698	0,242	0,15	0,71	0,27	2,634	0,797	0,08	0,024	0,0017	Vérifie
R18-R19	146,19	146,98	146,19	144,98	34,66	0,0349	0,0190	116,73	315	289	3,241	0,213	0,09	0,62	0,20	2,003	0,652	0,06	0,021	0,0018	Vérifie
R19-R20	146,98	145,43	145,78	144,43	34,18	0,0396	0,0751	190,95	315	289	3,451	0,226	0,33	0,90	0,40	3,101	0,875	0,11	0,021	0,0009	Vérifie
R20-R21	145,43	143,42	144,43	143,42	37,79	0,0266	0,0958	225,32	315	289	2,832	0,186	0,52	1,01	0,51	2,860	0,819	0,15	0,017	0,0001	Vérifie
R21-R14	143,42	143,67	143,42	142,67	34,84	0,0215	0,1149	251,05	315	289	2,545	0,167	0,69	1,07	0,61	2,731	0,814	0,18	0,015	0,0005	Vérifie
R22-R23	139,85	139,49	139,85	139,44	15,34	0,0265	0,2597	327,96	400	366	3,303	0,347	0,75	1,09	0,64	3,607	0,852	0,24	0,032	0,0012	Vérifie
R23-R24	139,49	140,05	139,49	138,75	26,08	0,0286	0,2740	329,68	400	366	3,437	0,361	0,76	1,10	0,65	3,766	0,905	0,24	0,034	0,0011	Vérifie
R24-R25	140,05	138,99	137,75	137,19	18,69	0,0296	0,2843	332,10	400	366	3,496	0,368	0,77	1,10	0,66	3,852	0,935	0,24	0,034	0,0009	Vérifie
R25-R26	138,99	138,12	138,99	137,62	35,19	0,0390	0,4104	362,09	400	366	4,008	0,421	0,97	1,14	0,79	4,569	1,255	0,29	0,037	0,0008	Vérifie
R26-R30	138,12	138,00	138,12	137,20	35,68	0,0260	0,5865	446,63	500	459	3,806	0,630	0,93	1,14	0,76	4,337	1,233	0,35	0,055	0,0020	Vérifie
R27-R28	144,94	143,33	144,94	143,33	34,69	0,0462	0,0190	110,82	315	289	3,728	0,244	0,08	0,60	0,19	2,230	0,739	0,05	0,024	0,0021	Vérifie
R29-R30	141,65	138,00	141,65	138,00	91,78	0,0399	0,0886	202,94	315	289	3,464	0,227	0,39	0,93	0,43	3,227	0,918	0,13	0,021	0,0006	Vérifie

Tron	CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qt (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Dint (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	Vmin (m/s)	H (mm)	Qps/10-Qeu	Qps/100-Qeu	Autocur age
R30-R31	138,00	137,65	138,00	136,85	44,39	0,0258	0,6994	477,86	500	459	3,791	0,627	1,12	0,88	1,04	3,343	1,339	0,48	0,052	0,0041	Vérifie
R31-R32	137,65	137,60	137,65	136,95	24,84	0,0283	0,7130	472,97	500	459	3,972	0,657	1,09	1,08	0,95	4,290	1,391	0,44	0,055	0,0041	Vérifie
R32-R33	137,60	137,50	137,60	136,93	34,46	0,0193	0,7319	513,32	630	580	3,831	1,012	0,72	1,08	0,63	4,150	1,158	0,36	0,090	0,0009	Vérifie
R33-R34	137,50	137,41	137,50	136,84	34,46	0,0192	0,7508	518,54	630	580	3,825	1,010	0,74	1,09	0,64	4,170	1,170	0,37	0,090	0,0012	Vérifie

Dimensionnement des collecteurs du sous bassin 2 :

Tron	CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qt (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Dint (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	Vmin (m/s)	H (mm)	Qps/10-Qeu	Qps/100-Qeu	Autocur age
R34-R35	137,41	137,31	137,41	136,49	39,07	0,0235	0,8028	511,92	630	580	4,233	1,118	0,72	1,08	0,62	4,578	1,287	0,36	0,099	0,0012	Vérifie
R35-R36	137,31	137,51	137,31	136,38	39,07	0,0237	0,8549	523,49	630	580	4,247	1,121	0,76	1,10	0,65	4,660	1,326	0,38	0,099	0,0021	Vérifie
R36-R37	137,51	137,31	137,51	136,71	39,07	0,0206	0,9069	549,60	630	580	3,957	1,045	0,87	1,13	0,72	4,488	1,302	0,42	0,090	0,0039	Vérifie
R37-R38	137,31	137,23	137,31	136,43	39,07	0,0225	0,9589	551,55	630	580	4,144	1,094	0,88	1,14	0,72	4,707	1,375	0,42	0,094	0,0044	Vérifie
R39-R40	136,60	136,68	136,60	134,93	56,12	0,0298	0,0747	201,07	315	289	2,993	0,196	0,38	0,93	0,43	2,773	0,799	0,12	0,018	0,0005	Vérifie
R40-R41	136,68	136,67	136,68	135,47	47,27	0,0257	0,1377	259,87	315	289	2,782	0,182	0,75	1,09	0,65	3,045	0,937	0,19	0,016	0,0008	Vérifie
R41-R38	136,67	137,23	136,67	135,23	47,27	0,0304	0,2006	290,01	400	366	3,542	0,372	0,54	1,02	0,52	3,621	1,056	0,19	0,033	0,0002	Vérifie
R38-R42	137,23	137,32	137,23	136,12	44,99	0,0247	1,2041	657,92	800	800	4,029	2,024	0,59	1,05	0,55	4,217	0,852	0,44	0,197	0,0152	Vérifie
R42-R43	137,32	137,36	137,32	136,36	44,99	0,0213	1,2640	688,90	800	800	3,741	1,879	0,67	1,07	0,60	3,998	0,827	0,48	0,182	0,0126	Vérifie
R43-R44	137,36	137,37	137,36	136,87	44,99	0,0110	1,3233	792,46	800	800	2,696	1,354	0,98	1,14	0,79	3,074	0,648	0,63	0,129	0,0068	Vérifie
R44-R45	137,37	137,27	137,37	136,97	44,99	0,0087	1,4018	846,22	1000	1000	2,782	2,184	0,64	1,06	0,58	2,951	0,874	0,58	0,192	0,0047	Vérifie

Dimensionnement des collecteurs du sous bassin 3 :

Tron	CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qt (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Dint (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	Vmin (m/s)	H (mm)	Qps/10-Queu	Qps/100-Queu	Autocur age
R46-R47	136,76	136,95	136,76	134,95	39,20	0,0461	0,0426	150,06	315	289	3,723	0,244	0,17	0,74	0,28	2,762	0,826	0,08	0,024	0,0016	Vérifie
R47-R48	136,95	136,96	136,95	135,26	39,20	0,0430	0,0852	197,13	315	289	3,597	0,236	0,36	0,92	0,42	3,293	0,945	0,12	0,022	0,0007	Vérifie
R48-R49	136,96	136,90	136,96	135,30	39,20	0,0423	0,1278	230,18	315	289	3,570	0,234	0,55	1,03	0,52	3,663	1,068	0,15	0,021	0,0001	Vérifie
R49-R50	136,90	136,79	136,90	135,29	39,20	0,0411	0,1704	257,78	315	289	3,519	0,231	0,74	1,09	0,64	3,830	1,174	0,18	0,020	0,0010	Vérifie
R50-R51	136,79	137,01	136,79	135,21	39,20	0,0403	0,2130	281,37	400	366	4,077	0,429	0,50	1,00	0,50	4,070	1,182	0,18	0,039	0,0002	Vérifie
R51-R52	137,01	137,06	137,01	135,26	39,20	0,0448	0,2556	295,40	315	289	3,670	0,241	1,06	1,13	0,90	4,153	1,409	0,26	0,019	0,0025	Vérifie
R52-R45	137,06	137,27	137,06	135,77	39,20	0,0327	0,2982	331,92	400	366	3,673	0,386	0,77	1,10	0,66	4,046	1,246	0,24	0,033	0,0019	Vérifie
R45-R53	137,27	137,39	137,27	136,54	36,36	0,0202	1,7396	784,03	800	800	3,647	1,832	0,95	1,14	0,77	4,155	1,331	0,61	0,150	0,0147	Vérifie
R53-R54	137,39	137,43	137,39	136,63	36,36	0,0209	1,7791	785,91	800	800	3,706	1,862	0,96	1,14	0,77	4,222	1,356	0,62	0,152	0,0152	Vérifie
R54-R55	137,43	137,62	137,43	135,92	72,73	0,0208	1,8582	799,52	800	800	3,697	1,857	1,00	1,14	0,81	4,226	1,377	0,65	0,150	0,0167	Vérifie
R55-R56	137,62	137,46	136,42	135,46	46,57	0,0205	1,9088	809,28	1000	1000	4,267	3,349	0,57	1,04	0,54	4,425	1,289	0,54	0,299	0,0028	Vérifie
R56-R57	137,46	137,23	137,46	136,43	46,57	0,0221	1,9594	806,22	1000	1000	4,424	3,473	0,56	1,03	0,53	4,577	1,332	0,53	0,310	0,0025	Vérifie
R57-R58	137,23	137,22	137,23	136,55	40,41	0,0168	2,0033	855,54	1000	1000	3,861	3,031	0,66	1,07	0,59	4,114	1,229	0,59	0,265	0,0078	Vérifie

Dimensionnement des collecteurs du sous bassin 4 :

Tron	CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qt (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Dint (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	Vmin (m/s)	H (mm)	Qps/10-Queu	Qps/100-Queu	Autocur age
RE1-RE2	150,03	149,51	150,03	148,51	32,13	0,0472	0,0183	108,80	315	289	3,769	0,247	0,07	0,59	0,18	2,228	0,749	0,05	0,024	0,0021	Vérifie
RE2-RE3	149,51	148,20	149,51	148,20	30,12	0,0437	0,0354	141,44	315	289	3,627	0,238	0,15	0,70	0,26	2,556	0,787	0,08	0,023	0,0017	Vérifie
RE3-RE6	148,20	147,08	148,20	147,08	25,34	0,0439	0,0499	160,64	315	289	3,634	0,238	0,21	0,79	0,31	2,871	0,839	0,09	0,023	0,0014	Vérifie
RE4-RE5	149,89	148,19	148,69	146,19	53,91	0,0464	0,0307	132,54	315	289	3,736	0,245	0,13	0,67	0,24	2,505	0,789	0,07	0,024	0,0018	Vérifie
RE5-RE6	148,19	147,08	148,19	147,08	29,80	0,0372	0,0477	162,95	315	289	3,344	0,219	0,22	0,80	0,31	2,676	0,778	0,09	0,021	0,0013	Vérifie
RE7-RE8	146,08	144,78	146,08	144,78	36,47	0,0357	0,0208	120,24	315	289	3,276	0,215	0,10	0,63	0,21	2,061	0,669	0,06	0,021	0,0017	Vérifie
RE6-RE8	147,08	144,78	146,08	144,78	37,23	0,0349	0,1187	232,10	315	289	3,243	0,213	0,56	1,03	0,53	3,347	0,986	0,15	0,019	0,0002	Vérifie
RE9-RE10	147,82	147,09	147,82	146,09	36,79	0,0471	0,0209	114,50	315	289	3,766	0,247	0,08	0,61	0,20	2,299	0,758	0,06	0,024	0,0021	Vérifie
RE10-RE11	147,09	145,78	147,09	145,78	26,75	0,0489	0,0362	139,56	315	289	3,836	0,252	0,14	0,70	0,26	2,674	0,827	0,07	0,024	0,0018	Vérifie

Tron	CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qt (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Dint (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	Vmin (m/s)	H (mm)	Qps/10-Queu	Qps/100-Queu	Autocurage
RE11-RE12	145,78	143,68	145,78	143,68	58,15	0,0361	0,0693	188,47	315	289	3,297	0,216	0,32	0,89	0,39	2,940	0,843	0,11	0,020	0,0008	Vérifie
RE8-RE12	144,78	143,68	143,38	142,48	22,78	0,0397	0,1501	247,47	315	289	3,456	0,227	0,66	1,07	0,59	3,684	0,749	0,17	0,022	0,0016	Vérifie
RE13-RE14	145,33	144,87	145,33	143,87	36,98	0,0394	0,0211	118,64	315	289	3,443	0,226	0,09	0,62	0,21	2,148	0,700	0,06	0,022	0,0018	Vérifie
RE14-RE15	144,87	144,07	144,87	143,57	38,92	0,0334	0,0432	160,24	315	289	3,170	0,208	0,21	0,79	0,31	2,499	0,731	0,09	0,020	0,0012	Vérifie
RE15-RE16	144,07	143,38	144,07	142,88	31,81	0,0373	0,0613	178,98	315	289	3,350	0,220	0,28	0,86	0,36	2,891	0,826	0,10	0,021	0,0010	Vérifie
RE16-RE17	143,38	142,61	143,38	142,61	21,00	0,0369	0,0733	191,72	315	289	3,332	0,218	0,34	0,90	0,40	3,001	0,863	0,12	0,020	0,0007	Vérifie
RE12-RE17	143,68	142,61	143,68	142,51	26,59	0,0440	0,2345	286,94	315	289	3,639	0,239	0,98	1,14	0,79	4,151	1,062	0,23	0,022	0,0001	Vérifie
RE17-RE18	142,61	141,56	141,61	140,46	32,98	0,0348	0,3266	339,41	400	366	3,790	0,399	0,82	1,12	0,69	4,245	1,129	0,25	0,036	0,0002	Vérifie
RE18-RE19	141,56	140,48	140,56	139,28	34,38	0,0371	0,3462	342,86	400	366	3,910	0,411	0,84	1,13	0,70	4,410	1,189	0,26	0,037	0,0004	Vérifie
RE19-RE20	140,48	139,86	139,48	138,66	20,35	0,0403	0,3578	341,76	400	366	4,076	0,429	0,83	1,13	0,70	4,587	1,242	0,26	0,038	0,0005	Vérifie
RE20-RE21	139,86	139,34	139,86	138,24	34,71	0,0468	0,3775	339,05	400	366	4,394	0,462	0,82	1,12	0,69	4,917	1,341	0,25	0,041	0,0005	Vérifie
RE21-RE22	139,34	138,45	139,34	136,45	72,10	0,0401	0,4186	362,77	400	366	4,068	0,428	0,98	1,14	0,79	4,639	1,346	0,29	0,037	0,0017	Vérifie
RE22-RE23	138,45	138,02	138,45	136,72	40,88	0,0421	0,4418	366,85	400	366	4,168	0,438	1,01	1,14	0,82	4,769	1,405	0,30	0,037	0,0020	Vérifie
RE23-RE24	138,02	137,79	138,02	136,29	41,81	0,0414	0,4656	375,32	400	366	4,133	0,435	1,07	1,12	0,91	4,618	1,436	0,33	0,037	0,0026	Vérifie
RE24-RE25	137,79	137,32	137,79	135,42	50,13	0,0473	0,4942	374,30	400	366	4,418	0,465	1,06	1,13	0,90	4,991	1,542	0,33	0,039	0,0028	Vérifie
RE25-RE26	137,32	137,17	137,32	136,67	21,26	0,0303	0,5063	410,57	500	459	4,113	0,680	0,74	1,09	0,64	4,486	1,261	0,29	0,060	0,0009	Vérifie
RE26-RE27	137,17	137,23	137,17	136,13	34,31	0,0306	0,5258	415,83	500	459	4,129	0,683	0,77	1,10	0,66	4,544	1,287	0,30	0,060	0,0013	Vérifie
RE27-RE28	137,23	137,13	137,23	136,13	38,97	0,0281	0,5480	429,00	500	459	3,960	0,655	0,84	1,13	0,70	4,459	1,277	0,32	0,057	0,0020	Vérifie
RE28-RE29	137,13	137,46	137,13	135,46	75,48	0,0222	0,5910	461,52	500	459	3,515	0,581	1,02	1,15	0,83	4,026	1,228	0,38	0,049	0,0036	Vérifie
RE29-RE30	137,46	137,70	137,46	136,00	45,61	0,0319	0,6169	437,95	500	459	4,219	0,698	0,88	1,14	0,73	4,797	1,404	0,33	0,060	0,0029	Vérifie
RE30-RE31	137,70	137,58	137,70	137,18	19,98	0,0259	0,6283	458,52	500	459	3,802	0,629	1,00	1,14	0,81	4,345	1,327	0,37	0,053	0,0038	Vérifie
RE31-RE32	137,58	137,61	137,58	137,01	24,94	0,0231	0,6425	472,66	500	459	3,586	0,593	1,08	1,09	0,94	3,896	1,294	0,43	0,049	0,0045	Vérifie
RE32-RE33	137,61	137,67	137,61	136,87	30,11	0,0245	0,6597	471,78	500	459	3,700	0,612	1,08	1,10	0,93	4,078	1,336	0,43	0,050	0,0046	Vérifie
RE33-R62	137,67	137,66	137,67	137,36	11,31	0,0276	0,6661	463,24	500	459	3,922	0,649	1,03	1,15	0,84	4,496	1,391	0,39	0,054	0,0044	Vérifie

Dimensionnement des collecteurs du sous bassin 5 :

Tron	CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qt (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Dint (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	Vmin (m/s)	H (mm)	Qps/10-Queu	Qps/100-Queu	Autocurage
R295-R297	136,74	136,68	136,74	135,68	56,96	0,0186	0,0417	176,46	315	289	2,37	0,155	0,27	1,13	0,35	2,677	0,590	0,10	0,015	0,0007	Vérifie
R296-R297	136,70	136,68	136,70	135,68	51,63	0,0198	0,0259	145,77	315	289	2,44	0,160	0,16	1,13	0,27	2,763	0,533	0,08	0,016	0,0011	Vérifie
R297-R298	136,68	136,33	136,68	135,33	90,00	0,0150	0,1335	284,31	315	289	2,12	0,139	0,96	1,13	0,78	2,401	0,807	0,22	0,011	0,0014	Vérifie
R298-R305	136,33	136,32	136,33	135,32	41,10	0,0246	0,2544	329,86	400	366	3,19	0,335	0,76	1,10	0,65	3,493	1,094	0,24	0,028	0,0018	Vérifie
R305-R306	136,32	136,66	136,32	135,06	51,46	0,0245	0,3382	367,42	400	366	3,18	0,334	1,01	1,14	0,82	3,638	1,218	0,30	0,027	0,0035	Vérifie
R306-R307	136,66	136,65	136,66	135,55	40,85	0,0272	0,3682	371,95	400	366	3,35	0,352	1,05	1,14	0,87	3,828	1,302	0,32	0,028	0,0040	Vérifie
R307-R308	136,65	136,48	136,65	135,08	41,40	0,0380	0,3985	400,84	500	459	3,45	0,571	0,70	1,08	0,61	3,712	1,150	0,28	0,049	0,0024	Vérifie
R308-R309	136,48	136,37	136,48	135,77	20,61	0,0344	0,4088	370,02	400	366	3,77	0,396	1,03	1,15	0,85	4,320	1,459	0,31	0,031	0,0044	Vérifie
R309-R310	136,37	136,35	136,37	134,98	58,08	0,0238	0,4379	406,85	500	459	3,65	0,603	0,73	1,08	0,63	3,952	1,230	0,29	0,051	0,0028	Vérifie
R310-R311	136,35	136,47	136,35	134,47	62,08	0,0304	0,4834	403,44	500	459	4,11	0,681	0,71	1,08	0,62	4,441	1,379	0,28	0,058	0,0030	Vérifie
R311-R312	136,47	136,67	136,47	136,15	10,48	0,0309	0,4911	404,44	500	459	4,15	0,687	0,71	1,08	0,62	4,488	1,396	0,29	0,059	0,0031	Vérifie
R312-R313	136,67	137,03	136,67	135,23	39,79	0,0361	0,5202	401,38	500	459	4,49	0,742	0,70	1,08	0,61	4,832	1,499	0,28	0,064	0,0032	Vérifie
R313-R314	137,03	136,62	137,03	135,32	44,85	0,0381	0,5531	406,73	500	459	4,61	0,762	0,73	1,08	0,63	4,995	1,561	0,29	0,065	0,0037	Vérifie
R314-R315	136,62	138,24	136,62	136,44	7,74	0,0236	0,5587	446,46	500	459	3,63	0,600	0,93	1,14	0,76	4,136	1,354	0,35	0,049	0,0054	Vérifie

Dimensionnement des collecteurs du sous bassin 6 :

Tron	CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qt (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Dint (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	Vmin (m/s)	H (mm)	Qps/10-Queu	Qps/100-Queu	Autocurage
R238-R240	136,31	136,10	136,31	135,60	26,59	0,0267	0,0405	163,08	315	289	2,83	0,186	0,22	0,80	0,31	2,270	0,659	0,09	0,018	0,0011	Vérifie
R239-R240	136,39	136,10	136,39	135,10	48,31	0,0266	0,0584	187,22	315	289	2,83	0,185	0,31	0,89	0,38	2,512	0,723	0,11	0,017	0,0007	Vérifie
R240-R241	136,10	136,26	136,10	134,96	44,93	0,0254	0,0750	207,37	315	289	2,77	0,181	0,41	0,95	0,45	2,616	0,769	0,13	0,017	0,0003	Vérifie
R241-R242	136,26	136,33	136,26	135,33	43,85	0,0211	0,0912	231,10	315	289	2,52	0,165	0,55	1,03	0,53	2,594	0,773	0,15	0,015	0,0002	Vérifie
R242-R243	136,33	136,39	136,33	135,09	44,39	0,0281	0,1077	233,06	315	289	2,91	0,191	0,56	1,03	0,53	3,010	0,901	0,15	0,017	0,0003	Vérifie
R243-R244	136,39	136,44	136,39	135,44	44,39	0,0213	0,1241	258,87	315	289	2,53	0,166	0,75	1,09	0,64	2,766	0,872	0,19	0,014	0,0009	Vérifie
R244-R245	136,44	136,49	136,44	135,19	44,39	0,0281	0,1463	261,49	315	289	2,91	0,191	0,77	1,10	0,66	3,198	1,006	0,19	0,016	0,0011	Vérifie
R245-R248	136,49	136,17	136,49	135,57	36,74	0,0250	0,1648	279,49	315	289	2,74	0,180	0,92	1,14	0,75	3,124	1,013	0,22	0,015	0,0015	Vérifie
R246-R247	136,07	136,47	136,07	134,97	33,27	0,0329	0,0167	112,40	315	289	3,15	0,206	0,08	0,60	0,19	1,900	0,628	0,06	0,020	0,0017	Vérifie

Tron	CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qt (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Dint (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	Vmin (m/s)	H (mm)	Qps/10-Queu	Qps/100-Queu	Autocurage
R247-R248	136,47	136,17	136,47	135,27	38,15	0,0314	0,0358	151,05	315	289	3,07	0,202	0,18	0,75	0,28	2,294	0,682	0,08	0,019	0,0013	Vérifie
R248-R249	136,17	136,15	136,17	134,45	51,33	0,0335	0,2263	297,91	315	289	3,18	0,208	1,09	1,08	0,95	3,417	1,245	0,27	0,016	0,0024	Vérifie
R253-R254	136,14	135,95	136,14	133,65	78,42	0,0317	0,0393	156,14	315	289	3,09	0,203	0,19	0,77	0,30	2,378	0,697	0,09	0,020	0,0013	Vérifie
R254-R255	135,95	135,89	135,95	135,39	15,75	0,0352	0,0472	163,96	315	289	3,26	0,214	0,22	0,80	0,32	2,621	0,754	0,09	0,020	0,0012	Vérifie
R257-R256	135,94	135,85	135,94	134,25	43,32	0,0391	0,0217	120,19	315	289	3,43	0,225	0,10	0,63	0,21	2,157	0,697	0,06	0,022	0,0018	Vérifie
R256-R255	135,85	135,89	135,85	134,49	36,59	0,0371	0,0400	152,70	315	289	3,34	0,219	0,18	0,75	0,29	2,518	0,745	0,08	0,021	0,0014	Vérifie
R255-R260	135,89	136,05	135,89	135,05	23,77	0,0355	0,0992	216,35	315	289	3,27	0,214	0,46	0,98	0,48	3,191	0,920	0,14	0,020	0,0003	Vérifie
R258-R259	135,68	135,92	135,68	134,22	37,45	0,0390	0,0188	113,88	315	289	3,42	0,224	0,08	0,61	0,19	2,083	0,686	0,06	0,022	0,0019	Vérifie
R259-R260	135,92	136,05	135,92	134,55	42,85	0,0321	0,0402	157,22	315	289	3,11	0,204	0,20	0,77	0,30	2,406	0,703	0,09	0,020	0,0013	Vérifie
R260-R261	136,05	135,45	136,05	135,05	29,52	0,0339	0,1542	257,50	315	289	3,19	0,209	0,74	1,09	0,64	3,473	1,057	0,18	0,018	0,0008	Vérifie
R263-R262	135,84	135,94	135,84	134,49	38,58	0,0352	0,0193	117,39	315	289	3,25	0,213	0,09	0,62	0,20	2,016	0,657	0,06	0,021	0,0018	Vérifie
R262-R261	135,94	135,45	135,94	134,45	43,48	0,0342	0,0411	156,60	315	289	3,21	0,210	0,20	0,77	0,30	2,475	0,725	0,09	0,020	0,0013	Vérifie
R264-R261	136,09	135,45	136,09	134,95	32,17	0,0356	0,0161	109,42	315	289	3,27	0,214	0,08	0,59	0,18	1,941	0,648	0,05	0,021	0,0018	Vérifie
R261-R268	135,45	136,13	135,45	134,53	27,45	0,0337	0,0710	192,76	315	289	3,18	0,209	0,34	0,90	0,40	2,875	0,818	0,12	0,020	0,0007	Vérifie
R265-R266	135,94	135,95	135,94	134,75	38,58	0,0309	0,0193	120,25	315	289	3,05	0,200	0,10	0,63	0,21	1,919	0,620	0,06	0,020	0,0016	Vérifie
R266-R268	135,95	136,13	135,95	134,43	44,73	0,0341	0,0418	157,62	315	289	3,20	0,210	0,20	0,78	0,30	2,485	0,726	0,09	0,020	0,0013	Vérifie
R267-R268	136,33	136,13	136,33	135,13	32,63	0,0370	0,0164	109,18	315	289	3,34	0,219	0,07	0,59	0,18	1,978	0,661	0,05	0,022	0,0019	Vérifie
R268-R269	136,13	136,24	136,13	135,04	30,61	0,0354	0,0734	193,40	315	289	3,26	0,214	0,34	0,91	0,40	2,954	0,841	0,12	0,020	0,0007	Vérifie
R299-R300	136,36	136,26	136,36	135,26	57,31	0,0191	0,0287	152,61	315	289	2,40	0,157	0,18	1,13	0,29	2,714	0,535	0,08	0,015	0,0010	Vérifie
R300-R301	136,26	136,26	136,26	135,46	35,26	0,0229	0,0464	176,65	315	289	2,62	0,172	0,27	1,13	0,35	2,968	0,636	0,10	0,016	0,0008	Vérifie
R301-R302	136,26	136,25	136,26	135,45	40,91	0,0198	0,0669	208,22	315	289	2,44	0,160	0,42	1,13	0,45	2,761	0,666	0,13	0,015	0,0003	Vérifie
R302-R298	136,25	136,33	136,25	135,53	47,72	0,0150	0,0908	246,10	315	289	2,12	0,139	0,65	2,13	0,58	4,522	0,672	0,17	0,012	0,0003	Vérifie
R303-R304	136,34	136,33	136,34	135,33	40,64	0,0248	0,0204	127,82	315	289	2,73	0,179	0,11	0,65	0,23	1,786	0,566	0,07	0,018	0,0014	Vérifie
R304-R305	136,33	136,32	136,33	134,82	51,40	0,0293	0,0461	168,25	315	289	2,97	0,195	0,24	0,82	0,33	2,445	0,698	0,09	0,019	0,0011	Vérifie
R288-R289	136,25	136,30	136,25	135,96	29,71	0,0101	6,8864	1496,92	1500	1500	3,91	6,911	1,00	1,14	0,81	4,470	1,365	1,21	0,580	0,0417	Vérifie
R289-R290	136,30	136,35	136,30	135,86	40,21	0,0108	6,9066	1477,77	1500	1500	4,06	7,173	0,96	1,14	0,78	4,628	1,398	1,17	0,606	0,0395	Vérifie
R290-R291	136,35	136,54	136,35	135,74	57,05	0,0107	6,9280	1481,97	1500	1500	4,04	7,141	0,97	1,14	0,78	4,608	1,396	1,17	0,602	0,0403	Vérifie
R291-R292	136,54	135,58	135,54	135,22	26,68	0,0119	6,9380	1454,22	1500	1500	4,26	7,521	0,92	1,14	0,75	4,851	1,443	1,13	0,640	0,0367	Vérifie

Dimensionnement des collecteurs du sous bassin 7 :

Tron	CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qt (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Dint (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	Vmin (m/s)	H (mm)	Qps/10- Qeu	Qps/100 - Qeu	Autocur age
R235-R236	136,08	136,08	136,08	135,55	45,55	0,0118	6,2011	1397,60	1500	1500	4,23	7,473	0,83	1,12	0,70	4,755	1,362	1,04	0,650	0,0221	Vérifie
R237-R238	136,38	136,31	136,38	135,01	61,16	0,0223	0,0307	151,95	315	289	2,59	0,170	0,18	0,75	0,29	1,944	0,577	0,08	0,016	0,0011	Vérifie
R249-R250	136,15	136,15	136,15	134,45	43,01	0,0395	0,2422	296,32	315	289	3,45	0,226	1,07	1,12	0,91	3,856	1,347	0,26	0,018	0,0026	Vérifie
R250-R251	136,15	136,14	136,15	134,04	43,54	0,0484	0,2583	292,23	315	289	3,82	0,250	1,03	1,15	0,85	4,376	1,472	0,24	0,020	0,0027	Vérifie
R251-R252	136,14	136,07	136,14	134,57	43,54	0,0362	0,2744	315,69	400	366	3,86	0,406	0,68	1,07	0,60	4,131	1,267	0,22	0,035	0,0015	Vérifie
R252-R236	136,07	136,08	136,07	135,08	35,86	0,0275	0,4986	415,90	500	459	3,91	0,647	0,77	1,10	0,66	4,307	1,350	0,30	0,055	0,0036	Vérifie
R269-R270	136,24	136,29	136,24	135,29	38,75	0,0245	0,0929	226,27	315	289	2,71	0,178	0,52	1,01	0,51	2,750	0,795	0,15	0,016	0,0000	Vérifie
R270-R271	136,29	136,00	136,29	134,75	80,58	0,0191	0,1227	263,07	315	289	2,40	0,157	0,78	1,10	0,66	2,650	0,821	0,19	0,013	0,0008	Vérifie
R272-R273	136,37	135,99	136,37	134,79	71,60	0,0221	0,0265	144,16	315	289	2,58	0,169	0,16	0,72	0,27	1,846	0,571	0,08	0,016	0,0011	Vérifie
R273-R271	135,99	136,00	135,99	134,80	39,09	0,0304	0,0410	159,82	315	289	3,03	0,198	0,21	0,79	0,31	2,380	0,708	0,09	0,019	0,0011	Vérifie
R271-R275	136,00	136,20	134,80	134,30	39,49	0,0127	0,1783	326,64	400	366	2,29	0,241	0,74	1,09	0,64	2,496	0,776	0,23	0,021	0,0012	Vérifie
R274-R275	135,95	136,20	134,05	132,40	43,63	0,0378	0,0161	108,23	315	289	3,37	0,221	0,07	0,59	0,18	1,988	0,674	0,05	0,022	0,0019	Vérifie
R275-R252	136,20	136,07	136,20	134,57	44,38	0,0368	0,2109	285,14	315	289	3,33	0,218	0,97	1,14	0,78	3,791	1,254	0,23	0,018	0,0021	Vérifie
R252-R236	136,07	136,08	136,07	135,08	35,86	0,0275	0,4986	415,90	500	459	3,91	0,647	0,77	1,10	0,66	4,307	1,350	0,30	0,055	0,0036	Vérifie
R236-R276	136,08	136,36	136,08	135,66	35,37	0,0118	6,7127	1437,97	1500	1500	4,25	7,498	0,90	1,14	0,73	4,832	1,417	1,10	0,643	0,0322	Vérifie
R276-R277	136,36	136,12	136,36	135,97	37,31	0,0106	6,7265	1469,71	1500	1500	4,01	7,088	0,95	1,14	0,77	4,572	1,370	1,15	0,601	0,0366	Vérifie
R277-R282	136,12	135,93	136,12	135,73	37,31	0,0103	6,7403	1478,65	1500	1500	3,96	6,989	0,96	1,14	0,78	4,509	1,359	1,17	0,591	0,0379	Vérifie
R278-R279	136,00	135,76	136,00	134,76	32,00	0,0388	0,0118	95,87	315	289	3,42	0,224	0,05	0,54	0,15	1,847	0,665	0,04	0,022	0,0020	Vérifie
R279-R280	135,76	135,88	135,76	134,88	26,33	0,0334	0,0216	123,51	315	289	3,17	0,208	0,10	0,64	0,22	2,029	0,659	0,06	0,020	0,0016	Vérifie
R280-R281	135,88	135,83	135,88	134,83	39,19	0,0268	0,0361	156,10	315	289	2,84	0,186	0,19	0,77	0,30	2,185	0,655	0,09	0,018	0,0011	Vérifie
R281-R282	135,83	135,93	135,83	134,93	38,96	0,0230	0,0505	182,22	315	289	2,63	0,172	0,29	0,87	0,37	2,298	0,670	0,11	0,016	0,0006	Vérifie
R282-R283	135,93	135,94	135,93	135,54	32,59	0,0120	6,8029	1441,09	1500	1500	4,28	7,555	0,90	1,14	0,74	4,870	1,433	1,11	0,646	0,0336	Vérifie
R283-R284	135,94	136,19	135,94	135,59	32,59	0,0109	6,8150	1468,33	1500	1500	4,08	7,200	0,95	1,14	0,77	4,644	1,392	1,15	0,611	0,0374	Vérifie
R284-R285	136,19	136,14	136,19	135,82	36,90	0,0099	6,8286	1497,81	1500	1500	3,87	6,842	1,00	1,14	0,81	4,426	1,350	1,21	0,575	0,0412	Vérifie
R285-R286	136,14	136,10	136,14	135,78	36,63	0,0099	6,8422	1497,59	1500	1500	3,88	6,858	1,00	1,14	0,81	4,437	1,354	1,21	0,576	0,0414	Vérifie
R286-R287	136,10	136,10	136,10	135,70	35,39	0,0113	6,8553	1461,54	1500	1500	4,15	7,332	0,93	1,14	0,76	4,730	1,412	1,14	0,623	0,0369	Vérifie
R287-R288	136,10	136,25	136,10	135,65	43,86	0,0101	6,8715	1494,05	1500	1500	3,92	6,931	0,99	1,14	0,80	4,481	1,366	1,20	0,583	0,0413	Vérifie

Dimensionnement des collecteurs du sous bassin 8 :

Tron	CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qt (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Dint (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	Vmin (m/s)	H (mm)	Qps/10-Queu	Qps/100-Queu	Autocurage
R58-R59	137,22	137,17	137,22	136,50	40,41	0,0179	2,0239	849,23	1000	1000	3,979	3,123	0,65	1,06	0,58	4,226	1,258	0,58	0,274	0,0073	Vérifie
R59-R60	137,17	137,44	137,17	136,44	40,41	0,0180	2,0445	850,91	1000	1000	3,998	3,138	0,65	1,06	0,58	4,250	1,267	0,58	0,275	0,0075	Vérifie
R60-R61	137,44	137,55	137,44	136,68	40,41	0,0188	2,0261	841,45	1000	1000	4,082	3,204	0,63	1,06	0,57	4,319	0,741	0,57	0,320	0,0316	Vérifie
R61-R62	137,55	137,66	137,55	136,79	40,41	0,0189	2,0852	849,94	1000	1000	4,090	3,211	0,65	1,06	0,58	4,346	1,290	0,58	0,282	0,0072	Vérifie
R82-R97	137,97	137,85	137,92	135,85	39,20	0,0529	3,4671	847,81	1000	1000	6,846	5,374	0,65	1,06	0,58	4,205	2,125	0,58	0,474	0,0092	Vérifie
R97-R98	137,85	137,66	137,85	136,95	34,55	0,0259	3,4847	970,93	1000	1000	4,793	3,762	0,93	1,14	0,75	4,059	1,703	0,75	0,313	0,0257	Vérifie
R98-R99	137,66	137,68	137,66	137,01	34,32	0,0191	3,5022	1029,72	1200	1200	4,650	5,257	0,67	1,07	0,59	4,298	1,461	0,71	0,462	0,0111	Vérifie
R99-R100	137,68	137,41	137,68	137,01	36,00	0,0184	3,5205	1038,93	1200	1200	4,565	5,160	0,68	1,07	0,60	4,206	1,446	0,72	0,452	0,0124	Vérifie
R100-R101	137,41	137,31	137,41	136,46	46,51	0,0206	3,5442	1020,64	1200	1200	4,819	5,447	0,65	1,06	0,58	4,490	1,501	0,70	0,480	0,0100	Vérifie
R101-R118	137,31	137,06	137,31	136,91	36,15	0,0110	3,6526	1159,84	1200	1200	3,531	3,992	0,92	1,14	0,75	4,023	1,250	0,90	0,333	0,0267	Vérifie
R118-R119	137,06	136,88	137,06	136,68	37,04	0,0102	3,6715	1179,33	1200	1200	3,395	3,838	0,96	1,14	0,77	3,868	1,223	0,93	0,317	0,0286	Vérifie
R119-R120	136,88	136,69	136,88	136,24	41,92	0,0152	3,6928	1096,89	1200	1200	4,143	4,683	0,79	1,11	0,67	4,590	1,387	0,80	0,401	0,0206	Vérifie
R120-R121	136,69	136,66	136,69	136,01	39,25	0,0174	3,7128	1071,22	1200	1200	4,437	5,015	0,74	1,09	0,64	4,832	1,451	0,77	0,434	0,0176	Vérifie

Dimensionnement des collecteurs du sous bassin 9 :

Tron	CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qt (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Dint (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	Vmin (m/s)	H (mm)	Qps/10-Queu	Qps/100-Queu	Autocurage
R102-R105	136,46	136,52	136,46	135,52	20,60	0,0455	0,0105	88,93	315	289	3,701	0,243	0,04	0,51	0,14	1,877	0,707	0,04	0,024	0,0022	Vérifie
R103-R104	136,63	136,46	136,63	135,46	34,52	0,0339	0,0176	114,06	315	289	3,194	0,209	0,08	0,61	0,20	1,945	0,642	0,06	0,021	0,0017	Vérifie
R104-R105	136,46	136,52	136,46	134,72	45,91	0,0378	0,0410	153,47	315	289	3,372	0,221	0,19	0,76	0,29	2,554	0,759	0,08	0,021	0,0014	Vérifie
R105-R108	136,52	136,59	136,52	135,59	25,33	0,0367	0,0644	182,79	315	289	3,324	0,218	0,30	0,88	0,37	2,909	0,831	0,11	0,021	0,0009	Vérifie
R106-R107	136,56	136,36	136,56	135,36	35,97	0,0333	0,0183	116,19	315	289	3,167	0,208	0,09	0,62	0,20	1,951	0,640	0,06	0,020	0,0017	Vérifie
R107-R108	136,36	136,59	136,36	134,79	46,42	0,0338	0,0420	158,12	315	289	3,190	0,209	0,20	0,78	0,30	2,484	0,730	0,09	0,020	0,0013	Vérifie
R109-R108	136,81	136,59	136,81	135,59	34,43	0,0354	0,0175	113,04	315	289	3,263	0,214	0,08	0,61	0,19	1,976	0,654	0,06	0,021	0,0018	Vérifie
R108-R110	136,59	136,66	136,59	135,86	25,37	0,0288	0,0724	199,95	315	289	2,945	0,193	0,38	0,92	0,42	2,718	0,786	0,12	0,018	0,0005	Vérifie

Tron	CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qt (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Dint (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	Vmin (m/s)	H (mm)	Qps/10- Qeu	Qps/100 - Qeu	Autocur age
R111-R112	136,38	136,38	136,38	134,58	39,08	0,0461	0,0199	112,82	315	289	3,723	0,244	0,08	0,60	0,19	2,252	0,746	0,06	0,024	0,0020	Vérifie
R112-R110	136,38	136,66	136,38	134,16	44,75	0,0495	0,0427	148,17	315	289	3,861	0,253	0,17	0,73	0,28	2,832	0,854	0,08	0,024	0,0017	Vérifie
R113-R110	136,98	136,66	136,98	134,86	50,32	0,0422	0,0256	126,11	315	289	3,562	0,234	0,11	0,65	0,22	2,309	0,738	0,06	0,023	0,0018	Vérifie
R110-R114	136,66	136,74	136,66	134,94	31,25	0,0550	0,0843	187,47	315	289	4,068	0,267	0,32	0,89	0,38	3,616	1,035	0,11	0,025	0,0010	Vérifie
R115-R116	136,38	136,46	136,38	134,66	43,15	0,0399	0,0220	120,30	315	289	3,463	0,227	0,10	0,63	0,21	2,180	0,707	0,06	0,022	0,0018	Vérifie
R116-R114	136,46	136,74	136,46	134,94	44,91	0,0336	0,0449	162,28	315	289	3,182	0,209	0,22	0,80	0,31	2,537	0,738	0,09	0,020	0,0012	Vérifie
R114-R117	136,74	137,06	136,74	135,06	49,65	0,0340	0,0701	191,54	315	289	3,198	0,210	0,33	0,90	0,40	2,878	0,826	0,11	0,020	0,0007	Vérifie
R117-R101	137,06	137,31	137,06	136,21	38,92	0,0219	0,0900	228,35	315	289	2,567	0,168	0,53	1,02	0,52	2,619	0,767	0,15	0,015	0,0001	Vérifie
R121-R122	136,66	136,65	136,66	136,15	31,82	0,0160	3,7290	1090,72	1200	1200	4,247	4,801	0,78	1,10	0,66	4,685	1,414	0,79	0,412	0,0201	Vérifie
R122-R123	136,65	136,58	136,65	135,78	69,58	0,0125	3,7645	1146,18	1200	1200	3,756	4,246	0,89	1,14	0,73	4,272	1,315	0,88	0,356	0,0263	Vérifie
R123-R124	136,58	136,83	136,58	136,03	33,40	0,0166	3,7815	1089,00	1200	1200	4,325	4,889	0,77	1,10	0,66	4,766	1,438	0,79	0,420	0,0202	Vérifie
R124-R125	136,83	136,40	136,83	136,40	26,79	0,0158	3,7951	1100,21	1200	1200	4,224	4,774	0,79	1,11	0,67	4,690	1,419	0,81	0,408	0,0217	Vérifie
R125-R126	136,40	136,21	136,40	135,41	78,04	0,0127	3,8349	1149,94	1200	1200	3,793	4,288	0,89	1,14	0,73	4,317	1,333	0,88	0,359	0,0273	Vérifie
R227-R228	136,52	136,30	136,52	136,06	17,09	0,0272	1,3148	599,36	630	580	4,55	1,202	1,09	1,04	0,97	4,757	1,704	0,56	0,097	0,0111	Vérifie
R228-R229	136,30	136,31	136,30	135,82	17,09	0,0277	1,3235	598,69	630	580	4,60	1,214	1,09	1,06	0,96	4,872	1,720	0,56	0,098	0,0112	Vérifie
R229-R230	136,31	136,11	136,31	135,68	33,33	0,0189	1,3405	720,24	800	800	3,52	1,770	0,76	1,10	0,65	3,860	1,149	0,52	0,153	0,0061	Vérifie
R230-R231	136,11	135,95	136,11	135,38	39,41	0,0185	1,3605	726,78	800	800	3,49	1,754	0,78	1,10	0,66	3,850	1,151	0,53	0,151	0,0067	Vérifie
R231-R232	135,95	135,94	135,95	135,24	40,41	0,0175	1,3811	738,35	800	800	3,40	1,707	0,81	1,12	0,68	3,792	1,140	0,55	0,146	0,0077	Vérifie
R232-R233	135,94	136,00	135,94	135,42	30,30	0,0171	1,3966	745,33	800	800	3,35	1,683	0,83	1,12	0,70	3,765	1,136	0,56	0,143	0,0083	Vérifie
R233-R234	136,00	136,03	136,00	135,68	17,92	0,0180	1,4057	739,54	800	800	3,44	1,730	0,81	1,12	0,68	3,848	1,160	0,55	0,148	0,0080	Vérifie
R126-R234	136,21	136,03	136,21	135,33	52,82	0,0167	4,7618	1185,96	1200	1200	4,34	4,904	0,97	1,14	0,78	4,945	1,453	0,94	0,420	0,0217	Vérifie
R234-R235	136,03	136,08	136,03	135,64	32,74	0,0118	6,1841	1395,02	1500	1500	4,24	7,489	0,83	1,12	0,69	4,759	1,361	1,04	0,653	0,0215	Vérifie

Dimensionnement des collecteurs du sous bassin 10 :

Tron	CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qt (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Dint (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	Vmin (m/s)	H (mm)	Qps/10- Qeu	Qps/100 - Qeu	Autocur age
R62-R63	137,66	137,60	137,66	137,28	27,86	0,0134	2,7706	1007,99	1200	1200	3,894	4,402	0,63	1,06	0,57	4,117	1,200	0,68	0,390	0,0066	Vérifie
R63-R79	137,60	137,79	137,60	136,32	86,18	0,0149	2,8303	996,99	1000	1000	3,627	2,848	0,99	1,14	0,80	4,143	1,328	0,80	0,233	0,0233	Vérifie
R64-R65	145,45	144,60	144,45	143,60	27,22	0,0312	0,0189	118,93	315	289	3,064	0,201	0,09	0,62	0,21	1,914	0,623	0,06	0,020	0,0016	Vérifie
R65-R67	144,60	144,00	144,60	144,00	19,38	0,0312	0,0134	104,69	315	289	3,065	0,201	0,07	0,58	0,17	1,766	0,603	0,05	0,020	0,0017	Vérifie
R66-R67	143,87	144,00	143,87	143,35	14,85	0,0352	0,0103	92,65	315	289	3,253	0,213	0,05	0,53	0,15	1,709	0,625	0,04	0,021	0,0019	Vérifie
R67-R68	144,00	143,76	144,00	143,76	7,62	0,0310	0,0290	139,92	315	289	3,053	0,200	0,14	0,70	0,26	2,133	0,658	0,07	0,019	0,0014	Vérifie
R68-R69	143,76	143,79	143,76	143,19	17,78	0,0319	0,0403	157,42	315	289	3,101	0,203	0,20	0,78	0,30	2,404	0,710	0,09	0,020	0,0012	Vérifie
R69-R70	143,79	144,01	143,79	143,61	6,01	0,0305	0,0445	164,78	315	289	3,028	0,199	0,22	0,81	0,32	2,448	0,711	0,09	0,019	0,0011	Vérifie
R70-R71	144,01	143,88	144,01	143,38	21,04	0,0300	0,0590	183,82	315	289	3,004	0,197	0,30	0,88	0,37	2,638	0,755	0,11	0,019	0,0008	Vérifie
R71-R72	143,88	143,80	143,88	143,00	27,64	0,0318	0,0770	200,82	315	289	3,095	0,203	0,38	0,93	0,43	2,865	0,629	0,12	0,020	0,0017	Vérifie
R73-R72	145,14	143,80	145,14	143,80	31,52	0,0424	0,0218	118,62	315	289	3,572	0,234	0,09	0,62	0,21	2,228	0,725	0,06	0,023	0,0019	Vérifie
R74-R72	143,92	143,80	143,92	143,00	23,17	0,0399	0,0160	106,91	315	289	3,464	0,227	0,07	0,58	0,18	2,025	0,685	0,05	0,022	0,0020	Vérifie
R75-R72	143,38	143,80	143,38	142,30	33,09	0,0325	0,0229	126,97	315	289	3,128	0,205	0,11	0,65	0,23	2,037	0,649	0,07	0,020	0,0016	Vérifie
R72-R76	143,80	141,73	143,80	141,73	60,08	0,0345	0,1795	271,62	315	289	3,223	0,211	0,85	1,13	0,71	3,641	0,985	0,20	0,019	0,0003	Vérifie
R76-R77	141,73	139,88	141,73	139,88	52,42	0,0351	0,2158	290,09	315	289	3,252	0,213	1,01	1,14	0,82	3,723	1,090	0,24	0,018	0,0009	Vérifie
R77-R78	139,88	139,66	139,88	138,46	31,10	0,0458	0,2373	286,04	315	289	3,713	0,243	0,97	1,14	0,79	4,233	1,242	0,23	0,021	0,0011	Vérifie
R78-R79	139,66	137,79	139,66	136,99	78,89	0,0338	0,2920	327,31	400	366	3,733	0,393	0,74	1,09	0,64	4,070	1,155	0,23	0,035	0,0006	Vérifie
R79-R80	137,79	138,07	137,79	136,97	54,31	0,0152	3,1599	1034,91	1200	1200	4,140	4,680	0,68	1,07	0,60	4,427	1,303	0,72	0,411	0,0102	Vérifie
R80-R81	138,07	138,05	138,07	137,09	65,51	0,0149	3,2053	1044,00	1200	1200	4,103	4,638	0,69	1,07	0,61	4,404	1,303	0,73	0,406	0,0115	Vérifie
R81-R82	138,05	137,97	138,05	137,45	38,54	0,0156	3,2320	1038,33	1200	1200	4,197	4,745	0,68	1,07	0,60	4,495	1,326	0,72	0,416	0,0110	Vérifie
R127-R128	147,74	147,20	147,74	145,70	44,83	0,0456	0,0311	133,57	315	289	3,702	0,243	0,13	0,67	0,24	2,496	0,783	0,07	0,024	0,0018	Vérifie
R128-R129	147,20	146,92	147,20	145,42	41,50	0,0430	0,0598	172,64	315	289	3,597	0,236	0,25	0,84	0,34	3,023	0,864	0,10	0,022	0,0012	Vérifie
R129-R130	146,92	146,34	145,92	144,34	37,07	0,0424	0,0855	197,89	315	289	3,572	0,234	0,36	0,92	0,42	3,277	0,944	0,12	0,022	0,0007	Vérifie
R130-R131	146,34	146,10	146,34	144,80	37,07	0,0417	0,1112	219,09	315	289	3,542	0,232	0,48	0,99	0,49	3,496	1,017	0,14	0,021	0,0002	Vérifie
R131-R132	146,10	145,83	146,10	142,43	90,54	0,0405	0,1739	260,48	315	289	3,492	0,229	0,76	1,10	0,65	3,828	1,181	0,19	0,020	0,0011	Vérifie

Dimensionnement des collecteurs du sous bassin 11 :

Tron	CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qt (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Dint (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	Vmin (m/s)	H (mm)	Qps/10- Qeu	Qps/100 - Qeu	Autocur age
R83-R84	142,32	140,80	142,32	139,30	77,67	0,0388	0,0494	163,77	315	289	3,417	0,224	0,22	0,80	0,32	2,746	0,793	0,09	0,021	0,0013	Vérifie
R85-R86	142,43	140,94	142,43	139,44	79,36	0,0377	0,0504	165,98	315	289	3,368	0,221	0,23	0,81	0,32	2,740	0,787	0,09	0,021	0,0012	Vérifie
R86-R87	140,94	140,77	140,94	140,47	15,19	0,0309	0,0097	92,68	315	289	3,048	0,200	0,05	0,53	0,15	1,602	0,585	0,04	0,020	0,0018	Vérifie
R87-R84	140,77	140,80	140,77	140,30	11,80	0,0396	0,0075	80,47	315	289	3,454	0,226	0,03	0,46	0,12	1,595	0,650	0,04	0,023	0,0021	Vérifie
R84-R93	140,80	140,41	140,80	139,71	27,27	0,0399	0,0742	189,76	315	289	3,467	0,227	0,33	0,90	0,39	3,104	0,884	0,11	0,021	0,0008	Vérifie
R88-R89	143,96	143,21	143,96	142,71	25,42	0,0492	0,0162	103,03	315	289	3,847	0,252	0,06	0,57	0,17	2,193	0,753	0,05	0,025	0,0022	Vérifie
R89-R90	143,21	142,29	143,21	142,29	30,51	0,0301	0,0194	121,00	315	289	3,008	0,197	0,10	0,63	0,21	1,900	0,613	0,06	0,019	0,0016	Vérifie
R91-R92	142,29	141,01	142,29	139,51	79,93	0,0348	0,0508	168,96	315	289	3,235	0,212	0,24	0,83	0,33	2,672	0,764	0,10	0,020	0,0011	Vérifie
R91-R92	141,01	140,36	141,01	139,36	43,52	0,0444	0,0277	128,51	315	289	3,654	0,240	0,12	0,66	0,23	2,398	0,760	0,07	0,023	0,0019	Vérifie
R92-R93	140,36	140,41	140,36	138,61	37,33	0,0467	0,0237	120,15	315	289	3,751	0,246	0,10	0,63	0,21	2,358	0,763	0,06	0,024	0,0020	Vérifie
R93-R94	140,41	139,70	140,41	138,70	35,00	0,0489	0,1201	218,90	315	289	3,837	0,252	0,48	0,99	0,49	3,784	1,096	0,14	0,023	0,0002	Vérifie
R94-R95	139,70	139,63	139,70	137,83	47,93	0,0390	0,1506	248,55	315	289	3,427	0,225	0,67	1,07	0,59	3,660	1,100	0,17	0,020	0,0006	Vérifie
R95-R96	139,63	138,38	139,63	137,38	50,58	0,0445	0,1828	260,78	315	289	3,659	0,240	0,76	1,10	0,65	4,014	1,232	0,19	0,020	0,0011	Vérifie
R96-R82	138,38	137,97	138,38	136,17	50,97	0,0433	0,2151	278,61	315	289	3,611	0,237	0,91	1,14	0,74	4,113	1,301	0,21	0,020	0,0018	Vérifie
R217-R218	145,03	143,85	145,03	143,85	37,77	0,0312	1,0987	545,98	630	580	4,88	1,288	0,85	1,13	0,71	4,517	1,646	0,41	0,110	0,0061	Vérifie
R218-R219	143,85	142,54	143,45	142,54	37,77	0,0239	1,1227	578,97	630	580	4,26	1,126	1,00	1,14	0,81	4,871	1,529	0,47	0,093	0,0082	Vérifie
R219-R220	142,54	141,99	142,30	141,77	22,60	0,0235	1,1371	583,40	630	580	4,23	1,117	1,02	1,15	0,83	4,847	1,530	0,48	0,092	0,0085	Vérifie
R220-R221	141,99	140,95	141,99	140,95	46,38	0,0224	1,1665	594,11	630	580	4,13	1,092	1,07	1,12	0,91	4,643	1,526	0,53	0,089	0,0093	Vérifie
R221-R222	140,95	140,38	140,95	140,18	32,49	0,0239	1,1872	591,11	630	580	4,27	1,126	1,05	1,14	0,88	4,860	1,566	0,51	0,092	0,0094	Vérifie
R222-R223	140,38	139,87	140,38	139,45	38,11	0,0244	1,2114	593,19	630	580	4,31	1,139	1,06	1,13	0,90	4,870	1,591	0,52	0,093	0,0097	Vérifie
R223-R224	139,87	139,49	139,87	138,94	38,10	0,0244	1,2356	597,58	630	580	4,31	1,139	1,09	1,08	0,95	4,662	1,604	0,55	0,092	0,0102	Vérifie
R224-R225	139,49	138,83	139,49	138,50	38,12	0,0258	1,2598	595,78	630	580	4,43	1,170	1,08	1,11	0,93	4,906	1,645	0,54	0,095	0,0103	Vérifie
R225-R226	138,83	136,85	137,99	136,85	43,74	0,0262	1,2876	599,00	630	580	4,47	1,179	1,09	1,05	0,97	4,703	1,668	0,56	0,095	0,0108	Vérifie
R226-R227	136,85	136,52	136,85	136,05	29,03	0,0274	1,3061	596,97	630	580	4,57	1,207	1,08	1,09	0,94	4,986	1,702	0,54	0,098	0,0109	Vérifie

Dimensionnement des collecteurs du sous bassin 12 :

Tron	CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qt (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Dint (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	Vmin (m/s)	H (mm)	Qps/10- Qeu	Qps/100 - Qeu	Autocur age
R134-R132	147,03	145,83	147,03	144,43	59,24	0,0439	0,0197	113,46	315	289	3,634	0,238	0,08	0,61	0,19	2,206	0,719	0,06	0,023	0,0021	Vérifie
R132-R133	145,83	145,09	144,43	143,89	31,42	0,0171	0,2041	325,08	400	366	2,657	0,279	0,73	1,09	0,63	2,885	0,879	0,23	0,024	0,0011	Vérifie
R133-R166	145,09	147,11	145,09	144,11	52,08	0,0189	0,2214	328,93	400	366	2,794	0,294	0,75	1,09	0,65	3,057	0,932	0,24	0,025	0,0012	Vérifie
R135-R136	153,73	153,13	153,73	152,13	40,00	0,0401	0,0133	99,61	315	289	3,473	0,228	0,06	0,56	0,16	1,932	0,669	0,05	0,023	0,0021	Vérifie
R136-R137	153,13	152,59	153,13	151,59	40,00	0,0383	0,0266	130,25	315	289	3,397	0,223	0,12	0,66	0,23	2,250	0,698	0,07	0,022	0,0018	Vérifie
R137-R140	152,59	151,98	152,59	150,98	40,00	0,0402	0,0400	150,32	315	289	3,477	0,228	0,18	0,74	0,28	2,584	0,754	0,08	0,022	0,0016	Vérifie
R138-R139	143,38	152,47	143,38	141,47	40,00	0,0479	0,0133	96,34	315	289	3,796	0,249	0,05	0,54	0,15	2,058	0,727	0,04	0,025	0,0023	Vérifie
R139-R140	152,47	151,98	152,47	150,58	38,11	0,0494	0,0260	123,08	315	289	3,857	0,253	0,10	0,64	0,22	2,462	0,779	0,06	0,025	0,0021	Vérifie
R140-R141	151,98	150,90	150,98	149,80	27,30	0,0433	0,0751	187,76	315	289	3,609	0,237	0,32	0,89	0,39	3,211	0,882	0,11	0,022	0,0011	Vérifie
R142-R143	151,93	151,35	150,93	149,35	34,72	0,0456	0,0116	92,21	315	289	3,703	0,243	0,05	0,52	0,15	1,938	0,705	0,04	0,024	0,0022	Vérifie
R143-R144	151,35	150,98	151,35	149,58	41,17	0,0431	0,0253	124,93	315	289	3,602	0,236	0,11	0,64	0,22	2,321	0,730	0,06	0,023	0,0019	Vérifie
R144-R141	150,98	150,90	150,98	149,40	38,62	0,0408	0,0381	147,30	315	289	3,502	0,230	0,17	0,73	0,28	2,555	0,753	0,08	0,022	0,0017	Vérifie
R141-R146	150,90	150,47	150,90	150,47	12,23	0,0353	0,0422	157,16	315	289	3,261	0,214	0,20	0,77	0,30	2,525	0,721	0,09	0,021	0,0014	Vérifie
R145-R146	150,98	150,47	150,98	149,17	38,66	0,0469	0,0129	95,50	315	289	3,755	0,246	0,05	0,54	0,15	2,023	0,718	0,04	0,024	0,0022	Vérifie
R146-R149	150,47	149,38	150,47	149,38	30,36	0,0360	0,0652	184,38	315	289	3,290	0,216	0,30	0,88	0,38	2,895	0,795	0,11	0,020	0,0011	Vérifie
R147-R148	150,28	149,92	150,28	148,42	52,83	0,0352	0,0176	113,26	315	289	3,257	0,214	0,08	0,61	0,19	1,975	0,644	0,06	0,021	0,0018	Vérifie
R148-R149	149,92	149,38	149,92	147,38	62,09	0,0410	0,0383	147,35	315	289	3,511	0,230	0,17	0,73	0,28	2,563	0,755	0,08	0,022	0,0017	Vérifie
R149-R155	149,38	149,14	149,38	148,94	9,16	0,0478	0,0413	147,31	315	289	3,794	0,249	0,17	0,73	0,28	2,768	0,815	0,08	0,024	0,0018	Vérifie
R150-R151	150,06	149,16	150,06	147,66	50,19	0,0479	0,0167	104,90	315	289	3,795	0,249	0,07	0,58	0,17	2,190	0,738	0,05	0,025	0,0022	Vérifie
R152-R153	150,39	149,61	150,39	148,31	50,32	0,0414	0,0168	107,89	315	289	3,530	0,231	0,07	0,59	0,18	2,076	0,690	0,05	0,023	0,0020	Vérifie
R153-R154	149,61	149,16	149,61	149,16	8,13	0,0557	0,0195	107,94	315	289	4,096	0,269	0,07	0,59	0,18	2,409	0,801	0,05	0,027	0,0024	Vérifie
R151-R154	149,16	149,40	149,16	148,70	9,39	0,0492	0,0198	111,29	315	289	3,848	0,252	0,08	0,60	0,19	2,308	0,757	0,05	0,025	0,0022	Vérifie
R154-R155	149,40	149,14	149,40	148,74	14,10	0,0465	0,0440	151,65	315	289	3,739	0,245	0,18	0,75	0,29	2,801	0,814	0,08	0,024	0,0017	Vérifie
R155-R156	149,14	148,46	149,14	147,96	24,53	0,0479	0,0522	160,71	315	289	3,798	0,249	0,21	0,79	0,31	3,001	0,849	0,09	0,024	0,0016	Vérifie
R157-R156	149,27	148,46	149,27	146,76	53,82	0,0466	0,0179	108,25	315	289	3,743	0,245	0,07	0,59	0,18	2,206	0,732	0,05	0,024	0,0022	Vérifie
R156-R159	148,46	148,24	148,46	148,24	6,95	0,0316	0,0724	196,45	315	289	3,086	0,202	0,36	0,91	0,41	2,819	0,778	0,12	0,019	0,0008	Vérifie
R158-R159	148,43	148,24	148,43	146,74	47,15	0,0358	0,0157	108,23	315	289	3,281	0,215	0,07	0,59	0,18	1,933	0,642	0,05	0,021	0,0019	Vérifie
R159-R160	148,24	147,91	148,24	147,41	24,28	0,0344	0,0962	215,19	315	289	3,215	0,211	0,46	0,97	0,47	3,127	0,868	0,14	0,019	0,0005	Vérifie

Tron	CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qt (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Dint (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	Vmin (m/s)	H (mm)	Qps/10-Queu	Qps/100-Queu	Autocurage
R161-R160	148,58	147,91	148,58	146,51	57,82	0,0358	0,0193	116,79	315	289	3,284	0,215	0,09	0,62	0,20	2,029	0,654	0,06	0,021	0,0018	Vérifie
R160-R162	147,91	147,51	147,91	147,01	25,69	0,0351	0,1240	235,72	315	289	3,251	0,213	0,58	1,04	0,54	3,387	0,947	0,16	0,019	0,0001	Vérifie
R162-R163	147,51	147,11	147,51	146,61	25,64	0,0352	0,1326	241,59	315	289	3,254	0,213	0,62	1,06	0,57	3,433	0,969	0,16	0,019	0,0001	Vérifie
R163-R164	147,11	145,80	147,11	145,30	49,78	0,0362	0,1491	251,16	315	289	3,301	0,216	0,69	1,07	0,61	3,542	1,019	0,18	0,019	0,0003	Vérifie
R164-R165	145,80	145,46	145,80	144,96	21,20	0,0398	0,1562	251,09	315	289	3,459	0,227	0,69	1,07	0,61	3,712	1,068	0,18	0,020	0,0003	Vérifie
R165-R166	145,46	144,81	145,46	144,01	39,76	0,0365	0,1694	263,11	315	289	3,313	0,217	0,78	1,10	0,66	3,659	1,070	0,19	0,019	0,0007	Vérifie
R166-R167	147,11	144,77	146,11	144,77	59,15	0,0225	0,4106	401,30	500	459	3,545	0,586	0,70	1,08	0,61	3,815	1,128	0,28	0,051	0,0015	Vérifie
R168-R170	146,63	145,63	146,63	144,63	51,00	0,0393	0,0170	109,49	315	289	3,440	0,226	0,08	0,59	0,18	2,042	0,675	0,05	0,022	0,0020	Vérifie
R169-R170	145,75	145,63	145,75	144,43	33,82	0,0391	0,0113	93,96	315	289	3,431	0,225	0,05	0,53	0,15	1,824	0,655	0,04	0,022	0,0021	Vérifie
R170-E173	145,63	145,54	145,63	144,84	21,55	0,0365	0,0354	146,27	315	289	3,315	0,217	0,16	0,73	0,27	2,404	0,710	0,08	0,021	0,0016	Vérifie
R171-R172	145,59	145,56	145,59	144,36	30,86	0,0400	0,0103	90,43	315	289	3,467	0,227	0,05	0,51	0,14	1,785	0,658	0,04	0,023	0,0021	Vérifie
R172-R173	145,56	145,54	145,56	144,54	26,16	0,0391	0,0190	114,31	315	289	3,429	0,225	0,08	0,61	0,20	2,091	0,679	0,06	0,022	0,0019	Vérifie
R173-R167	145,54	144,77	145,54	143,27	61,00	0,0371	0,0747	192,89	315	289	3,344	0,219	0,34	0,90	0,40	3,022	0,832	0,12	0,021	0,0009	Vérifie
R167-R198	144,77	144,93	144,77	143,13	66,82	0,0246	0,5076	427,37	500	459	3,705	0,613	0,83	1,12	0,69	4,162	1,249	0,32	0,052	0,0029	Vérifie
R174-R175	156,70	156,93	156,70	155,43	41,02	0,0310	0,0137	105,52	315	289	3,054	0,200	0,07	0,58	0,18	1,769	0,594	0,05	0,020	0,0018	Vérifie
R175-R176	156,93	156,79	156,93	155,29	42,16	0,0390	0,0277	131,76	315	289	3,425	0,225	0,12	0,67	0,24	2,286	0,706	0,07	0,022	0,0018	Vérifie
R176-R177	156,79	155,67	156,79	155,17	42,16	0,0385	0,0417	154,05	315	289	3,402	0,223	0,19	0,76	0,29	2,585	0,745	0,08	0,022	0,0015	Vérifie
R177-R178	155,67	154,01	155,17	154,01	30,00	0,0384	0,0517	167,03	315	289	3,398	0,223	0,23	0,82	0,32	2,779	0,775	0,09	0,021	0,0014	Vérifie
R178-R179	154,01	152,34	153,31	152,34	26,38	0,0370	0,0605	178,32	315	289	3,339	0,219	0,28	0,86	0,36	2,874	0,790	0,10	0,021	0,0012	Vérifie
R180-R179	152,86	152,34	152,86	151,34	43,93	0,0347	0,0146	105,99	315	289	3,231	0,212	0,07	0,58	0,18	1,878	0,630	0,05	0,021	0,0019	Vérifie
R179-R181	152,34	150,45	151,84	150,45	42,36	0,0327	0,0893	211,22	315	289	3,135	0,206	0,43	0,96	0,46	3,004	0,834	0,13	0,019	0,0006	Vérifie
R182-R181	150,96	150,45	150,96	149,65	41,52	0,0315	0,0138	105,68	315	289	3,078	0,202	0,07	0,58	0,18	1,785	0,599	0,05	0,020	0,0018	Vérifie
R181-R184	150,45	148,73	150,05	148,73	42,17	0,0313	0,1171	235,71	315	289	3,070	0,201	0,58	1,04	0,54	3,199	0,895	0,16	0,018	0,0000	Vérifie
R183-R184	149,22	148,73	149,22	147,73	40,84	0,0364	0,0136	102,21	315	289	3,310	0,217	0,06	0,57	0,17	1,876	0,640	0,05	0,021	0,0019	Vérifie
R184-R185	148,73	147,17	148,73	147,17	41,27	0,0378	0,1445	246,18	315	289	3,373	0,221	0,65	1,06	0,58	3,588	1,022	0,17	0,020	0,0002	Vérifie
R186-R185	147,88	147,17	147,88	146,47	38,88	0,0361	0,0129	100,49	315	289	3,297	0,216	0,06	0,56	0,16	1,846	0,636	0,05	0,021	0,0019	Vérifie
R187-R185	147,22	147,17	147,22	145,87	37,54	0,0359	0,0125	99,28	315	289	3,287	0,216	0,06	0,55	0,16	1,824	0,633	0,05	0,021	0,0019	Vérifie
R185-R192	147,17	146,38	147,17	145,88	35,61	0,0362	0,1818	270,48	315	289	3,302	0,216	0,84	1,13	0,70	3,721	1,096	0,20	0,019	0,0009	Vérifie
R188-R189	148,62	148,48	148,62	147,18	43,90	0,0326	0,0146	107,19	315	289	3,134	0,205	0,07	0,59	0,18	1,835	0,612	0,05	0,020	0,0018	Vérifie

Tron	CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qt (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Dint (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	Vmin (m/s)	H (mm)	Qps/10-Queu	Qps/100-Queu	Autocurage
R189-R190	148,48	147,32	148,48	147,02	42,57	0,0344	0,0288	136,87	315	289	3,217	0,211	0,14	0,69	0,25	2,209	0,672	0,07	0,021	0,0016	Vérifie
R190-R191	147,32	146,39	147,32	145,99	33,37	0,0397	0,0399	150,56	315	289	3,458	0,227	0,18	0,74	0,28	2,573	0,750	0,08	0,022	0,0016	Vérifie
R191-R192	146,39	146,38	146,39	144,08	64,62	0,0357	0,0614	180,54	315	289	3,279	0,215	0,29	0,87	0,36	2,847	0,782	0,11	0,020	0,0011	Vérifie
R193-R192	147,10	146,38	147,10	145,78	37,39	0,0352	0,0125	99,49	315	289	3,256	0,213	0,06	0,56	0,16	1,810	0,627	0,05	0,021	0,0019	Vérifie
R192-R195	146,38	145,87	146,38	144,87	36,60	0,0414	0,2679	305,12	400	366	4,130	0,434	0,62	1,05	0,56	4,351	1,227	0,21	0,039	0,0001	Vérifie
R194-R195	146,39	145,87	146,39	144,37	51,34	0,0394	0,0171	109,75	315	289	3,442	0,226	0,08	0,59	0,19	2,046	0,675	0,05	0,022	0,0020	Vérifie
R195-R197	145,87	145,41	145,87	144,61	35,26	0,0358	0,2967	325,67	400	366	3,844	0,404	0,73	1,09	0,63	4,178	1,214	0,23	0,035	0,0009	Vérifie
R196-R197	144,86	145,41	144,86	143,11	51,53	0,0341	0,0172	112,93	315	289	3,201	0,210	0,08	0,61	0,19	1,938	0,632	0,06	0,021	0,0018	Vérifie
R197-R198	145,41	144,93	145,41	143,93	41,57	0,0355	0,3277	338,61	400	366	3,827	0,402	0,81	1,12	0,69	4,280	1,256	0,25	0,035	0,0015	Vérifie
R198-R216	144,93	145,10	144,93	143,70	60,10	0,0205	0,8553	537,82	630	580	3,953	1,044	0,82	1,12	0,69	4,428	1,316	0,40	0,090	0,0044	Vérifie
R199-R200	154,98	154,25	154,98	153,25	47,67	0,0361	0,0159	108,46	315	289	3,298	0,216	0,07	0,59	0,18	1,946	0,646	0,05	0,021	0,0019	Vérifie
R200-R201	154,25	154,05	154,25	153,15	32,19	0,0344	0,0266	132,83	315	289	3,218	0,211	0,13	0,67	0,24	2,161	0,665	0,07	0,021	0,0017	Vérifie
R201-R102	154,05	152,77	153,45	152,77	20,06	0,0338	0,0333	144,96	315	289	3,189	0,209	0,16	0,72	0,27	2,295	0,681	0,08	0,020	0,0015	Vérifie
R203-R202	153,24	152,77	153,24	151,77	38,38	0,0385	0,0128	98,84	315	289	3,402	0,223	0,06	0,55	0,16	1,881	0,654	0,05	0,022	0,0020	Vérifie
R202-R205	152,77	151,15	152,57	151,15	37,12	0,0382	0,0584	174,94	315	289	3,392	0,222	0,26	0,85	0,35	2,880	0,794	0,10	0,021	0,0012	Vérifie
R204-R205	151,56	151,15	151,56	150,15	36,73	0,0384	0,0122	97,24	315	289	3,400	0,223	0,05	0,55	0,16	1,857	0,652	0,05	0,022	0,0020	Vérifie
R205-R206	151,15	149,27	151,05	149,27	46,55	0,0383	0,0862	202,29	315	289	3,396	0,223	0,39	0,93	0,43	3,158	0,874	0,12	0,021	0,0008	Vérifie
R207-R206	150,24	149,27	150,24	148,87	37,28	0,0369	0,0124	98,53	315	289	3,333	0,218	0,06	0,55	0,16	1,839	0,641	0,05	0,022	0,0020	Vérifie
R206-R208	149,27	148,22	149,27	147,82	38,32	0,0377	0,1113	223,43	315	289	3,366	0,221	0,50	1,00	0,50	3,377	0,937	0,14	0,020	0,0003	Vérifie
R209-R208	149,29	148,22	149,29	147,92	38,35	0,0358	0,0128	100,17	315	289	3,280	0,215	0,06	0,56	0,16	1,832	0,632	0,05	0,021	0,0019	Vérifie
R208-R210	148,22	147,49	148,22	146,99	35,40	0,0347	0,1359	244,47	315	289	3,232	0,212	0,64	1,06	0,58	3,428	0,973	0,17	0,019	0,0002	Vérifie
R211-R210	148,40	147,49	148,40	147,09	37,78	0,0346	0,0126	100,23	315	289	3,225	0,211	0,06	0,56	0,16	1,803	0,622	0,05	0,021	0,0019	Vérifie
R210-R212	147,49	146,70	147,49	145,70	35,10	0,0512	0,1602	241,72	315	289	3,926	0,257	0,62	1,06	0,57	4,143	1,170	0,16	0,023	0,0001	Vérifie
R213-R212	147,53	146,70	147,53	145,70	37,87	0,0484	0,0126	94,18	315	289	3,818	0,250	0,05	0,53	0,15	2,033	0,729	0,04	0,025	0,0023	Vérifie
R212-R214	146,70	145,78	146,70	144,78	41,03	0,0468	0,1865	260,27	315	289	3,752	0,246	0,76	1,10	0,65	4,112	1,199	0,19	0,021	0,0007	Vérifie
R215-R214	146,27	145,78	146,27	144,78	37,63	0,0398	0,0125	97,46	315	289	3,462	0,227	0,06	0,55	0,16	1,895	0,664	0,05	0,022	0,0021	Vérifie
R214-R216	145,78	145,10	145,78	144,30	37,71	0,0393	0,2115	282,03	315	289	3,437	0,225	0,94	1,14	0,76	3,916	1,190	0,22	0,019	0,0013	Vérifie
R216-R217	145,10	145,03	145,10	144,63	23,63	0,0199	1,0747	589,34	630	580	3,892	1,028	1,05	1,14	0,87	4,452	1,419	0,50	0,084	0,0082	Vérifie

Dimensionnement des collecteurs du sous bassin 13 :

Tron	CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qt (m3/s)	Deal (mm)	Dnor (mm)	Dint (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	Vmin (m/s)	H (mm)	Qps/10- Qeu	Qps/100 - Qeu	Autocur age
R320-R321	141,18	141,04	141,18	140,04	43,14	0,0264	0,0305	143,28	315	289	3,02	0,198	0,15	0,71	0,27	2,148	0,668	0,08	0,019	0,0013	Vérifie
R321-R322	141,04	140,51	141,04	139,71	40,92	0,0327	0,0594	180,64	315	289	3,17	0,208	0,29	0,87	0,36	2,751	0,805	0,11	0,019	0,0008	Vérifie
R322-R316	140,51	138,29	139,51	138,29	40,39	0,0302	0,0880	204,18	315	289	3,38	0,222	0,40	0,94	0,44	3,165	0,946	0,13	0,020	0,0003	Vérifie
R316-R317	138,29	137,05	138,29	137,05	40,87	0,0302	0,1169	258,95	315	289	2,38	0,156	0,75	1,09	0,64	2,604	0,834	0,19	0,013	0,0010	Vérifie
R323-R324	139,48	141,16	139,48	138,16	30,59	0,0432	0,0216	117,80	315	289	3,60	0,236	0,09	0,62	0,20	2,240	0,739	0,06	0,023	0,0019	Vérifie
R324-R325	141,16	137,43	141,16	137,43	44,98	0,0829	0,0534	146,31	315	289	5,00	0,328	0,16	0,73	0,27	3,624	1,118	0,08	0,032	0,0021	Vérifie
R326-R327	137,99	137,92	137,99	134,92	40,35	0,0760	0,0151	92,68	315	289	4,78	0,314	0,05	0,53	0,15	2,513	0,920	0,04	0,031	0,0028	Vérifie
R327-R325	137,92	137,43	137,92	134,43	49,25	0,0709	0,0336	126,63	315	289	4,62	0,303	0,11	0,65	0,23	3,003	0,961	0,07	0,030	0,0024	Vérifie
R325-R328	137,43	137,20	137,43	136,30	28,44	0,0397	0,0977	210,62	315	289	3,46	0,227	0,43	0,96	0,46	3,307	0,982	0,13	0,021	0,0002	Vérifie
R339-R340	138,97	139,11	138,97	138,11	26,67	0,0323	0,0189	118,14	315	289	3,12	0,204	0,09	0,62	0,20	1,941	0,640	0,06	0,020	0,0016	Vérifie
R340-R341	139,11	138,25	139,11	137,45	37,59	0,0443	0,0454	154,88	315	289	3,65	0,239	0,19	0,76	0,29	2,788	0,841	0,08	0,023	0,0014	Vérifie
R341-R342	138,25	137,33	138,25	136,03	55,89	0,0397	0,0850	199,92	315	289	3,45	0,227	0,38	0,92	0,42	3,189	0,949	0,12	0,021	0,0004	Vérifie
R347-R348	138,42	137,73	138,42	136,43	34,98	0,0567	0,0247	117,69	315	289	4,13	0,271	0,09	0,62	0,20	2,566	0,847	0,06	0,027	0,0022	Vérifie
R349-R348	138,18	137,73	138,18	136,43	47,14	0,0370	0,0333	142,62	315	289	3,34	0,219	0,15	0,71	0,26	2,367	0,737	0,08	0,021	0,0015	Vérifie
R348-R350	137,73	136,92	137,73	136,52	41,40	0,0293	0,0873	213,84	315	289	2,97	0,195	0,45	0,97	0,47	2,872	0,863	0,14	0,018	0,0001	Vérifie

Dimensionnement des collecteurs du sous bassin 14 :

Tron	CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qt (m3/s)	Deal (mm)	Dnor (mm)	Dint (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	Vmin (m/s)	H (mm)	Qps/10- Qeu	Qps/100 - Qeu	Autocur age
R317-R318	137,05	137,66	137,05	134,66	71,68	0,0333	0,1438	239,68	315	289	3,60	0,236	0,61	1,05	0,56	3,789	1,161	0,16	0,021	0,0007	Vérifie
R318-R319	137,66	137,51	137,66	135,91	46,20	0,0380	0,1611	221,32	315	289	5,00	0,328	0,49	1,00	0,49	3,406	1,489	0,14	0,029	0,0001	Vérifie
R319-R315	137,51	138,24	137,51	136,24	67,15	0,0189	0,1863	237,58	315	289	4,78	0,314	0,59	1,05	0,55	3,425	1,519	0,16	0,027	0,0008	Vérifie
R328-R329	137,20	137,15	137,20	136,45	32,74	0,0230	0,1100	243,95	315	289	2,63	0,172	0,64	1,06	0,58	2,788	0,854	0,17	0,015	0,0006	Vérifie
R329-R330	137,15	136,98	136,65	135,98	19,38	0,0345	0,1173	231,62	315	289	3,22	0,211	0,56	1,03	0,53	3,319	0,994	0,15	0,019	0,0003	Vérifie
R330-R331	136,98	136,96	136,98	136,66	15,02	0,0212	0,1229	258,13	315	289	2,53	0,166	0,74	1,09	0,64	2,755	0,867	0,18	0,014	0,0009	Vérifie

Tron	CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qt (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Dint (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	Vmin (m/s)	H (mm)	Qps/10-Queu	Qps/100-Queu	Autocurage
R332-R333	137,34	136,98	133,94	133,48	32,41	0,0141	0,0122	117,07	315	289	2,06	0,135	0,09	0,62	0,20	1,275	0,418	0,06	0,013	0,0011	Vérifie
R333-R331	136,98	136,96	133,93	133,46	34,99	0,0135	0,0253	155,29	315	289	2,02	0,132	0,19	0,77	0,29	1,544	0,458	0,09	0,013	0,0008	Vérifie
R331-R334	136,96	136,86	133,96	132,66	63,85	0,0204	0,1721	295,03	315	289	2,48	0,163	1,06	1,14	0,89	2,816	0,973	0,26	0,013	0,0019	Vérifie
R315-R334	138,24	136,86	138,24	136,68	64,74	0,0241	0,7693	501,40	630	580	4,29	1,132	0,68	1,07	0,60	4,589	1,420	0,35	0,097	0,0045	Vérifie
R334-R335	136,86	136,53	136,86	136,23	28,19	0,0222	0,9520	551,78	630	580	4,11	1,085	0,88	1,14	0,72	4,669	1,500	0,42	0,089	0,0087	Vérifie
R336-R337	137,30	136,25	137,30	136,25	43,64	0,0240	0,0164	118,43	315	289	2,69	0,176	0,09	0,62	0,21	1,676	0,548	0,06	0,017	0,0014	Vérifie
R337-R338	136,25	136,15	136,25	135,15	46,96	0,0235	0,0340	156,38	315	289	2,66	0,174	0,19	0,77	0,30	2,051	0,607	0,09	0,017	0,0011	Vérifie
R338-R335	136,15	136,53	136,15	135,23	53,42	0,0171	0,0540	197,49	315	289	2,27	0,149	0,36	0,92	0,42	2,080	0,603	0,12	0,014	0,0004	Vérifie
R335-R346	136,53	136,53	136,53	136,03	20,88	0,0242	1,0139	555,83	630	580	4,29	1,134	0,89	1,14	0,73	4,885	1,578	0,43	0,093	0,0095	Vérifie
R342-R343	137,33	137,02	137,33	135,72	38,86	0,0414	0,0995	210,46	315	289	3,53	0,231	0,43	0,96	0,46	3,374	1,009	0,13	0,021	0,0002	Vérifie
R343-R344	137,02	136,58	137,02	135,28	32,48	0,0536	0,1117	209,37	315	289	4,02	0,263	0,42	0,95	0,46	3,825	1,141	0,13	0,024	0,0003	Vérifie
R344-R345	136,58	136,66	136,58	135,36	28,14	0,0434	0,1223	225,39	315	289	3,61	0,237	0,52	1,01	0,51	3,648	1,093	0,15	0,021	0,0002	Vérifie
R345-R346	136,66	136,53	136,66	135,23	48,31	0,0297	0,1404	254,81	315	289	2,99	0,196	0,72	1,08	0,62	3,232	1,017	0,18	0,017	0,0010	Vérifie
R350-R351	136,92	136,75	136,92	135,75	32,92	0,0355	0,0997	216,69	315	289	3,27	0,214	0,46	0,98	0,48	3,199	0,960	0,14	0,019	0,0000	Vérifie
R352-R351	137,15	136,75	137,15	136,75	37,31	0,0107	0,0140	129,88	315	289	1,80	0,118	0,12	0,66	0,23	1,189	0,378	0,07	0,012	0,0009	Vérifie
R351-R353	136,75	136,65	136,75	136,15	18,15	0,0329	0,1205	236,06	315	289	3,15	0,206	0,58	1,04	0,54	3,281	0,996	0,16	0,018	0,0005	Vérifie
R354-R353	136,99	136,65	136,99	135,65	33,93	0,0395	0,0127	98,21	315	289	3,45	0,226	0,06	0,55	0,16	1,897	0,670	0,05	0,022	0,0020	Vérifie
R353-R355	136,65	136,61	136,65	135,51	39,01	0,0293	0,1479	260,48	315	289	2,97	0,195	0,76	1,10	0,65	3,255	1,033	0,19	0,016	0,0012	Vérifie
R356-R355	136,82	136,61	136,82	135,61	30,78	0,0391	0,0115	94,83	315	289	3,43	0,225	0,05	0,54	0,15	1,838	0,663	0,04	0,022	0,0020	Vérifie
R355-R357	136,61	136,32	136,61	134,02	74,33	0,0349	0,1873	275,45	315	289	3,24	0,212	0,88	1,14	0,73	3,683	1,190	0,21	0,017	0,0018	Vérifie
R346-R357	136,53	136,32	136,53	135,45	24,08	0,0448	1,1633	521,36	630	580	5,84	1,543	0,75	1,09	0,65	6,393	2,012	0,38	0,130	0,0085	Vérifie
R357-R294	136,32	136,30	136,32	135,80	49,27	0,0105	1,3691	810,72	1000	1000	3,05	2,391	0,57	1,04	0,54	3,162	0,948	0,54	0,211	0,0043	Vérifie
R294-R293	136,30	136,20	136,30	135,40	66,88	0,0134	1,3942	779,10	800	800	2,97	1,493	0,93	1,14	0,76	3,386	1,112	0,61	0,121	0,0138	Vérifie
R293-R292	136,20	135,58	136,20	135,28	32,55	0,0284	1,4064	609,83	630	580	4,65	1,228	1,15	0,38	1,17	1,782	1,885	0,68	0,094	0,0167	Vérifie
R292-R358	135,58	136,18	135,58	134,21	90,01	0,0152	8,3782	1490,87	1500	1500	4,81	8,499	0,99	1,14	0,80	4,491	1,702	1,19	0,708	0,0565	Vérifie

Dimensionnement des collecteurs du sous bassin 15 :

Tron	CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qt (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Dint (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	Vmin (m/s)	H (mm)	Qps/10-Queu	Qps/100-Queu	Autocur age
R359-R360	134,68	134,60	134,68	132,60	47,78	0,0433	0,0350	141,04	315	289	3,61	0,237	0,15	0,70	0,26	2,539	0,785	0,08	0,023	0,0017	Vérifie
R360-R361	134,60	134,95	134,60	132,65	47,25	0,0414	0,0697	184,15	315	289	3,53	0,231	0,30	0,88	0,37	3,102	0,892	0,11	0,022	0,0009	Vérifie
R361-R358	134,95	136,18	134,95	133,88	42,00	0,0256	0,1005	231,16	315	289	2,77	0,182	0,55	1,03	0,53	2,855	0,846	0,15	0,016	0,0002	Vérifie
R358-R362	136,18	136,06	136,18	135,26	50,92	0,0180	8,5160	1453,45	1500	1500	5,23	9,244	0,92	1,14	0,75	4,963	1,806	1,13	0,780	0,0518	Vérifie
R363-R362	135,62	136,06	135,62	134,06	56,54	0,0276	0,0415	163,53	315	289	2,88	0,189	0,22	0,80	0,32	2,313	0,675	0,09	0,018	0,0011	Vérifie
R362-R364	136,06	135,99	136,06	135,59	30,11	0,0155	8,5795	1498,90	1500	1500	4,86	8,579	1,00	1,14	0,81	4,981	1,731	1,21	0,712	0,0598	Vérifie
R365-R364	135,60	135,99	135,60	134,59	46,32	0,0217	0,0340	158,73	315	289	2,56	0,168	0,20	0,78	0,30	1,996	0,589	0,09	0,016	0,0010	Vérifie
R364-R366	135,99	135,92	135,99	135,12	40,52	0,0216	8,6432	1412,36	1500	1500	5,73	10,128	0,85	1,13	0,71	4,485	1,925	1,06	0,866	0,0456	Vérifie
R367-R366	135,45	135,92	135,45	134,72	44,36	0,0166	0,0325	164,16	315	289	2,24	0,147	0,22	0,81	0,32	1,802	0,525	0,09	0,014	0,0008	Vérifie
R366-R368	135,92	135,81	135,92	135,21	44,08	0,0160	8,7077	1498,19	1500	1500	4,94	8,718	1,00	1,14	0,81	4,641	1,759	1,21	0,724	0,0606	Vérifie
R368-R369	135,81	135,66	135,81	134,82	61,26	0,0162	8,7521	1498,57	1500	1500	4,96	8,757	1,00	1,14	0,81	5,667	1,765	1,21	0,727	0,0606	Vérifie
R373-R374	134,28	134,15	134,28	134,15	23,25	0,0058	0,0170	157,16	315	289	1,32	0,086	0,20	0,77	0,30	1,020	0,302	0,09	0,008	0,0005	Vérifie
R374-R375	134,15	134,67	134,15	133,37	25,95	0,0300	0,0361	152,80	315	289	3,00	0,197	0,18	0,75	0,29	2,266	0,678	0,08	0,019	0,0012	Vérifie
R375-R376	134,67	134,61	134,67	133,71	30,48	0,0314	0,0584	181,55	315	289	3,07	0,201	0,29	0,87	0,37	2,677	0,769	0,11	0,019	0,0008	Vérifie

Dimensionnement des collecteurs du sous bassin 16 :

Tron	CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qt (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Dint (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	Vmin (m/s)	H (mm)	Qps/10-Queu	Qps/100-Queu	Autocur age
R369-R370	135,66	134,89	135,66	134,79	51,25	0,0171	8,7902	1485,63	1500	1500	5,10	9,001	0,98	1,14	0,79	5,811	1,799	1,18	0,751	0,0590	Vérifie
R370-R387	134,89	135,23	134,89	134,31	34,74	0,0165	8,8259	1497,01	1500	1500	5,01	8,855	1,00	1,14	0,81	5,728	1,829	1,21	0,726	0,0709	Vérifie
R371-R372	137,40	136,29	137,40	136,29	50,22	0,0220	0,0373	163,99	315	289	2,57	0,169	0,22	0,80	0,32	2,072	0,609	0,09	0,016	0,0009	Vérifie
R372-R381	136,29	135,68	136,29	135,68	61,86	0,0098	0,0833	257,70	315	289	1,72	0,113	0,74	1,09	0,64	1,873	0,592	0,18	0,010	0,0006	Vérifie
R381-R382	135,68	136,74	135,68	134,94	49,29	0,0150	0,1199	272,97	315	289	2,13	0,139	0,86	1,13	0,71	2,408	0,775	0,21	0,011	0,0011	Vérifie
R382-R383	136,74	136,85	136,74	136,55	15,21	0,0125	0,1312	292,24	315	289	1,94	0,127	1,03	1,15	0,85	2,223	0,759	0,24	0,010	0,0015	Vérifie
R376-R377	134,61	134,65	134,61	133,35	36,01	0,0352	0,0848	204,34	315	289	3,25	0,213	0,40	0,94	0,44	3,046	0,891	0,13	0,020	0,0004	Vérifie
R377-R378	134,65	134,60	134,65	133,30	41,44	0,0325	0,1152	232,64	315	289	3,13	0,205	0,56	1,03	0,53	3,232	0,960	0,15	0,018	0,0003	Vérifie
R378-R379	134,60	135,65	134,60	134,25	14,90	0,0235	0,1261	255,79	315	289	2,66	0,174	0,72	1,08	0,63	2,880	0,895	0,18	0,015	0,0008	Vérifie
R379-R380	135,65	136,08	135,65	134,08	46,90	0,0335	0,1610	262,32	315	289	3,17	0,208	0,77	1,10	0,66	3,497	1,099	0,19	0,018	0,0012	Vérifie

Tron	CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qt (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Dint (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	Vmin (m/s)	H (mm)	Qps/10-Queu	Qps/100-Queu	Autocurage
R380-R383	136,08	136,85	136,08	135,05	64,85	0,0159	0,2092	332,82	400	366	2,56	0,269	0,78	1,10	0,66	2,823	0,890	0,24	0,023	0,0016	Vérifie
R383-R384	136,85	136,44	136,85	134,79	59,53	0,0346	0,3846	361,41	400	366	3,78	0,397	0,97	1,14	0,78	4,303	1,436	0,29	0,032	0,0040	Vérifie
R384-R385	136,44	134,66	136,44	133,86	61,88	0,0418	0,4306	363,78	400	366	4,15	0,437	0,99	1,14	0,80	4,740	1,591	0,29	0,035	0,0045	Vérifie
R385-R386	134,66	134,84	134,66	132,94	60,28	0,0284	0,4754	405,94	500	459	3,98	0,658	0,72	1,08	0,63	4,311	1,352	0,29	0,056	0,0033	Vérifie
R386-R387	134,84	135,23	134,84	133,23	60,17	0,0268	0,5201	424,52	500	459	3,87	0,639	0,81	1,12	0,69	4,321	1,375	0,31	0,053	0,0044	Vérifie
R387-DO	135,23	135,06	135,23	134,46	39,99	0,0192	9,4514	1493,98	1500	1500	5,40	9,534	0,99	1,14	0,80	5,163	2,021	1,20	0,770	0,0884	Vérifie

- **CT,am** : cote terrain amont en mètre.

- **CT,av** : cote terrain aval en mètre.

- **CRam** : Cote de radier amont en mètre.

- **CR,av** : cote de radier aval en mètre.

- **Dis(m)** : longueur des tronçons

- **I (m/m)** : pente équivalente de chaque tronçon.

- **Q(m/s)** : débit d'écoulement de chaque tronçon.

- **Dcal (mm)** : diamètre calculé de chaque tronçon.

- **Dnor (mm)** : diamètre normalisé de chaque tronçon.

- **Vps m/s** : vitesse en pleine section.

- **Qps (m3/s)** : débit en pleine section.

- **Qusé (l/s)** : débit en temps sec.

- **Rq** : rapports des débits.

- **Rv** : rapports des vitesses.

- **Rh**: rapports des hauteurs.

- **V, Vmin** : vitesses et la vitesse minimale en temps sec de l'écoulement respectivement.

- **H** : hauteurs de remplissage en temps de pluie et en temps sec respectivement.