



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

Option : Conception des Systèmes d'Assainissement

THEME :

**Etude du système d'assainissement urbain de
la ville de Tacheta-Zougagha (w.Ain Defla)**

Présenté par :

AIT AMRANE Salim

Devant les membres du jury

Nom et Prénoms	Grade	Qualité
MOKRANE Wahiba	M.C.B	Président
SALHI Schahrazed	M.C.B	Examineur
KADI Latifa	M.A.A	Examineur
KAHLERRAS Malika	M.C.B	Promoteur

Session : juillet 2024

Remerciement

C'est avec une profonde gratitude que j'exprime mes sincères remerciements à toutes les personnes qui ont contribué à l'aboutissement de ce mémoire de fin d'étude. Leur soutien et leur expertise ont été essentiels à chaque étape de ce parcours académique.

je tiens tout particulièrement à remercier mon encadrante Mme.KAHLERRAS pour ses conseils éclairés, son encouragement constant et sa disponibilité sans faille. Son expertise a été une source d'inspiration et a grandement enrichi mon travail.

Je tiens à remercier tout les enseignant qui m'ont conseiller, guider et orienté comme M.AMMARI, Mme.DERNOUNI, M.BOUALEM ,M.ZEIBAK , M.KAHLERRAS.

mes remerciements s'étendent également à mes camarades de promotion qui m'ont encouragés tout au long de ce parcours.

je n'oublie pas de mentionner le personnel administratif et technique de l'Ecole Nationale Supérieure d'Hydraulique, dont le professionnalisme et l'efficacité ont facilité les démarches et assuré un environnement propice à la recherche.

Enfin, je souhaite exprimer ma reconnaissance envers ma famille et mes proches pour leur soutien indéfectible, leur encouragements et leur compréhension tout au long de cette aventure académique.

Leur contribution a été précieuse et a grandement enrichi la qualité de ce travail.

Merci encore pour votre précieux concours.

AIT AMRANE Salim

Dédicace

Louange à dieu seul,

Ce modeste travail est dédié spécialement

A mes chers parents ,en témoignage de ma reconnaissance pour leurs patience, leurs dévouement, et leur sacrifices , merci d'avoir fait de moi celui que je suis aujourd'hui.

A ma sœur qui je le sais, ma réussite compte à ses yeux, que dieu vous garde pour moi.

Au membres de ma famille qui ont toujours été présent pour moi, à leur bonne intention et sur qui je pourrais toujours compter.

A mes amis, mes enseignants et pour ceux qui m'ont donné de l'aide un jour, que dieu vous paye pour tout vos bienfaits.

AIT AMRANE Salim

المخلص

تهدف دراستنا إلى تلبية احتياجات الصرف الصحي لمدينة تاشتا زوغاغا في ولاية عين الدفلى، من خلال استبدال الشبكة الحالية التي تعاني من تدهور كبير ولا تلي احتياجات إزالة مياه الصرف الصحي والأمطار بنظام جديد مناسب مقترح. يتضمن المشروع تخطيطاً منكباً مع التضاريس المعقدة، بما في ذلك فتحات الرؤوس لتصحيح المنحدرات. سيتم توجيه المياه نحو منفذ طبيعي مجهز بمحطة معالجة، ملتزمة بالمعايير الصحية العامة والبيئية وشروط الهيدروليك لتجنب انسداد الأنابيب.

كلمات مفتاحية: الصرف الصحي، الشبكة القديمة، مياه الصرف الصحي، مياه الأمطار، منفذ، تنقية، شروط هيدروليكية.

Notre étude vise à répondre aux besoins d'assainissement de la ville de Tacheta Zougagha, Ain Defla, en remplaçant le réseau actuel dont l'état est vétuste assez avancé, inadapté à l'évacuation des eaux usées et pluviales par un nouveau système projeté approprié. Le projet inclut un tracé ajusté suivant la topographie complexe, avec des regards de chute pour corriger les pentes. Les eaux seront acheminées vers un exutoire naturel équipé d'une station d'épuration, respectant les normes de santé publique et environnementales et les conditions hydraulique pour prévenir l'obstruction des collecteurs.

Mots clés : Assainissement, réseau vétuste, eaux usées, eaux pluviales, exutoire, épuration, conditions hydrauliques.

Abstract

Our study aims to address the sanitation needs of the city of Tacheta Zougagha, Ain Defla, by replacing the current sewer system, which is significantly deteriorated and inadequate for handling wastewater and stormwater, with a proposed appropriate new system. The project includes a layout adjusted to the complex topography, incorporating drop manholes to correct slopes. Water will be directed to a natural outlet equipped with a treatment plant, complying with public health and environmental standards as well as hydraulic conditions to prevent pipe blockages.

Keywords: Sanitation, aging network, wastewater, stormwater, outlet, purification, hydraulic conditions.

Table des matières

INRODUCTION GENERALE	01
Chapitre I : Présentation de l'agglomération	02
I.1. Introduction	03
I.2. Aperçu historique sur la commune de Tacheta Zougagha	03
I.3. Situation géographique	03
I.4. Situation climatique	05
I.4.1 Climatologie	05
I.4.2. Températures	05
I.4.2 Les précipitations	06
I.4.3. Le Vent	07
I.4.4 L'humidité relative de l'air	07
I.5. Hydrographie	07
I.6. Données naturelles du site	07
I.6.1. Topographie	07
I.6.2. Géologie et sismicité	08
I.7. Situation démographique	10
I.8. situation hydraulique	10
I.8.1. alimentation en eau potable	10
I.8.2. Etat des lieux du réseau d'assainissement	12
I.9. Conclusion	13
Chapitre II : Etude hydrologique	14
II.1. Introduction	15
II.2. Objectif de l'étude hydrologique	15
II.3. Les petites pluies	15
II.4. Les averses	15
II.5. Période de retour	16
II.6. Détermination de l'intensité moyenne de précipitation	16
II.7. Etude des précipitations	17
II.8. Les précipitations maximales journalières	19
II.9. Estimation des Paramètres de la série des pluies	19

II.9.1. L'écart type σ_x	19
II.9.2. Coefficient de variation	19
II.9.3. L'exposant climatique	19
II.10. Choix de la loi d'ajustement	20
II.11. Homogénéisation des données	20
II.12. Lois statistiques pour l'analyse fréquentielle	23
II.12.1. Ajustement à la loi de Gumbel	24
II.12.2. Ajustement à la loi des extrêmes généralisée (loi GEV)	25
II.12.3. Ajustement à la loi de Galton (log normale)	27
II.13. Comparaison entre les lois d'ajustement	29
II.14. Test d'adéquation de Khi-deux	30
II.15. Calcul des pluies et des intensités de courte durée	31
II.16. Conclusion	32
Chapitre III : Calcul de base	33
III.1. Introduction	34
III.2. Situation démographique	34
III.2. Découpage de l'aire d'étude en surfaces élémentaires	35
III.3. Systèmes d'évacuation	35
III.3.1. Systèmes fondamentaux	35
III.4. Choix du système d'évacuation	41
III.5. Schémas d'évacuation	41
III.6. Choix du schéma du réseau d'évacuation	43
III.7. Choix du coefficient de ruissellement	45
III.8. Calcul du nombre d'habitants pour chaque sous bassin	48
III.8.1. Coefficient de ruissellement pondéré	48
III.8.2. Calcul de la densité partielle	48
III.9. Conclusion	49
Chapitre IV : Estimation des débits	50
IV.1. Introduction	51
IV.2. Origine et nature des eaux à évacuer	51
IV.2.1. Les eaux usées	51

IV.2.2. Les eaux parasites _____	52
IV.2.3 Les eaux pluviales _____	53
IV.3. Estimation des débits des eaux usées _____	53
IV.3.1. Débits des eaux usées domestiques _____	53
IV.3.1.1. Débit moyen journalier _____	54
IV.3.1.2. Débit de pointe d'eaux usées _____	54
IV.4. Evaluation des débits des équipements _____	55
IV.5. Evaluation des débits des eaux pluviales _____	57
IV.5.1. Méthode rationnelle _____	57
IV.5.1.1. Hypothèses de la méthode _____	57
IV.5.1.2. Validité de la méthode rationnelle _____	58
IV.5.1.3. Temps de concentration _____	58
IV.5.2. Méthode superficielle _____	59
IV.5.2.1. Validité de la méthode superficielle _____	59
IV.5.3. Choix de la méthode _____	60
IV.6. Calcul du débit total _____	61
IV.7. Conclusion _____	62
Chapitre V : Dimensionnement du réseau d'assainissement _____	63
V.1. Introduction _____	64
V.2. Principe de conception d'un réseau d'assainissement _____	64
V.2.1. Les collecteurs _____	64
V.2.2. Les regards _____	64
V.2.3. L'écoulement gravitaire _____	64
V.3. Mode de dimensionnement des canalisations _____	65
V.3.1. Base de calcul _____	65
V.3.2. Formule de Manning-Strickler _____	66
V.3.3. Formule de BAZIN _____	68
V.3.3.1. Réseau unitaire _____	68
V.3.3.2. Les abaques de Bazin _____	68
V.3.3.3. Procédé de calcul _____	69
V.3.3.4. Conditions d'auto curage _____	69
V.4. Normes d'écoulement et d'implantation _____	70

V.4.1. Dimensionnement du réseau d'assainissement _____	70
V.4.2. Choix des matériaux _____	70
V.5. Conclusion _____	71
Chapitre VI : Eléments constitutifs du réseau et ouvrages annexes _____	72
VI.1. Introduction _____	73
VI.2. Les ouvrages principaux _____	73
VI.2.1. Les canalisations _____	73
VI.2.2. Matériaux des canalisations _____	73
VI.2.3. Choix du type de canalisation _____	74
VI.2.3.1. PVC _____	74
VI.2.3.2. Béton armé _____	74
VI.2.4. Les essais de conduites préfabriqués _____	75
VI.3. Différentes actions supportées par la conduite _____	76
VI.4. Les joints des conduites _____	77
VI.4.1. Les joints des conduites en PVC _____	77
VI.4.2. Les joints des conduites en béton armé _____	78
VI.5. Les ouvrages annexes _____	80
VI.5.1. Ouvrages normaux _____	80
VI.5.1.1. Les branchements _____	81
VI.5.1.2. Fossés _____	81
VI.5.1.3. Caniveaux _____	81
VI.5.1.4. Bouches d'égout _____	82
VI.5.1.5. Regards _____	82
VI.5.2. Ouvrages spéciaux _____	83
VI.5.2.1. Les déversoirs d'orage _____	84
VI.5.2.2. Dimensionnement du déversoir d'orage _____	86
VI.5.2.3. Traversé de l'oued _____	89
VI.6. Conclusion _____	89
Chapitre VII Organisation du chantier _____	90
VII.1. Introduction _____	91
VII.2. Organisation du chantier _____	91

VII.2.1. Exécution des travaux _____	91
VII.2.2. Emplacement des canalisations _____	92
VII.2.2.1. Manutention et stockage des conduites _____	92
VII.2.3. Décapage de la couche de terre végétale _____	93
VII.2.4. Exécution des tranchées et des fouilles pour les regards _____	93
VII.2.5. Aménagement du lit de pose _____	94
VII.2.6. Pose canalisations dans la tranchée _____	94
VII.2.7. Exécution des tranchées et les regards _____	95
VII.2.8. Mise en place des conduites _____	96
VII.2.9. Assemblage des conduites _____	96
VII.2.10. le déversoir d'orage _____	97
VII.3. Choix des engins _____	97
VII.4. Devis quantitatif et estimatif _____	98
VII.4.1. Détermination des différents volumes _____	99
VII.4.2. Planifications des travaux _____	103
VII.5. Conclusion _____	106
CONCLUSION GENERALE _____	107
Références bibliographique _____	108
Annexes _____	109

Liste des tableaux :

Chapitre I Présentation de l'agglomération

Tableau I.1: Données des températures moyennes mensuelles en C°, Période (1986-2022)	05
Tableau I.2: Données des moyennes mensuelles des précipitations, Période (1973-2021)	06
Tableau I.3: caractéristiques du forage F2	10
Tableau I.4: Caractéristiques hydrauliques de la conduite existante	11
Tableau I.5: Classification selon le diamètre	13

Chapitre II Etude hydrologique

Tableau II.1: Caractéristiques de la station pluviométrique d'El Abadia.	17
Tableau II.2: série pluviométrique (station d'El Abadia) 1973-2021	18
Tableau II.3: Paramètres de la série des pluies	20
Tableau II-4: Résultats du test de la médiane	21
Tableau II-5: Calcul des paramètres du test de la médiane	22
Tableau II-6: Résultats de l'ajustement à la loi de Gumbel par logiciel Hyfran	24
Tableau II-7: Résultats de l'ajustement à la loi de GEV par logiciel Hyfran	26
Tableau II-8: Résultats de l'ajustement à la loi de Galton en utilisant logiciel Hyfran	28
Tableau II.9: les résultats de test de khi-2	30
Tableau II.10: Pluies et intensités de courte durée de différentes périodes de retour	32

Chapitre III Calcul de base

Tableau III.1: estimation du nombre d'habitants	34
Tableau III.2: Coefficients de ruissellement en fonction de la catégorie d'urbanisation	45
Tableau III.3: Coefficient de ruissellement en fonction de surface drainée	45
Tableau III.4: Coefficient de ruissellement en fonction de la densité de population	46
Tableau III.5: Coefficient de ruissellement en fonction de la zone d'influence	46
Tableau III.7: Coefficient de ruissellement pour chaque sous bassins	47

Tableau III.8:nombre d'habitants de chaque sous bassin _____ 49

Chapitre IV Estimation des débits

Tableau IV.1:Calcul des débits des équipements _____ 56

Tableau VI.2:Calcul des débits pluviaux pour chaque surface élémentaire ____ 60

Tableau IV.3:Calcul de débits pour chaque surface élémentaire_____ 61

Chapitre V Dimensionnement du réseau d'assainissement

Tableau V.1:Coefficient de rugosité de Strickler pour divers types de matériaux
_____ 67

Chapitre VII Organisation du chantier

Tableau VII.1:Devis quantitatif et estimatif du réseau _____ 101

Tableau VII.2:détermination des délais_____ 104

Liste des figures

Chapitre I Présentation de l'agglomération

Figure I.1: Plan de situation de la commune de Tacheta-Zougagha _____	04
Figure I.2: Graphique des variations des températures moyennes mensuelles (1986-2022) _____	06
Figure I.3: Graphique des variations des précipitations moyennes mensuelles (1986-2022) _____	07
Figure I.4: Carte géologique de l'Algérie _____	09
Figure I.5: Classification des zones sismiques en Algérie _____	09
Figure I.6: Schéma explicatif du réseau d'adduction existant _____	11

Chapitre II Etude hydrologique

Figure II.1: Ajustement par la loi de Gumbel _____	25
Figure II.2: Ajustement par la loi de GEV _____	27
Figure II.3: Ajustement graphique à la loi Log-normale _____	28
Figure II.4: Comparaison des trois lois d'ajustement _____	29

Chapitre III Calcul de base

Figure III.1: Systèmes d'évacuation susceptibles d'être mis en service _____	36
Figure III.2: Schémas du réseau unitaire _____	36
Figure III.3: Schémas du réseau séparatif _____	38
Figure III.4: Schémas du réseau pseudo séparatif _____	40
Figure III.5: Schéma perpendiculaire _____	42
Figure III.6: Schéma par déplacement latéral _____	42
Figure III.7: Schéma à collecteur transversal ou oblique _____	42
Figure III.8: Schéma à collecteur étagé _____	43
Figure III.9: Schéma de type radial _____	43

Chapitre VI Eléments constitutifs du réseau et ouvrages annexes

Figure VI.1: Joint Système FlexBlock _____	77
Figure VI.2: Joint à tenue traditionnelle _____	77
Figure VI.3: différents types des joints _____	80
Figure VI.4: branchement simple _____	81
Figure VI.5: bouche d'égout (Pénétration par le haut) _____	82

Figure VI.6: regard simple _____	83
Figure VI.7: Schéma du principe de fonctionnement d'un déversoir d'orage __	84
Figure VI.8: Déversoir latéral à seuil latéral simple _____	85
Figure VI.9: Déversoir latéral à seuil double _____	85
Figure VI.10: Déversoir avec ouverture de fond _____	86

Chapitre VII Organisation du chantier

Figure VII.1: Coupe transversale d'une tranchée avec La mise en place de la conduite _____	96
Figure VII.2: le pipelayers _____	96
Figure VII.3: réseau à nœuds _____	105

Introduction générale

L'assainissement des agglomérations est une filiale de l'hydraulique urbaine qui a pour objet d'assurer la collecte et le transit de l'ensemble des eaux polluées, pluviales ou usées hors des agglomérations. L'eau usée est transportée à travers un réseau bien dimensionné, assurant le rejet dans un exutoire, dans le but de protéger la santé humaine, assurer la protection contre les inondations, conserver la faune et la flore et enfin préserver l'environnement.

Le dimensionnement dépend du type d'habitat (assainissement collectif ou autonome), de la topographie du site (système gravitaire ou non gravitaire), de la nature des effluents concernés (système séparatif, unitaire ou mixte), de la nature du sous-sol...etc.

Notre travail consiste à l'étude de dimensionnement d'un réseau d'assainissement de la commune de Tacheta Zougagha Daïra d'El Abadia. La municipalité étant caractérisée par la nature rurale, la majeure partie de la population travaille dans le secteur agricole et la municipalité est caractérisée par un terrain difficile.

Cette région se distingue par un réseau d'assainissement réalisé sans étude, dont l'état est vétuste et ne répond plus à ces besoins. L'analyse des données réelles de cette région concerne la méthode d'évaluation des débits à évacuer, le type de système d'assainissement et le tracé du réseau. On mettra en évidence la compatibilité du réseau proposé avec la projection d'une station d'épuration.

Dans les 7 (sept) chapitres de notre étude, nous allons tenter de trouver les solutions techniques et économiques appropriées pour évacuer les eaux usées et pluviales de la ville de Tacheta Zougagha. Nous allons illustrer différentes étapes d'étude comme suit :

- Présentation de l'agglomération.
- Etude hydrologique.
- Calcul de base.
- Estimation des débits.
- Dimensionnement du réseau d'assainissement.
- Eléments constitutifs du réseau et ouvrages annexes.
- Organisation de chantier.

Chapitre I

Présentation de l'agglomération

I.1. Introduction

Avant d'initier tout projet d'assainissement, il est impératif de mener une étude approfondie du site afin de comprendre ses caractéristiques physiques et les facteurs qui influent sur la conception du projet.

Chaque site présente des spécificités qui impactent directement l'assainissement, englobant

- les données naturelles ;
- les données relatives à l'agglomération ;
- les projections de développement futur ;
- les données spécifiques à l'assainissement.

Ainsi, la présentation de l'agglomération constitue une étape cruciale dans l'élaboration du réseau d'assainissement pour la ville de Tacheta-Zougagha.

I.2. Aperçu historique sur la commune de Tacheta Zougagha

Au cours du colonialisme, la commune a été nommée « Tacheta Zougagha » par le colonisateur français et les habitants. Elle a été divisée en deux zones adjacentes : «Tacheta », qui a été nommée en référence à l'un des arbres de la région appelé « Hacheta », et « Zougagha », qui est un nom berbère qui signifie « région rouge » en langue berbère, et c'est la langue la plus parlée par les habitants de la commune. Il s'agissait d'une des communes les plus anciennes de la colonisation française du pays. Après la scission de 1984 de l'ordre n°84/84 du 04/02/1984, elle est devenue une commune autonome afin de reprendre ses activités. [1]

I.3. Situation géographique

Fait partie des piémonts Sud des monts du Dahra, la ville de TACHETA ZOUGAGHA possède un rôle fonctionnel d'animation et de gestion d'un espace déséquilibré et hétérogène d'une commune qui s'étend sur une superficie de 191 Km² dont la majeure partie revient aux Monts de Dahra et représente des terres forestières. La ville de TACHETA est une ville importante du centre du pays située dans la Wilaya de AIN DEFLA. Elle se situe à Nord-Ouest du chef-lieu de la Wilaya, sur les flancs de Dahra, à 582 m d'altitude. (Source : PDAU)

La commune s'étend sur une superficie de 191 Km². D'une population estimée à 26686 habitants en 2015, représentant une densité de 140 hab. /Km². Cette dernière est inférieure à la moyenne wilaya qui est de 186 hab/km² en 2014. (Source : APC)

Le chef-lieu étant classé dans la strate urbaine avec une population de 70 habitants soit 18.87% du total de la population de la commune. Elle est délimitée par :

- La commune de DAMOUS (W : Tipaza), au Nord-est.
- La commune de BREIRA (w : Chlef), au Nord-Ouest.
- La commune d'El ABBADIA, au Sud-Est.
- La commune de BENI RACHED (w : Chlef), au Sud-Ouest.
- La commune d'AIN BOUYAHIA, à Est.
- La commune de ZEBOUDJA (w : Chlef), à l'Ouest.

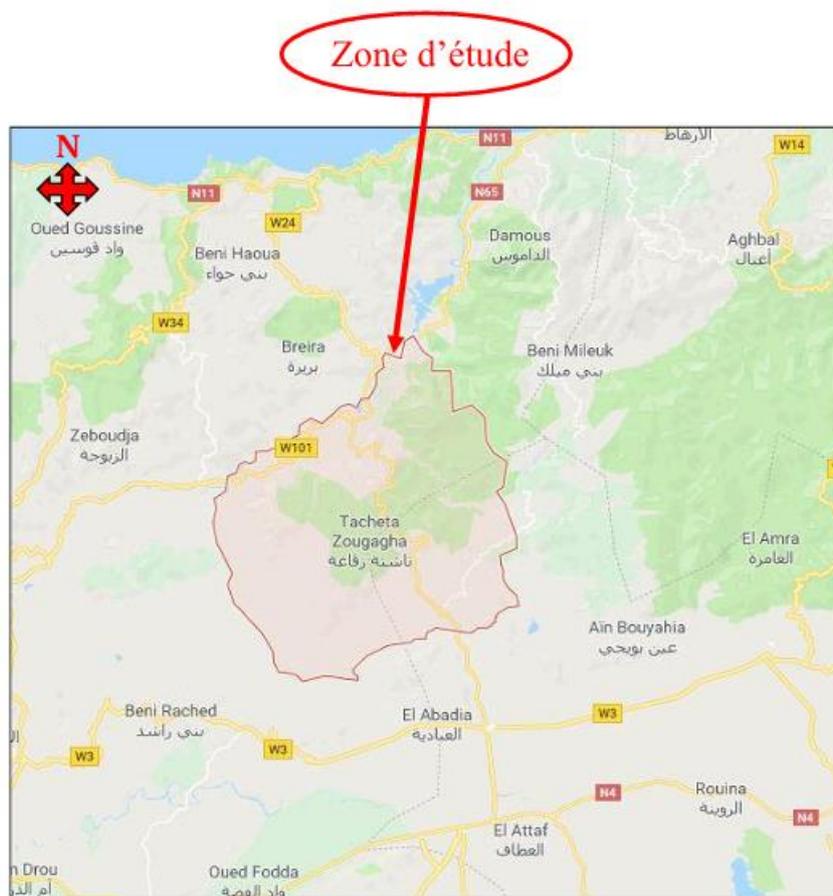


Figure I.1 : Plan de situation de la commune de Tacheta-Zougagha (Google maps)

I.4. Situation climatique

I.4.1 Climatologie

Les conditions climatiques de la commune de Tacheta Zougagha sont de type méditerranéen semi-aride, avec une forte continentalité et un écart de température de 20°C entre les températures de janvier et août. La période estivale dure environ 5 à 6 mois, avec des masses d'air chaudes à partir du mois de mai. La pluviométrie demeure fluctuante et s'élève à 500 à 600 mm par an. Les reliefs présentent une série de niveaux climatiques allant du sub-aride au fond de la vallée au sub-humide. L'orographie est responsable de cette situation : plus l'altitude augmente, plus l'étage est humide. Il en est de même pour la neige qui affecte les reliefs à plus de 600 mètres d'altitude. [1]

I.4.2. Températures

Selon les températures moyennes mensuelles présentées dans le tableau I.1, il est observé que le mois d'août est le plus chaud de l'année avec une température moyenne de 29.7 °C. Le mois de janvier est le plus froid de l'année en raison des 9.6 °C.

Tableau I.1: Données des températures moyennes mensuelles en C°, Période (1986-2022)

Paramètres	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout
Tmin (°C)	16.3	11.6	6.7	4.5	2.9	3.9	6.6	7.8	10.7	15.8	20.4	21.5
Tmoy (°C)	24.7	20.4	14.2	10.7	9.6	10.8	13.3	15.8	20.5	25.3	29.7	29.7
Tmax (°C)	35.5	30.1	23.4	18.3	20.0	18.5	23.2	24.9	31.1	37.3	38.8	38.5

(Source : ANRH Blida ,Station : barrage Heraza)

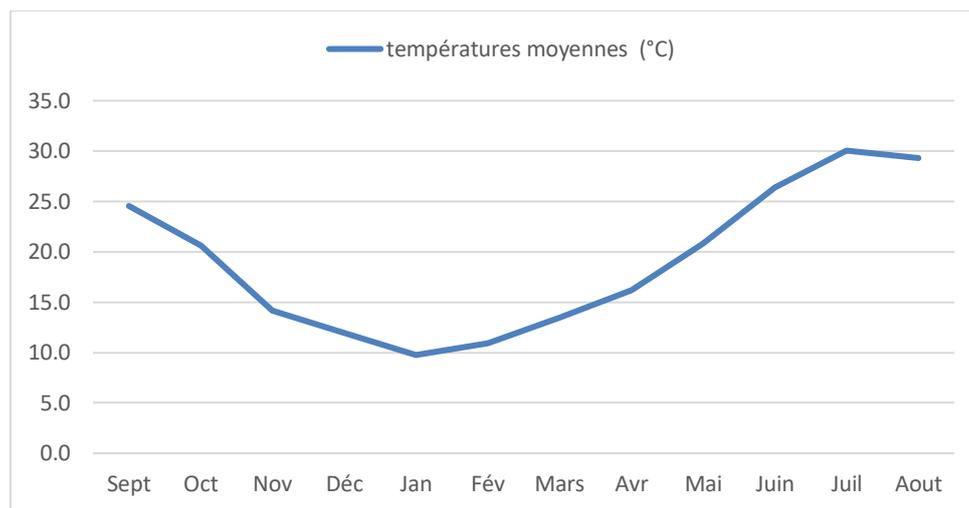


Figure I.2 : Graphique des variations des températures moyennes mensuelles
(1986-2022)

I.4.2 Les précipitations

Selon les données du tableau (I.2), il est observé que la différence de précipitations entre les mois les plus secs (juillet et août : 1.2 mm) et les mois les plus humides (novembre : 19.9 mm) est de 91 mm.

Tableau I.2 : Données des moyennes mensuelles des précipitations, Période (1973-2021)

Paramètre	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout
$\overline{P_{mens}}$	9.8	13.2	19.9	16.8	16.6	16.6	14.8	14.9	11.9	6.3	1.2	1.2

(Source : ANRH Blida, Station : El Abadia)

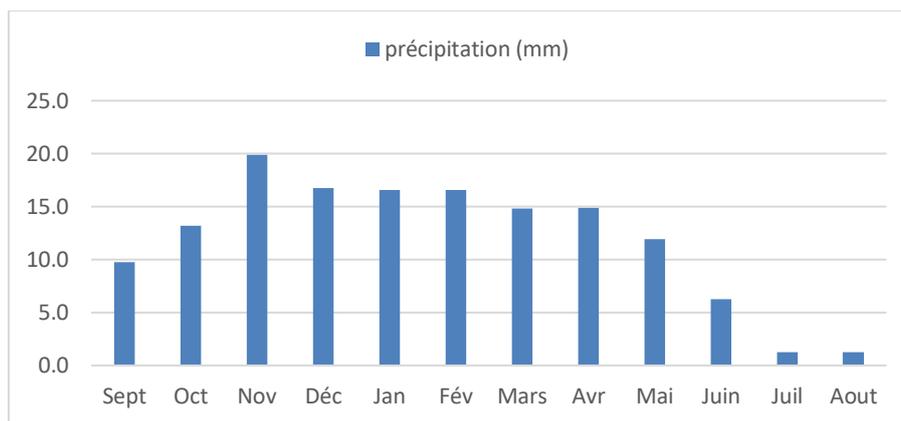


Figure I.3 : Graphique des variations des précipitations moyennes mensuelles (1986-2022).

I.4.3. Le Vent

En raison de la direction Est-Ouest de la plaine, les vents les plus fréquents et les plus forts seront associés à cette direction. En période d'hiver, les vents dominants sont orientés vers l'Ouest ; avec une influence maritime, ils sont humides. En été, les vents dominants sont orientés vers l'Est, avec des vitesses moyennes de 0,5 à 2,5 m/s. Les vents sont les plus forts pendant l'été et les plus faibles pendant l'hiver.

(Source : ANRH Blida ,Station : barrage Heraza)

I.4.4. L'humidité relative de l'air

La valeur maximale d'humidité relative de l'air est enregistrée pendant l'hiver, avec 80,6 % en décembre, et la plus faible pendant l'été, avec 42 % en août.

(Source : ANRH Blida ,Station : barrage Heraza)

I.5. Hydrographie

L'oued Essafsaf traverse le chef-lieu de Tacheta au Nord et l'oued Ben Yadgh dans sa partie Sud-Est. Au sud de la commune de Tacheta, l'oued El Esfour prend sa source et traverse toute la commune jusqu'au chef-lieu d'El Abadia.

I.6. Données naturelles du site

I.6.1. Topographie

La commune de Tacheta Zougagha est caractérisée par un relief montagneux et une abondance de ressources naturelles :

I.6.1.1. Relief montagneux

La commune est dominée par plusieurs sommets, dont la montagne "Sidi Bernous" culminant à 1047 mètres, et le nid de l'aigle atteignant 1017 mètres, tous deux situés dans la forêt domaniale du Nord-Ouest. D'autres sommets incluent la montagne de « Boutissit » et la montagne d'« Ankour ».

I.6.1.2. Collines et zones agricoles

Des petites collines parsèment l'entrée de la commune, servant parfois à des activités agricoles et s'étendant vers les communes voisines telles que «EL Abadia» et «Beni Malek ».

I.6.1.4. Forêts

La commune possède deux vastes domaines forestiers, le domaine forestier de Tacheta et le domaine forestier Oued Lekbir, totalisant une superficie de 3681 hectares et 83 ares, offrant ainsi une richesse écologique importante.

I.6.2. Géologie et sismicité

Les versants abruptes dans la région de Tacheta sont caractérisés généralement par des sols peu profonds formés par des grés, grés éboulis, grés quartzeux et des argiles mélangés à des grés et parfois à des quartzs et des argiles gréseuses. Donc pour pouvoir résister à ce phénomène, on doit construire des ouvrages de telle sorte à leur fournir un degré de protection tolérable en répondant aux règles parasismiques algériennes.

Pour pouvoir réduire les pertes induites par un séisme, on doit en premier lieu quantifier le danger ou dégât en identifiant les sources sismique (failles actives, charriage.....) et évaluer les niveaux de secousses (intensité, magnitude, accélération) dans la région épicertrale, puis évaluer le niveau de vulnérabilité (taux de perte...) de la population exposée au risque (individus, ouvrage, bien économique et sociaux ...). [2]

Notre ville se situe en zone III, zone de sismicité forte ce qui la rend sujette de risque.

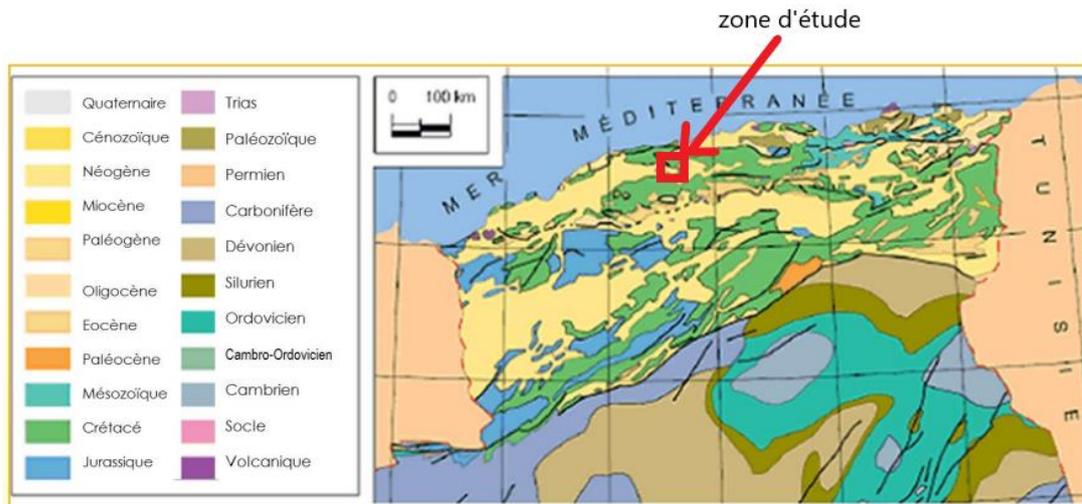


Figure I.4 : Carte géologique de l'Algérie (Reaserch Gate)

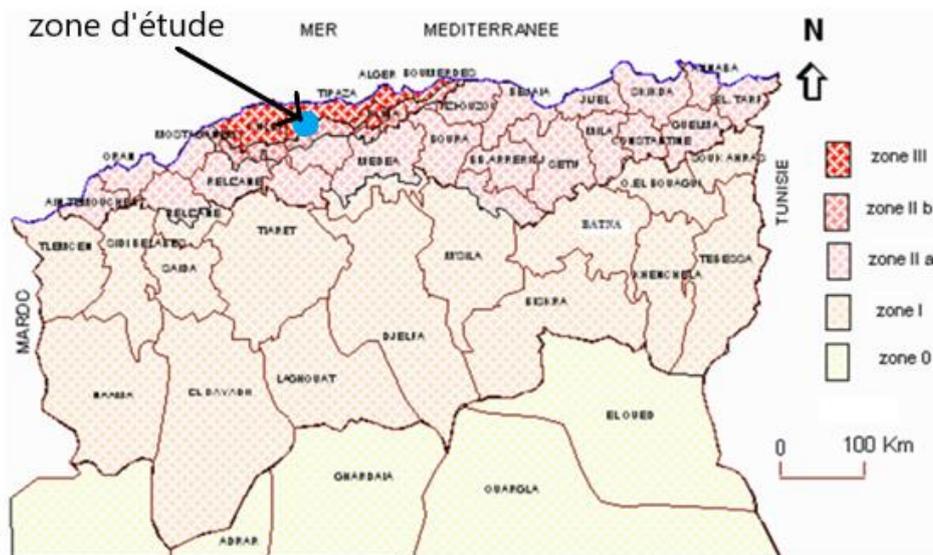


Figure I.5 : Classification des zones sismiques en Algérie (RPA99 version 2003)

I.7. Situation démographique

Depuis 1985, la commune de Tacheta Zougagha a connu un développement et une croissance exceptionnels. Dès cette année, elle est devenue une commune comptant 17930 habitants répartis entre les différentes zones, et d'après l'APC le nombre d'habitants a augmenté à 26570 habitants.

Selon les estimations de l'APC, notre zone d'étude (le chef-lieu de la commune de Tacheta Zougagha) compte 7325 habitants.

I.8. situation hydraulique

I.8.1. alimentation en eau potable

I.8.1.1 Champ de captage

Un forage F2 existant, qui se situe à la daïra d'El Abadia qui fournit un débit journalier de $3024 \text{ m}^3/j$. Il est équipé par une pompe immergée de 65 KW de Douze (12) étages.

Nom	Localité	Année de réalisation	Débit exploité (L/s)	Prof (m)	Niveau dynamique (m)	Coordonnées (DMS)
Forage F2	Daira El Abadia	1998	35	180	68.53	X : 1°40'47.97" Y : 36°15'25.91"

Tableau I.3 : caractéristiques du forage F2

(Source : DRE subdivision El Abadia)

I.8.1.2. Stations de reprise

Le système d'adduction de la commune de tacheta est constitué de trois (03) station de reprise :

Tableau I.4 : Caractéristiques hydrauliques de la conduite existante.

Tronçon	D(mm)	Hg (m)	Hmt (m)	Débit (L/s)	Longueur (m)
F2-SR1	200	107	200	35	6780
SR1-SR2	200	112	160	35	2130
SR2-SR3	200	140	160	35	3810
SR3-RV	200	121	160	35	900

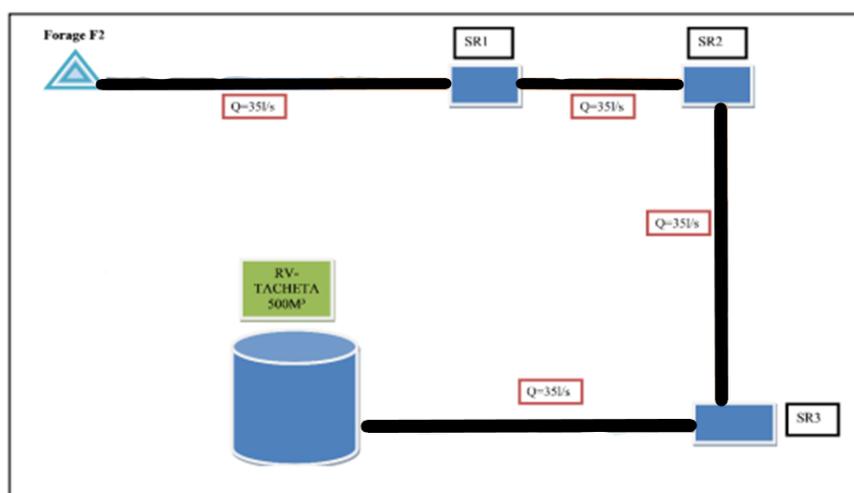
(Source : DRE subdivision El Abadia)

Avec :

F : Forage ;**SR** : Station de reprise ;**D** : Diamètre ;**Hg** : Hauteur géométrique ;**Hmt** : Hauteur manométrique ;**PEHD** : Polyéthylène haute densité.

I.8.1.3. Ouvrages de stockage

La capacité de stockage totale de la commune de Tacheta est de l'ordre de 500 m^3 . Ceci grâce au réservoir de type semi enterré (capacité de 500 m^3) situé à l'amont de la commune, ce dernier est en bonne état.

**Figure I.6** : Schéma explicatif du réseau d'adduction existant (DRE service AEP).

I.8.2. Etat des lieux du réseau d'assainissement

Le réseau d'assainissement actuel du chef-lieu de la commune de TACHETA ZOUGAGHA présente une vétusté assez avancée, vu l'ancienneté de la majorité des collecteurs.

Le chef-lieu de la commune de TACHETA ZOUGAGHA est desservi par un réseau d'assainissement de type unitaire, les eaux usées (qui se desservent à partir des boîtes de branchement) et pluviales (à partir des avaloirs placés en bordures des chaussées) sont transitées ensemble dans un même collecteur et desservent le centre du tissu urbain.

(Source : DRE Ain Defla)

D'après l'enquête qu'on a effectuée sur les lieux, on a pu relever les remarques suivantes :

- Le réseau d'assainissement du chef-lieu de commune de TACHETA ZOUGAGHA est ancien par rapport à son périmètre. Le taux de raccordement au réseau pour le chef-lieu de la commune est de 75%. Le réseau d'assainissement actuel du chef-lieu de la commune est composé de collecteurs (principaux, secondaires et tertiaires). L'ensemble du réseau est en mauvais état.
- La longueur totale du réseau d'assainissement existant est de l'ordre de 8,92 Km. Le réseau d'assainissement occupant le chef-lieu de la commune est de type unitaire. La majorité des matériaux des conduites des eaux usées en béton comprimé.
- Présence de collecteur d'assainissement en béton armé.
- Plusieurs regards se trouvent soit sous bitume soit on se trouve les cotes tampons est très élevée par rapport à la cote de la route.
- Le réseau d'assainissement est implanté dans le chef-lieu de la commune ne satisfait pas aux besoins du site.
- Le réseau d'assainissement de l'ancienne chef-lieu de la commune localisé dans la partie ouest de la route nationale N° 65 converge vers le bassin de décantation localisé juste à côté de la RN 65.
- La grande partie du réseau d'assainissement localisé à l'est de la RN 65; converge vers son rejet final localisé dans l'extrême ouest du chef-lieu de la commune (oued Tamda).
- Absence d'ouvrage de rejet.
- Présence de rejets facultatifs réalisés par les habitants à proximité de leurs constructions.
- Le colmatage du réseau d'assainissement dans l'ensemble du réseau vu son ancienneté.

- Les rejets directs d'assainissement de particulier vers le milieu naturel : Aucun branchement de ce genre n'a été observé. Cependant, lorsque le dernier regard se met en charge, des traces au sol témoignent que les eaux usées vont directement vers le milieu naturel.
- Les diamètres des conduites qui constituent le réseau d'assainissement actuel varie entre 200 et 600 mm.

Tableau I.5: Classification selon le diamètre

Diamètre (mm)	Matière	Longueur (m)	Longueur totale (m)	Pourcentage (%)
300	Béton Comprimé	5180	8920	58%
400	Béton Comprimé	1100		12%
500	Béton Comprimé	1165		13%
600	Béton armé	1475		17%

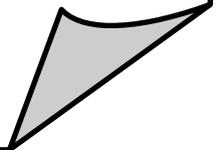
(Source : DRE Ain Defla)

I.9. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons la possibilité d'obtenir les différentes situations de reconnaissance du site d'étude, telles que la géographie, le topographie, l'hydrographie, la géologie, l'hydrogéologie, le climat et la démographie. Nous utiliserons ces données comme fondement pour élaborer le projet visant à étudier l'assainissement de l'agglomération.

Chapitre II

Etude hydrologique



II.1. Introduction

L'hydrologie concerne l'étude de la phase du cycle d'eau qui commence lorsque l'eau arrive sur la surface de la Terre. Elle comprend les pluies, les eaux de ruissellement et les eaux souterraines.

Les données hydrologiques qui sont prises en compte dans les projets d'assainissement sont celles des averses. L'averse est la totalité des pluies liées à une même perturbation météorologique, dont la durée peut fluctuer de quelques minutes à plusieurs dizaines d'heures.

II.2. Objectif de l'étude hydrologique

Les études hydrologiques concernant le dimensionnement des réseaux d'assainissement sont d'une importance capitale. En effet, les paramètres hydrologiques, tels que les apports et les débits des eaux pluviales, jouent un rôle essentiel dans le dimensionnement, la sécurité et la bonne exploitation des ouvrages. Cette évaluation est directement liée à des données hydrologiques, principalement les pluies et les averses. [4]

II.3. Les petites pluies

Les « petites pluies » sont une expression communément utilisée pour décrire les précipitations qui se situent entre les bruines (une chute d'eau très faible qui ne provoque pas de ruissellement) et les averses orageuses.

Le ruissellement est provoqué par une hauteur d'eau supérieure à 0,5 mm et les débits dans les réseaux sont provoqués par une hauteur supérieure à 1 mm.

II.4. Les averses

Une averse correspond à une série de pluies liées à une perturbation météorologique spécifique. Il est possible que la durée d'une averse varie de quelques minutes à une centaine d'heures et qu'elle affecte une surface allant de quelques kilomètres carrés (orages) à quelques milliers (pluies cyclonique). On la définit comme un épisode pluvieux continu, pouvant avoir plusieurs pointes d'intensité différents.

Un hydrogramme est utilisé pour mesurer le volume d'eau qui tombe après avoir analysé un pluviogramme qui enregistre la variation de la lame d'eau au fil du temps.

Les orages sont les averses les plus dangereuses, car ils se distinguent par leurs caractéristiques.

Une forte intensité de pluie dans un laps de temps court, ce qui entraîne un ruissellement important et rapide d'une eau généralement très chargée. [4]

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

- Un volume important.
- Une forte intensité par unité de temps.
- Un épiderme orageux, un déplacement du foyer et une diffusion dans l'espace.

La mesure de ces averses est effectuée à l'aide des appareils suivants : Les pluviomètres, Les pluviographes (le pluviographe à siphon et le pluviographe à augets basculeurs) qui relèvent les hauteurs d'eau tombée en 24h. [3]

II.5. Période de retour

La période de retour correspond à la durée nécessaire pour qu'une averse d'une intensité spécifique se manifeste. Une pluie de période de retour de 10 ans est une pluie qui peut se produire au moins une fois tous les 10 ans. En général, pour les projets d'assainissement, on choisit d'opter pour une pluie décennale. La période de retour est déterminée en se basant sur un calcul technico-économique du réseau d'assainissement qui garantit l'évacuation des eaux dans des conditions acceptables pour la santé publique, et par voie hydraulique le plus rapidement possible.

En Algérie nous optons généralement pour une période de retour décennale ($T=10$ ans). [3]

II.6. Détermination de l'intensité moyenne de précipitation

Dans le domaine de l'hydrologie urbaine, l'ingénieur hydrologue doit disposer de données spécifiques concernant le projet étudié, mais dans certaines situations, il est rare de disposer de données en particulier. C'est pourquoi il est nécessaire d'obtenir une base d'information la plus exhaustive possible, afin d'aider à analyser par la statistique les phénomènes pluvieux tout en identifiant leurs paramètres. Pour étudier une averse, il est nécessaire de calculer les intensités moyennes maximales qui se calculent en fonction de la hauteur d'eau tombée pendant une période t , soit :

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

Avec :

i_m : intensité moyenne de la pluie [mm/h, mm/min] ou intensité spécifique en prenant en compte la surface [l/s/ha].

h : hauteur de pluie de l'averse [mm].

t : durée de l'averse [h ou min].

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.7. Etude des précipitations

En générale, la première étape consiste à analyser les données disponibles pour étudier un projet d'assainissement. Afin d'y parvenir, il est nécessaire d'établir une série pluviométrique qui inclut les précipitations maximales journalière pour une durée maximale.

Cependant, en raison du manque de données, nous utilisons une méthode d'analogie en utilisant la série pluviométrique de la station pluviométrique d'El Abadia, dont les coordonnées sont indiquées dans le tableau ci-dessous :

Tableau II.1 : Caractéristiques de la station pluviométrique d'El Abadia.

Nom	Code	Coordonnées		Période d'observation
El Abadia	012001	X (km)	407.85	1973-2021 (49 ans)
		Y (km)	327.3	
		Z (m)	162	

(Source : ANRH Blida)

La station fournit une série de données pluviométriques qui incluent les quantités de pluie maximum mensuelles et annuelles. Cette série a été enregistrée pendant 49 ans, de 1973 à 2021.

Tableau II.2 : série pluviométrique (station d'El Abadia) 1973-2021

Année	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Pjmax
1973	15.8	9.6	2.2	28.9	3.8	22.1	24.1	20.6	1.3	11.6	0	1.2	28.9
1974	2	29.2	14.6	0.3	7.2	13.9	15.6	11.5	17.1	5.6	0	0	29.2
1975	0	0	25.6	23.1	19.7	49.8	7.7	7.5	19.6	18.6	0	1	49.8
1976	27.7	53.8	40.7	13.3	22.9	5.2	6	19.8	25.6	22.1	0	1.3	53.8
1977	1	5.2	15.5	15.3	22.8	4	18.7	20.7	18.3	0	0	0	22.8
1978	18.4	36	14.6	20.1	9	27.1	37.1	10	1.8	34.2	0.7	1.2	37.1
1979	15	23.4	12.9	22.1	31.3	7.6	20.9	13.5	23.7	0	0	0	31.3
1980	13	10	9.3	37.3	11	15.1	14.9	22.7	11.2	0	0	1	37.3
1981	1.8	8.7	0	33.5	16	20.9	12.1	8.7	12.3	0.3	16.5	0	33.5
1982	2.2	18	25.8	12.4	0	14.2	11.5	7.6	9.1	0	2.6	0	25.8
1983	0	2.4	20.5	15.7	14.4	24.3	16.7	9.1	16.8	11.5	0	0	24.3
1984	0	1.4	20.8	16.5	9	25.5	16	5.9	9.6	0	0	0	25.5
1985	7.1	31	20	14.8	47.8	33	11	8	1.2	20.3	5.7	4.1	47.8
1986	11.8	9	21.2	21	15.7	35.4	3.1	1.6	0	4.4	0	1.1	35.4
1987	19.3	8.6	17.7	9.6	17.3	1.9	20.7	7.7	15.6	6.2	0	0	20.7
1988	9.9	9.8	9.4	34	2.5	19.4	27	13.7	2.7	10.6	0	9	34.0
1989	8.9	1.6	4	9.5	15.8	3.2	12.6	39.8	9	0	10	0	39.8
1990	0	3.4	11.4	17.5	15.9	9.8	15.2	8.4	3.8	0	3.1	0	17.5
1991	1.5	20.4	13.3	1.7	22.2	3.5	28.1	12.7	19	4.7	2.8	3	28.1
1992	0	9.3	13	5.8	3.3	11.9	12	21.2	13.6	0	0	0	21.2
1993	15.4	20.1	9.6	13.3	8.5	27.4	12.3	5.7	8.3	7.5	0	0	27.4
1994	9.4	11.4	12.3	23.5	28.7	8.9	18.4	0	0	8.2	0	0	28.7
1995	38.6	7.4	40	11	17.2	58	30	92	9.8	23.2	10.8	0	92.0
1996	42	9.6	4.1	12	32	0	0	0	0	12.1	0	10.5	42.0
1997	6.5	16	24.3	5.9	6.3	7.1	8.9	19.4	33.2	0	0	0	33.2
1998	9.9	14.5	16.6	3.6	38.5	21.4	14.3	0	0	0	0	0	38.5
1999	16.5	5	16.5	24	2.3	0	1.1	11.3	0.9	0	0	0	24.0
2000	10.5	11.3	40.6	7.8	27	12.6	0	25.1	11.4	0	0	0	40.6
2001	0	0	31	9.6	18.8	8	22.1	15.3	23.3	0	0	1.6	31.0
2002	0	15.9	16.2	14.2	23.3	16.1	10	10.1	30.2	9.1	0	0	30.2
2003	1.2	10.5	26.4	18.6	21.5	16.4	18.4	6.7	29.9	0	0	0	29.9
2004	6.3	24.9	8	17.1	24.9	24.8	6.3	3.5	0	0	0	0	24.9
2005	5	16.5	20.3	21	6.8	17.1	7.3	0	19.7	0	0	0	21.0
2006	7.9	0	0	19.2	14.6	15.4	10.5	23	21	0	5.2	3	23.0
2007	48.5	30	39.7	11.7	4.5	11.4	19.1	10.3	14.4	8.1	0	0	48.5
2008	1.9	14.6	27.6	28	11.3	13.5	18	21.7	15.1	0	0	0	28.0
2009	5.4	6.2	35.5	15.5	14.8	19.2	20.8	8.3	6.2	0	0	19.5	35.5
2010	5.2	24.7	15.6	18	29.9	42.2	10.4	15	29.8	21.3	0	0	42.2
2011	0	7	34.5	5	6.5	19.2	16.2	27.9	6.3	0	0	0	34.5
2012	1.9	12.7	23.9	3.7	15	22.9	10.8	28.5	32.3	0	2.5	0	32.3
2013	19.5	0	21.5	19.2	11.8	8.3	21	2	16.8	0	0	2.3	21.5
2014	9.5	10.8	26.8	32.5	20.9	27.1	17.6	0	1.4	0	0	0	32.5
2015	12.2	0.8	15.2	0	10.7	13.6	39.7	13.9	5.1	0	0	0	39.7
2016	0	0.4	17.7	12.7	34.3	1.3	1.7	0	0	7.2	0	0	34.3
2017	6.5	45.5	25.9	25.1	13.2	21.7	12.7	59.9	14.3	44	0	0	59.9
2018	14.3	20.9	20.5	25.5	26.4	7	6.7	4.5	2.1	0.3	0.5	0.2	26.4
2019	17.5	7.3	15.1	22.2	17.8	0	14.1	20.9	4.4	6.2	0	0	22.2
2020	5.1	8.9	19.1	15.4	15.9	7.3	8.3	5.2	3.3	8.9	0	0.2	19.1
2021	7	3.7	55.9	34.4	1.2	16.9	17.4	29.5	13.3	1.5	0.5	0	55.9

(Source : ANRH Blida, Station : El Abadia)

II.8. Les précipitations maximales journalières

L'objectif de l'étude est d'ajuster la série de données des précipitations maximales Journalières en utilisant une loi théorique pour évaluer 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. [4]

II.9. Estimation des Paramètres de la série des pluies

La moyenne des précipitations maximales journalières $\bar{P}_{\max,j}$ durant 49 ans d'observations :

$$\bar{P}_{\max,j} = \frac{\sum_{i=1}^N P_{\max,j}}{N} \dots \dots \dots (II.2)$$

Avec :

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

N : nombre d'années d'observation ($N=48$ ans).

$\bar{P}_{\max,j}$: la moyenne de précipitation maximale journalière en (mm).

II.9.1. L'écart type σ_x

$$\sigma_{P_{\max,j}} = \left[\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (P_{\max,j} - \bar{P}_{\max,j})^2}{N}} \right] \dots \dots \dots (II.3)$$

II.9.2. Coefficient de variation

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

II.9.3. L'exposant climatique

Selon les études régionales de l'ANRH, l'exposant climatique est égal à : $b=0,31$

Tableau II.3 : Paramètres de la série des pluies.

La taille de la série	49
La valeur min	17.5
La valeur max	92.0
La moyenne	33.9
L'écart type	13.0
Coefficient de variation	0.383
Exposant climatique	0.31

(Source : logiciel Hyfran)

II.10. Choix de la loi d'ajustement

Il existe de nombreuses lois d'ajustement qui ne peuvent être exécutées sur un échantillon que si les conditions d'homogénéité sont remplies.

Étant donné que les séries pluviométriques peuvent être ajustées de différentes manières, l'efficacité d'une méthode d'estimation est conditionnée par la loi de probabilité, la taille de l'échantillon et certaines caractéristiques de l'échantillon. Cependant, plusieurs études comparatives empiriques et théoriques ont été réalisées pour évaluer dans quelles conditions une méthode d'estimation est la plus efficace pour une loi donnée. Les lois d'adaptation sélectionnées sont :

- AJUSTEMENT A LA LOI LOG NORMALE (LOI DE GALTON) }
- AJUSTEMENT A LA LOI GEV (MAXIMUM DE VRAISEMBLANCE) }
- AJUSTEMENT A LA LOI GUMBEL

L'ajustement des pluies maximales journalières sera effectué à l'aide du logiciel HYFRAN.

II.11. Homogénéisation des données

Il est essentiel de garantir que notre série ne contient pas de ruptures artificielles et de vérifier si la série des données est homogène ou non. Dans cette optique, nous utilisons le test de la médiane, dont les étapes sont les suivantes.

- a. Trier la série par ordre croissant.
- b. Déterminer la valeur M de la médiane d'ordre m (de telle sorte que 50% des x_i soient inférieurs à x et 50% des x_i soient supérieure à x).

Deux cas sont alors possibles :

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

On a : N = 49, donc $\frac{49+1}{2}=25$, alors la médiane est : **M = 128.9 mm.**

3-Pour la série non triée, attribuer à chaque valeur un signe (+) si $x_i > M$ ou bien un signe (-) si $x_i < M$.

Les calculs des étapes précédentes sont résumés dans le tableau II-4 (la page suivante).

4-Calculons les quantités N_s et T_s tel que :

N_s est le nombre total des séries (+) ou (-), et T_s est la taille de la plus grande série (+) ou (-).

Pour un seuil de signification comprise entre 91% et 95%, les conditions du test sont :

$$N_s > \frac{1}{2}(N + 1 - 1.96\sqrt{N + 1}) \dots\dots\dots \text{(II.5)}$$

$$T_s < 3.3[\log_{10}(N) + 1] \dots\dots\dots \text{(II.6)}$$

Tableau II-4 : Résultats du test de la médiane.

Paramètre	Valeur	Comparaison
N _s	26	26 > 18.07 □ condition n°1 vérifiée
$N_s > \frac{1}{2}(N + 1 - 1.96\sqrt{N + 1})$	18.07	
T _s	4	4 < 8.88 □ condition n°2 vérifiée
3.3 [log ₁₀ (N) + 1]	8.88	

Interprétation :

D’après les résultats du test de la médiane Tableau II-4, on conclut que la série des pluies maximales journalières est homogène.

Tableau II-5: Calcul des paramètres du test de la médiane

Série triée par ordre croissant			Série non triée	
Année	P j max, (mm)	ordre	Année	P j max, (mm)
2016	75.3	1	1973	+141.2
1999	77.6	2	1974	-117
1990	88.5	3	1975	+172.6
1992	90.1	4	1976	+238.4
2020	97.6	5	1977	-121.5
1982	103.4	6	1978	+210.2
1984	104.7	7	1979	+170.4
2015	111.2	8	1980	+145.5
2005	113.7	9	1981	+130.8
1989	114.4	10	1982	-103.4
2004	115.8	11	1983	+131.4
1974	117	12	1984	-104.7
1998	118.8	13	1985	+204
2006	119.8	14	1986	-124.3
1994	120.8	15	1987	-124.6
1977	121.5	16	1988	+148
1996	122.3	17	1989	-114.4
2013	122.4	18	1990	-88.5
2011	122.6	19	1991	+132.9
1986	124.3	20	1992	-90.1
1987	124.6	21	1993	-128.1
2019	125.5	22	1994	-120.8
1997	127.6	23	1995	+338
1993	128.1	24	1996	-122.3
2018	128.9	25	1997	-127.6
2001	129.7	26	1998	-118.8
1981	130.8	27	1999	-77.6
1983	131.4	28	2000	+146.3
1991	132.9	29	2001	+129.7
1973	141.2	30	2002	+145.1
2002	145.1	31	2003	+149.6

1980	145.5	32	2004	-115.8
2000	146.3	33	2005	-113.7
2014	146.6	34	2006	-119.8
1988	148	35	2007	+197.7
2003	149.6	36	2008	+151.7
2009	151.4	37	2009	+151.4
2008	151.7	38	2010	+212.1
2012	154.2	39	2011	-122.6
1979	170.4	40	2012	+154.2
1975	172.6	41	2013	-122.4
2021	181.3	42	2014	+146.6
2007	197.7	43	2015	-111.2
1985	204	44	2016	-75.3
1978	210.2	45	2017	+268.8
2010	212.1	46	2018	+128.9
1976	238.4	47	2019	-125.5
2017	268.8	48	2020	-97.6

II.12. Lois statistiques pour l'analyse fréquentielle

L'ajustement consiste à trouver la loi de probabilité la plus appropriée pour modéliser les données pluviométriques. L'efficacité de la méthode d'ajustement dépend de plusieurs facteurs, tels que la loi de probabilité, la taille de l'échantillon et certaines caractéristiques de l'échantillon. Les critères de choix de la loi de probabilité la plus efficace sont souvent basés sur la pratique et l'expérience. Par exemple, en Algérie, les lois de Galton, Gumbel et GEV sont souvent utilisées pour modéliser les précipitations maximales journalières.

L'ajustement implique de déterminer la meilleure loi de probabilité pour représenter les données pluviométriques. Différents éléments influencent l'efficacité de la méthode d'ajustement, tels que la loi de probabilité, la taille de l'échantillon et certaines caractéristiques de celui-ci. La pratique et l'expérience aident souvent à sélectionner la loi de probabilité la plus efficace. En Algérie, on utilise fréquemment la loi de Galton, Gumbel et GEV pour représenter les précipitations maximales journalières. [3]

II.12.1. Ajustement à la loi de Gumbel

La fonction de la répartition de la loi du Gumbel :

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

$$y = \frac{(x-x_0)}{\alpha} = -[\ln(-\ln(F(x)))] \dots\dots\dots \text{(II.8)}$$

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. (α > 0).

La formule de Gumbel est donnée par la formule suivante :

$$x = \alpha \times y + x_0 \dots\dots\dots \text{(II.9)}$$

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

$$\alpha = 8.57 \quad ; \quad x_0 = 28.62$$

Donc, la formule de Gumbel devient :

$$x = 8.57179 y + 28.6213 \dots\dots\dots \text{(II.10)}$$

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

Tableau II-6 : Résultats de l'ajustement à la loi de Gumbel par logiciel Hyfran

T	q	X_T	Écart-type	Intervalle de confiance (95%)
10000	0.9999	108	9.41	89.1 - 126
2000	0.9995	93.8	7.86	78.4 - 109
1000	0.999	87.8	7.2	73.7 - 102
200	0.995	74	5.66	62.9 - 85.1
100	0.99	68.1	5.01	58.2 - 77.9
50	0.98	62.1	4.35	53.5 - 70.6
20	0.95	54.1	3.49	47.2 - 60.9
10	0.9	47.9	2.85	42.3 - 53.5
5	0.8	41.5	2.22	37.1 - 45.8
3	0.6667	36.4	1.76	32.9 - 39.8
2	0.5	31.8	1.43	29.0 - 34.6

Tels que :

$$T = 1/(1-q) \dots\dots\dots (II.11)$$

Avec :

q : probabilité au non-dépassement

T : période de retour.

X_t : 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 :

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

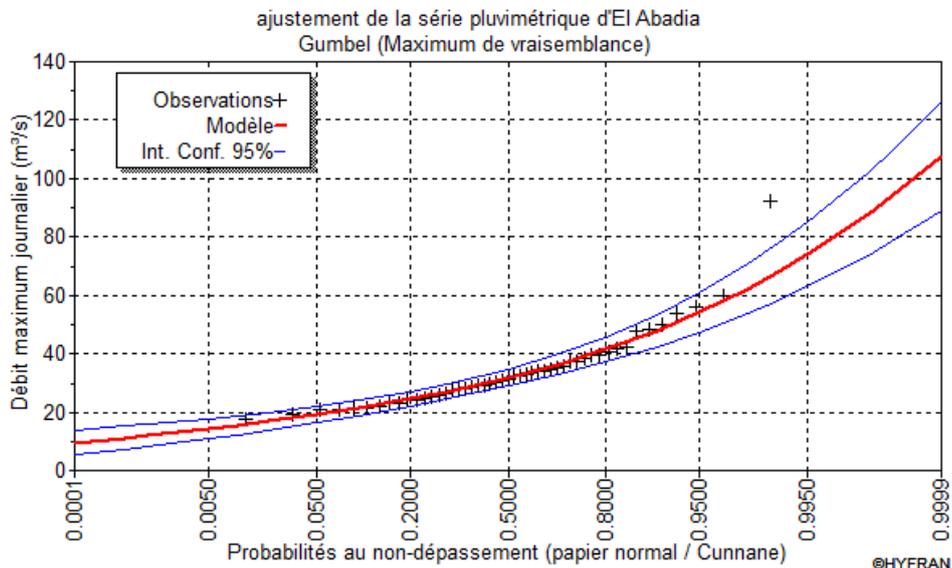


Figure II.1. Ajustement par la loi de Gumbel

II.12.2. Ajustement à la loi des extrêmes généralisée (loi GEV)

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

$$F(x) = e^{-e^{-y}} \dots\dots\dots (II.12)$$

$$y = -\frac{1}{k} \ln\left(1 - \frac{k}{\alpha}(x - u)\right) \dots\dots\dots (II.13)$$

Avec :

x : variable étudiée (Pmax, j).

u : paramètre de position.

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

k: paramètre de forme appelé indice des valeurs extrêmes.

La formule de GEV est donnée par la formule suivante :

$$x = u + \frac{\alpha}{k}(1 - e^{-ky}) \dots\dots\dots (II.14)$$

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

$$\alpha = 7.77198 \quad ; \quad k = -0.169867 \quad ; \quad u = 27.9282$$

Donc, la formule de GEV devient :

$$x = 27.9282 - \frac{7.77198}{0.169867}(1 - e^{0.169867y}) \dots\dots\dots (II.15)$$

Les Résultats de l’ajustement à la loi de GEV :

Tableau II-7. Résultats de l’ajustement à la loi de GEV par logiciel Hyfran

T	Q	XT	Écart-type	Intervalle de confiance (95%)
10000	0.9999	201	112	
2000	0.9995	149	62.5	
1000	0.999	130	47.6	
200	0.995	94.7	23.5	
100	0.99	82.1	16.6	49.6 - 115
50	0.98	70.9	11.4	48.7 - 93.2
20	0.95	58	6.52	45.2 - 70.7
10	0.9	49.2	4.12	41.1 - 57.3
5	0.8	41.2	2.6	36.1 - 46.3
3	0.6667	35.5	1.89	31.8 - 39.2
2	0.5	30.9	1.47	28.0 - 33.7

Tels que :

$$T = 1/(1-q)$$

Avec :

q : probabilité au non-dépassement

T : période de retour.

X_t : 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 :

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

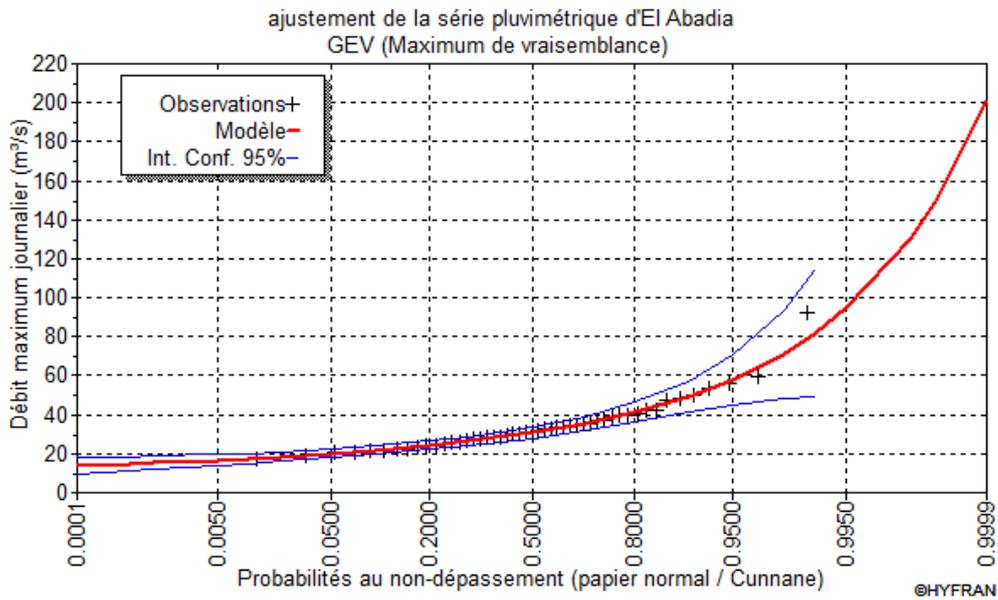


Figure II.2. Ajustement par la loi de GEV

II.12.3. Ajustement à la loi de Galton (log normale)

La formule de répartition de la loi de Galton est :

$$F(x) = \sqrt{2\pi} \int_{-\infty}^u e^{-\frac{u^2}{2}} du \dots\dots\dots (II.16)$$

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

$$u = \frac{\ln(x) - \overline{\ln(x)}}{\sigma_{\ln(x)}} \dots\dots\dots (II.17)$$

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 :

$$\ln(x) = u \times \sigma_{\ln(x)} + \overline{\ln(x)} \dots\dots\dots (II.18)$$

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

$$\sigma_{\ln(x)} = 0.328408 \quad ; \quad \overline{\ln(x)} = 3.46724$$

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

Tableau II-8 : Résultats de l'ajustement à la loi de Galton en utilisant logiciel Hyfran

T	Q	X _T	Écart-type	Intervalle de confiance (95%)
10000	0.9999	109	14.5	80.3 - 137
2000	0.9995	94.4	11.3	72.2 - 117
1000	0.999	88.4	10.1	68.7 - 108
200	0.995	74.7	7.34	60.3 - 89.1
100	0.99	68.8	6.26	56.5 - 81.1
50	0.98	62.9	5.24	52.6 - 73.2
20	0.95	55	3.98	47.2 - 62.8
10	0.9	48.8	3.11	42.7 - 54.9
5	0.8	42.2	2.31	37.7 - 46.8
3	0.6667	36.9	1.81	33.4 - 40.5
2	0.5	32	1.5	29.1 - 35.0

Tels que : $T = 1/(1-q)$

Avec :

q : probabilité au non-dépassement

T : période de retour.

X_t : précipitations maximales journalières (mm).

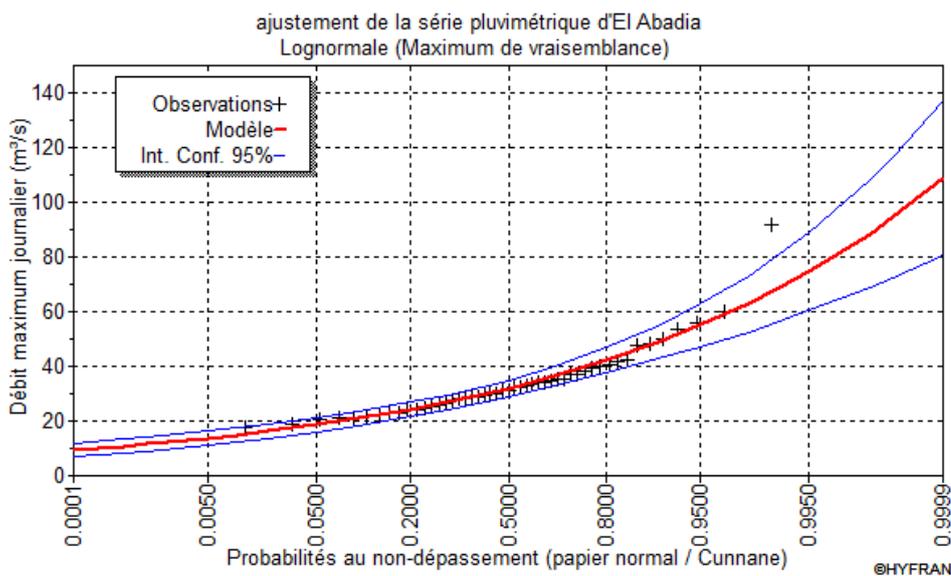


Figure II.3 : Ajustement graphique à la loi Log-normale

II.13. Comparaison entre les lois d'ajustement

Dans le cadre de notre étude, nous avons procédé à l'ajustement de la série des précipitations maximales journalières à la loi de Gumbel, la loi de Galton et à la loi de GEV en utilisant le logiciel Hyfran. Nous avons comparé les graphiques des droites de régression obtenues par ces deux ajustements. Les caractéristiques des échantillons, les tests d'adéquation des deux lois ainsi que l'homogénéité ont été calculés directement à partir du logiciel. À ce stade, la question qui se pose est de déterminer si l'une de ces lois convient mieux que l'autre. 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 sur le test du Khi2.

Observation des graphiques :

Ce test examine visuellement les graphiques de régression pour voir comment les points sont alignés. Il vérifie si la ligne de régression suit bien les points et s'il n'y a pas de courbes ou de tendances étranges. Ce test aide à vérifier la qualité des données et des modèles statistiques. A l'aide de logiciel Hyfran on a fait une comparaison entre les deux lois

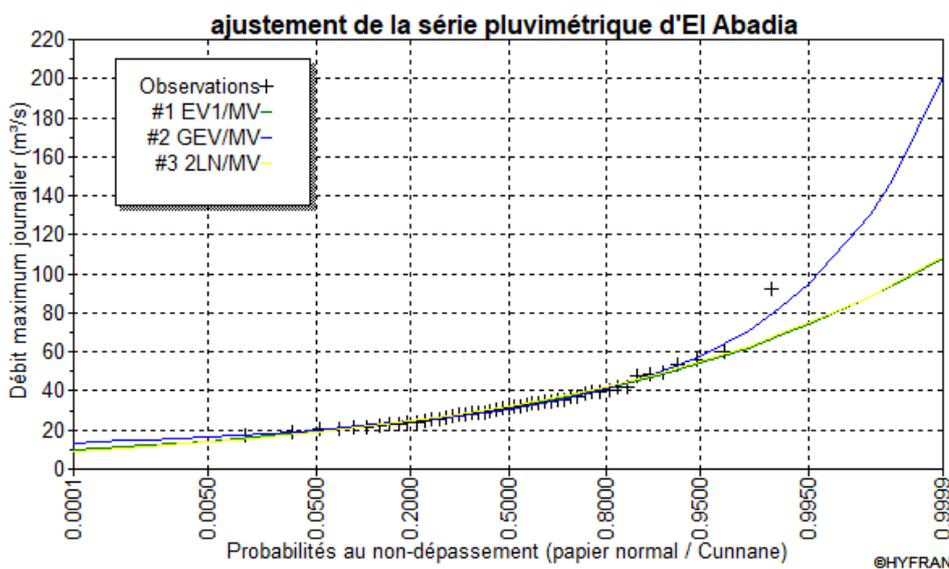


Figure II.4. Comparaison des trois lois d'ajustement

Interprétation :

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

II.14. 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 γ (à l'aide du logiciel HYFRAN).
- On détermine le χ^2 théorique sur la table de Khi2 (voir l'annexe I)
- La loi adéquate pour une erreur

Les précipitations décennales :

- $P_{\max,j}$ (Gumbel) = 47.9 mm.
- $P_{\max,j}$ (GEV) = 49.2 mm.
- $P_{\max,j}$ (Galton) = 48.8 mm.

La précipitation maximale journalière (T=10ans) de la loi de GEV est supérieure à celle de Gumbel et Galton, ce qui signifie que l'adaptation à la loi de GEV nous assure d'avantage l'ajustement.

Les résultats de test de Khi-deux sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau II.9 : les résultats de test de khi-2

Loi d'ajustement	Nombre de classe	P	Degré de liberté	χ^2 Calculé	χ^2 théorique	Comparaison	Remarque
Loi de Gumbel	9	0.7642	6	3.35	12.592	3.35 < 12.592	vérifié
Loi de Galton	9	0.8557	6	2.61	12,592	2.61 < 12,592	Vérifié
Loi de GEV	9	0.4867	5	4.45	11,070	4.45 < 11,070	Vérifié

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 **GEV**

II.15. Calcul des pluies et des intensités de courte durée

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

Pluies de courte durée :

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

$$P_{t,p\%} = P_{\max,j,p\%} \times \left(\frac{t}{24}\right)^b \dots\dots\dots \text{(II.19)}$$

Avec :

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

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

t : durée de l'averse (h).

b : exposant climatique ; selon ANRH, $b=0.31$

Pour calculer l'intensité moyenne des précipitations de courte durée à une fréquence de dépassement donnée, la formule de Montanari est utilisée.

La formule de Montanari est la suivante :

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

$$i_{t,p\%} = \frac{P_{t,p\%}}{t} \dots\dots\dots \text{(II.20)}$$

Avec :

$i_{t,p\%}$: l'intensité moyenne de courte durée correspondante à une fréquence de dépassement donnée (p%) (mm/h).

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

t : durée de l'averse (h).

Dans les projets d'assainissement, pour l'estimation des débits pluviaux on s'intéresse à l'intensité moyenne maximale correspondante à une courte durée $t= 15$ min ou 0,25 heure, et une période de retour $T = 10$ ans. Cette approche est adoptée pour des raisons technico-économiques et de sécurité.

En effet, une courte durée de 15 minutes permet de prendre en compte les précipitations intenses qui peuvent survenir rapidement et causer des dégâts importants.

$$I_{15\text{min},10\%} = \frac{11.953}{0.25} = 47.812 \text{ mm/h} = \frac{47.812 \times 10000}{3600} = 132.811 \text{ l/s/ha.}$$

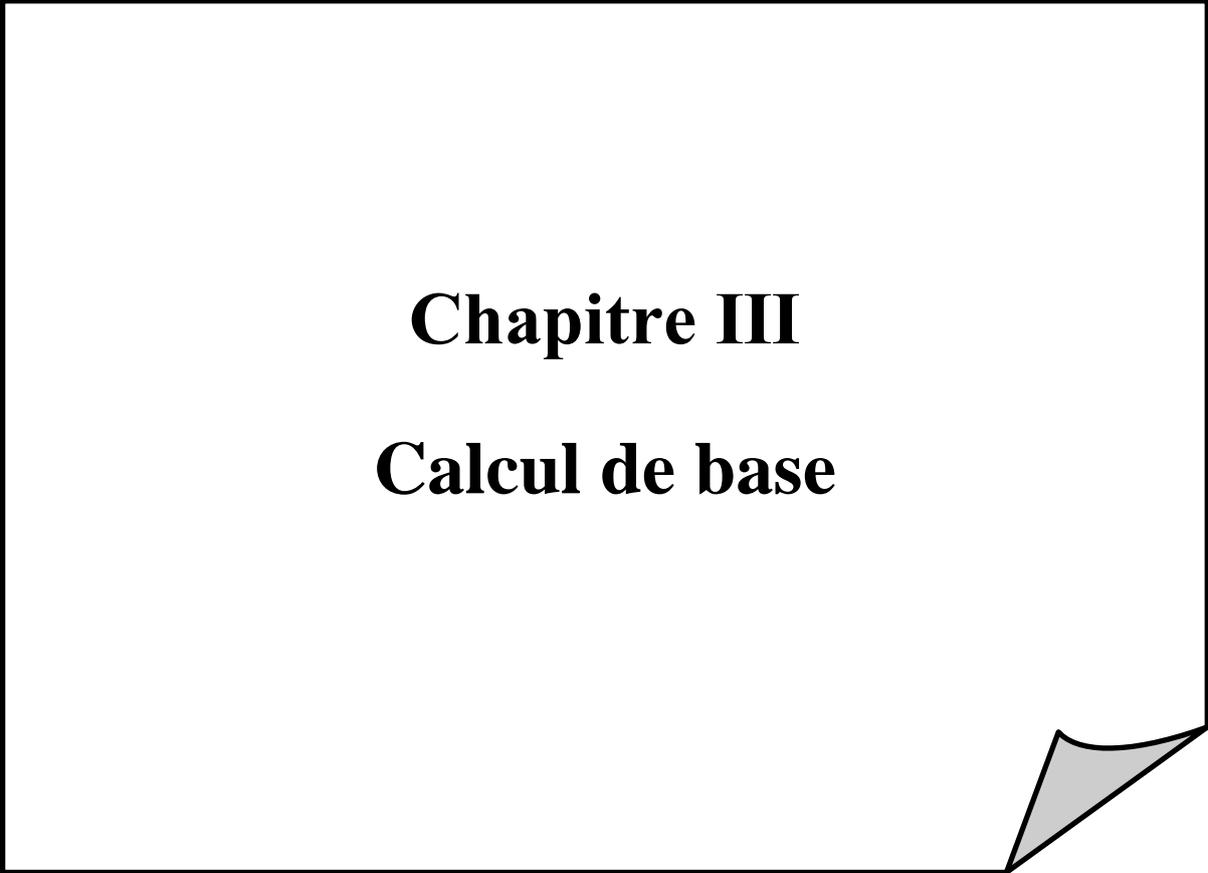
Le tableau suivant regroupe les résultats de calcul de la pluie et l'intensité de courte durée :

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

T	5		10		20		50		100	
Xt	41.2		49.2		58		70.9		82.1	
t(h)	Pt (mm)	it(mm/h)								
0.1	7.534	75.341	8.997	89.970	10.606	106.063	12.965	129.652	15.013	0.199
0.2	9.340	46.700	11.154	55.768	13.149	65.743	16.073	80.366	18.612	0.399
0.25	10.009	40.036	11.953	47.810	14.090	56.362	17.224	68.897	19.945	0.498
0.5	12.408	24.817	14.818	29.635	17.468	34.936	21.353	42.706	24.726	0.996
0.75	14.070	18.760	16.802	22.403	19.808	26.410	24.213	32.284	28.038	1.495
1	15.383	15.383	18.370	18.370	21.655	21.655	26.472	26.472	30.653	1.993
2	19.070	9.535	22.773	11.386	26.846	13.423	32.817	16.409	38.001	3.985
3	21.624	7.208	25.823	8.608	30.442	10.147	37.212	12.404	43.091	5.978
4	23.641	5.910	28.232	7.058	33.281	8.320	40.684	10.171	47.110	7.971

II.16. Conclusion

L'étude hydrologique nous a permis de déterminer l'intensité moyenne maximale d'après les précipitations maximales journalières. Avec l'utilisation de la loi de GEV on est arrivé à déterminer la valeur de l'intensité qui est égale 132.811 l/s/ha pour l'estimation des débits pluviaux.



Chapitre III
Calcul de base

III.1. Introduction

L'assainissement urbain est une méthode qui implique l'évacuation par voie hydraulique, au prix le plus bas, le plus rapidement possible et sans stagnation, des eaux usées provenant d'une agglomération ou d'un centre d'activité, afin d'éviter toute pollution de l'environnement.

Dans cette situation, il est essentiel de dimensionner un réseau d'assainissement, ce qui entraîne des contraintes liées à certaines étapes préliminaires, dont le calcul de base.

Dans cette étape, on évalue le nombre d'habitants pour un horizon de calcul spécifique, on sélectionne le système d'assainissement et on élabore le plan de collecte et d'évacuation des eaux.

III.2. Situation démographique

Selon l'APC de Tacheta Zougagha, la population a été estimée à 7325 habitants à partir du dernier recensement (recensement de 2023), avec un taux d'accroissement de 1,33 %.

La loi d'accroissement géométrique fournie par la formule des intérêts composés (III.1) est utilisée pour calculer l'évolution démographique.

$$P = P_0(1 + t)^n \dots\dots\dots(III.1)$$

Avec :

P : Population future.

P₀ : Population de référence

t : taux d'accroissement pris égal à 1,33 %

n : nombre d'années envisagées pour l'étude (n=30 ans).

Notre étude s'étend sur une période de 30 ans, l'évaluation de la population est estimée de la manière suivante :

Tableau III.1 : estimation du nombre d'habitants.

Horizon	2023	2033	2043	2053
Population (hab)	7325	8360	9540	10888

(Source : APC)

III.2. Découpage de l'aire d'étude en surfaces élémentaires

Le bassin versant est généralement un secteur limité par les lignes de crête ou par les lignes de partage des eaux. Il est nécessaire de découper le site en sous-bassins élémentaires en fonction de :

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

III.3 Systèmes d'évacuation

Deux préoccupations essentielles doivent être prises en considération lors du développement d'un réseau d'assainissement pour une agglomération. En premier lieu, il est primordial d'assurer une bonne évacuation des eaux pluviales pour éviter les inondations des zones urbanisées et éviter les accumulations d'eau après les précipitations. De plus, il est nécessaire de concevoir le réseau de manière à faciliter l'évacuation des eaux usées domestiques et des effluents industriels résiduels. [7]

III.3.1 Systèmes fondamentaux

Les réseaux correspondants sont à écoulement libre mais peuvent comporter certaines sections en charge. On distingue :

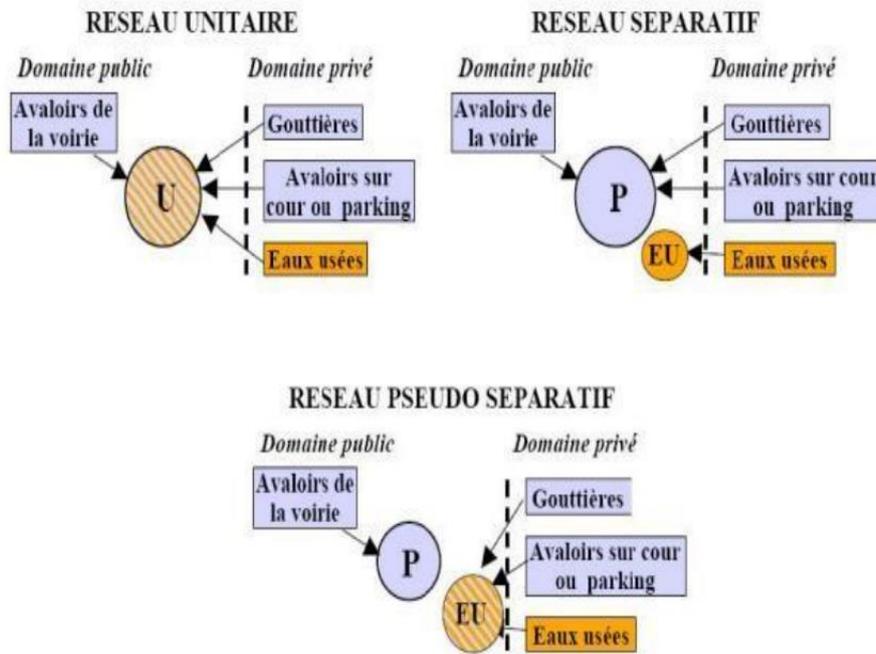


Figure III.1 : systèmes d'évacuation susceptibles d'être mis en service

(Polycopier Salah Boualam 2014)

III.3.1.1 Réseau unitaire

La collecte des eaux usées et des eaux pluviales dans une même canalisation est appelée système unitaire. On retrouve fréquemment ce genre de système dans les zones urbaines où les réseaux d'assainissement ont été édifiés avant que les règles environnementales ne deviennent plus rigoureuses. On transporte les eaux usées et les eaux pluviales ensemble vers une station d'épuration où elles sont traitées avant d'être rejetées dans l'environnement. [5]

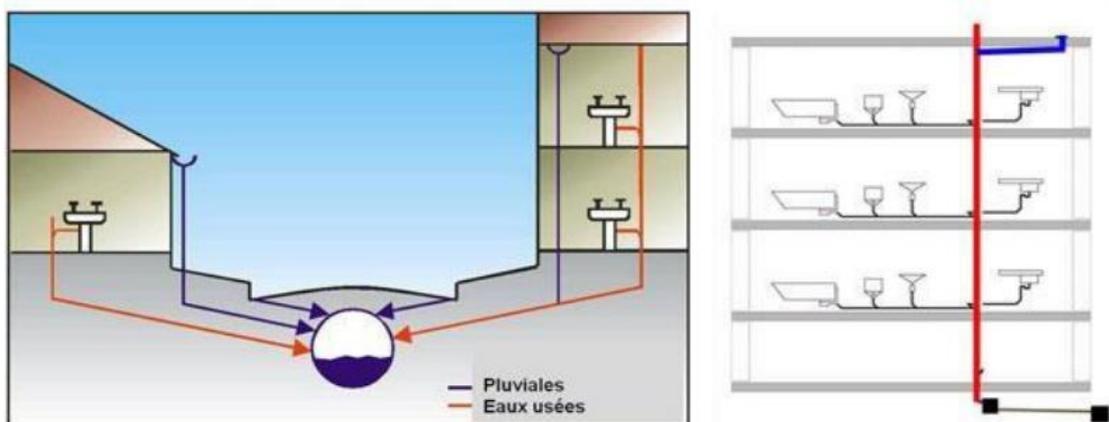


Figure III.2 : schémas du réseau unitaire

(www.soudureplastique.ma)

a. Domaines d'utilisation privilégiés

- Les quartiers urbains où les réseaux d'assainissement ont été construits avant l'adoption de nouvelles réglementations environnementales.
- La construction d'un réseau séparatif est impossible dans les zones urbaines où les contraintes géographiques ou financières sont importantes.

b. Avantages

- Le coût de construction initial est réduit, car il n'est nécessaire d'avoir qu'une seule canalisation pour collecter les eaux usées et pluviales.
- Il est possible d'optimiser l'utilisation des canalisations existantes.
- Il est possible de diminuer les risques de pollution des eaux de surface en combinant les flux d'eau.

c. Inconvénients

- Les eaux usées non traitées présentent des risques de pollution accrus, car elles peuvent se déverser dans le milieu naturel en cas de fortes pluies.
- Les capacités des stations d'épuration sont souvent restreintes, ce qui peut entraîner des débordements d'eaux usées non traitées.
- La qualité de l'eau traitée peut être altérée par les fortes pluies, ce qui peut rendre le traitement plus coûteux.

d. Contraintes d'exploitation

Pour éviter les obstructions et les débordements, il est essentiel de réaliser une maintenance plus régulière des réseaux unitaires.

Les fortes précipitations peuvent causer des inondations et des débordements d'eaux usées non traitées, ce qui peut poser des problèmes de santé publique.

Le traitement des eaux usées peut être plus coûteux en raison de la nécessité de traiter les eaux pluviales et les eaux usées ensemble. [7]

III.3.1.2 Réseau séparatif

Le réseau séparatif consiste à recueillir les eaux usées et les eaux pluviales dans des conduites séparées. Ce genre de réseau est élaboré afin de distinguer les eaux usées, qui nécessitent un traitement avant d'être rejetées dans l'environnement, des eaux pluviales, qui

peuvent être rejetées directement dans un cours d'eau ou la mer. On déplace les eaux usées vers une station d'épuration, tandis que les eaux pluviales sont directement acheminées vers le milieu naturel. [5]

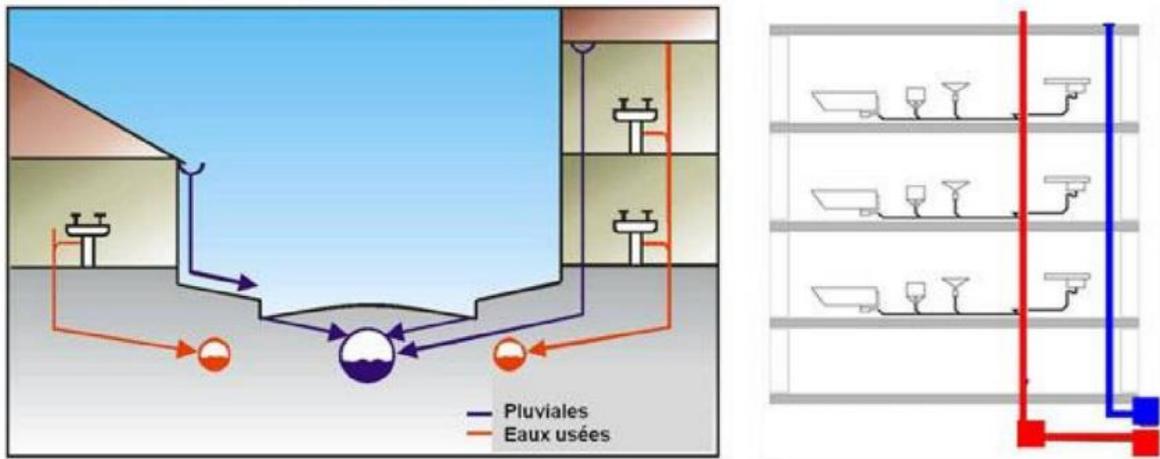


Figure III.3 : schémas du réseau séparatif

(www.soudureplastique.ma)

a. Domaines d'utilisation privilégiés

- Les villes où les règles environnementales sont plus rigoureuses.
- Les villes où les terrains sont plats et les précipitations sont importantes, ce qui rend le drainage des eaux pluviales plus compliqué.
- Les villes où les réseaux d'assainissement ont été construits après l'adoption de réglementations environnementales plus rigoureuses.

b. Avantages

- Les collectes séparées des eaux usées et des eaux pluviales permettent un traitement plus efficace des eaux usées et une réduction des risques de pollution des eaux de surface.
- Les réseaux séparatifs peuvent être adaptés aux exigences de qualité de l'eau plus élevées.
- Les stations d'épuration peuvent traiter les eaux usées sans être surchargées par les eaux pluviales.

c. Inconvénients

- Les dépenses de construction sont plus élevées en raison de la nécessité de deux réseaux de canalisations.

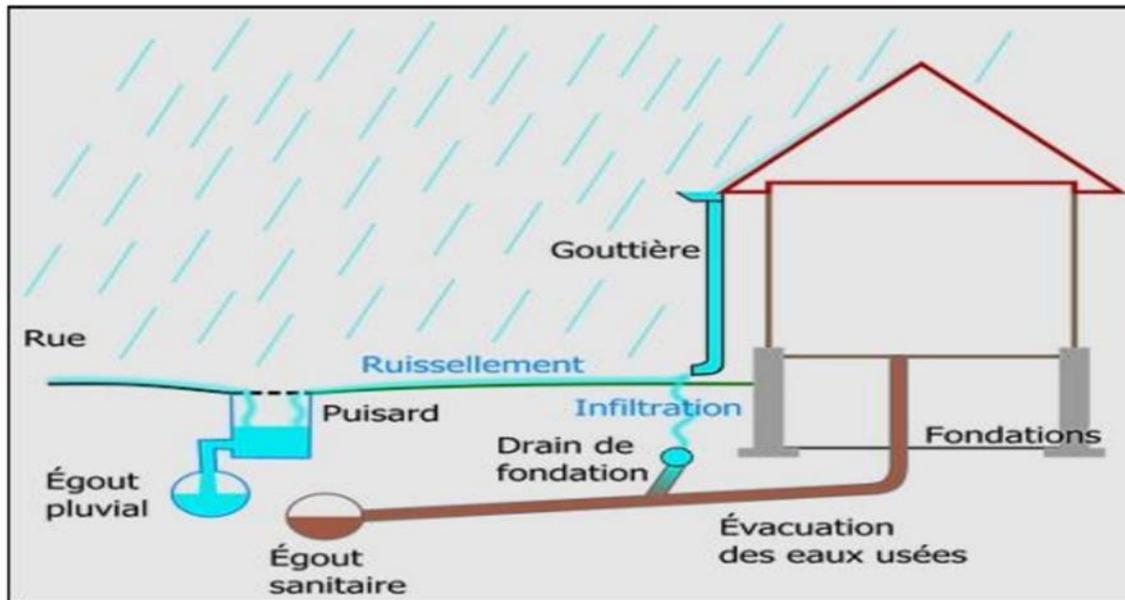
- Il est nécessaire de modifier les installations existantes afin de séparer les eaux usées et les eaux pluviales.
- Les capacités des réseaux d'assainissement peuvent être surchargées par les eaux pluviales de fortes précipitations.

d. Contraintes d'exploitation

- Il est essentiel d'effectuer une maintenance régulière des réseaux séparatifs afin d'éviter les obstructions et les débordements.
- Les stations d'épuration doivent être spécialement conçues pour traiter les eaux usées, ce qui demande des investissements plus importants.
- De plus, les réseaux séparatifs peuvent être plus exposés aux fuites d'eaux usées en raison de leur nombre accru de points d'accès. [7]

III.3.1.3 Réseau pseudo-séparatif

Le réseau pseudo-séparatif est un ensemble de réseaux unitaires et séparatifs. Dans ce genre de réseau, les eaux usées et les eaux pluviales sont recueillies dans des conduites séparées, mais elles sont regroupées à certains endroits du réseau. L'utilisation de ce genre de réseau est fréquente lorsque les contraintes géographiques ou financières ne permettent pas de réaliser un réseau totalement séparatif. Les eaux usées sont conduites à une station d'épuration, tandis que les eaux pluviales sont acheminées directement vers l'environnement naturel, après avoir été traitées pour éliminer les polluants tels que l'huile et les métaux lourds. [5]



(Figure III.4 : schémas du réseau pseudo séparatif

(www.soudureplastique.ma)

a. Domaines d'utilisation privilégiés

- Les villes qui ont été construites avant l'adoption de règles environnementales plus rigoureuses.
- Les villes où les terrains sont en pente douce et où la collecte des eaux pluviales est plus compliquée.

b. Avantages

- La collecte des eaux pluviales et des eaux usées dans un seul tuyau permet de réduire les coûts de construction par rapport aux réseaux séparatifs.
- Les eaux pluviales sont traitées par les stations d'épuration, ce qui permet une utilisation plus efficace des installations existantes.
- Les réseaux pseudo-séparatifs sont plus souples que les réseaux séparatifs, car ils permettent de répondre aux exigences environnementales tout en réduisant les coûts.

c. Inconvénients

- En termes de traitement des eaux pluviales, les réseaux pseudo-séparatifs sont moins efficaces que les réseaux séparatifs. Ils nécessitent une maintenance régulière afin d'éviter les obstructions et les débordements.

- De plus, ils peuvent être plus exposés aux fuites d'eaux usées en raison de leur nombre accru de points d'accès.

d. Contraintes de fonctionnement

Les stations d'épuration doivent être spécialement conçues pour le traitement des eaux pluviales et des eaux usées, ce qui demande des investissements plus importants. Les réseaux pseudo-séparatifs peuvent être surchargés par les eaux pluviales lors des périodes de fortes précipitations. Les coûts de construction peuvent être plus élevés que pour les réseaux unitaires, en raison des exigences environnementales plus rigoureuses. [7]

III.4. Choix du système d'évacuation

Les éléments clés qui influencent le choix du système d'assainissement sont :

- Dans le cas d'une extension du réseau, il est essentiel de considérer le système existant.
- La structure du terrain naturel est essentielle.
- Il est également crucial de prendre en compte l'aspect économique, ce qui demande une analyse comparative de diverses options.
- Les conditions de rejet doivent être prises en considération.

Remarque :

Dans notre projet on opte pour un système unitaire à cause de la faible intensité de pluie et l'espace limité des voiries.

III.5. Schémas d'évacuation

Un réseau d'assainissement est constitué d'un réseau ramifié et les différentes structures peuvent être classées selon plusieurs schémas types. Dans cette section, nous exposons les différents schémas observés dans la réalité, qui dépendent non seulement de la pente du relief, mais aussi de la structure de l'agglomération et de l'emplacement de l'exutoire. [6]

III.5.1. Schéma perpendiculaire

Il s'agit fréquemment de villes ou de communes rurales qui ne se soucient que de l'évacuation par les voies les plus économiques et les plus rapides, sans s'inquiéter d'un assainissement efficace des eaux rejetées.

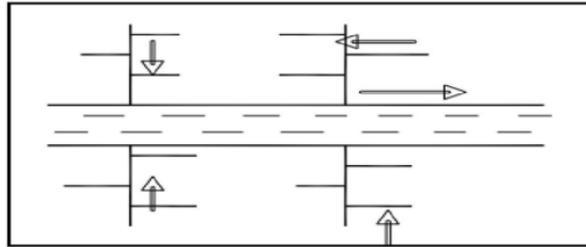


Figure III.5 : Schéma perpendiculaire

(Polycopier Salah Boualam 2014)

III.5.2. Schéma par déplacement latéral

Ce type de schéma est utilisé lorsque le traitement des eaux usées est obligatoire, ou lorsque toutes les eaux sont dirigées vers un seul point dans la mesure du possible.

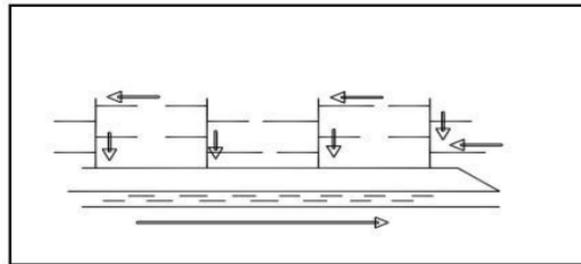


Figure III.6 : Schéma par déplacement latéral

(Polycopier Salah Boualam 2014)

III.5.3. Schéma à collecteur transversal ou oblique

Ce schéma est tracé afin d'accroître la pente du collecteur lorsque celle de la rivière n'est pas adéquate, afin de bénéficier de la pente du terrain vers la rivière.

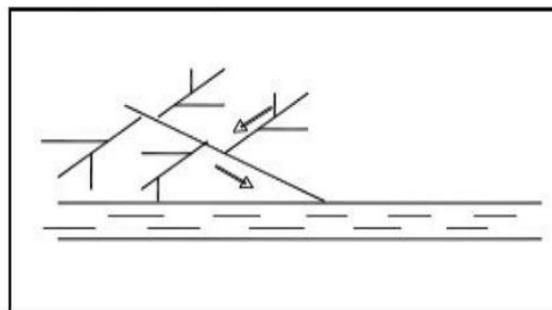


Figure III.7 : Schéma à collecteur transversal ou oblique

(Polycopier Salah Boualam 2014)

III.5.4. Schéma à collecteur étagé

Quand notre ville est vaste et que notre pente est assez faible, il faut réaliser l'assainissement à plusieurs niveaux.

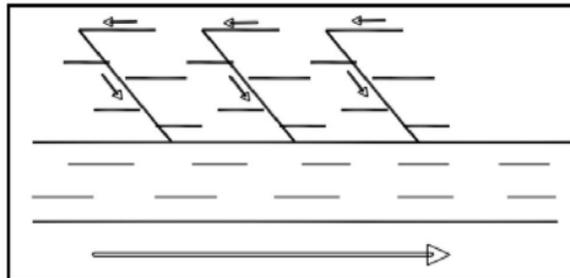


Figure III.8 : Schéma à collecteur étagé

(Polycopier Salah Boualam 2014)

III.5.5. Schéma de type radial

En cas de terrain plat dans notre agglomération, il est nécessaire de donner une pente aux collecteurs en ajustant la profondeur de la tranchée vers un bassin de collecte. Ensuite, il est nécessaire de réaliser un relevage au niveau ou à partir du bassin vers la station d'épuration.

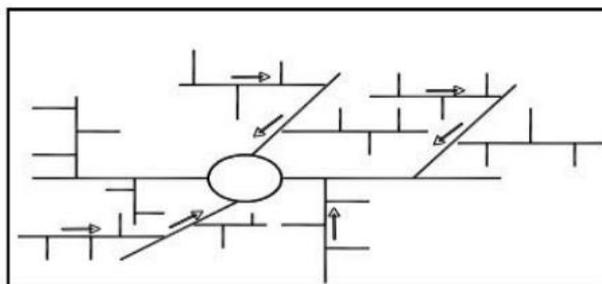


Figure III.9 : Schéma de type radial

(Polycopier Salah Boualam 2014)

III.6. Choix du schéma du réseau d'évacuation

Il s'agit fréquemment de villes ou de communes rurales qui ne se soucient que de l'évacuation par les voies les plus économiques et les plus rapides, sans s'inquiéter d'un assainissement efficace des eaux rejetées.

Remarque :

Dans notre projet la topographie de la zone et la pente nous oblige à opter pour un schéma oblique.

III.7. Choix du coefficient de ruissellement

Le coefficient de ruissellement « Cr » sera pris égal au taux d'imperméabilisation. Si « A » est la surface totale du bassin versant, « A' » la superficie de surface revêtue

$$C = A'/A \dots\dots\dots (III.2)$$

Ce coefficient a la possibilité de faire varier le débit d'eau pluviale du simple au double, c'est pour cela que lors du découpage des sous bassins il faut que ces derniers soient aussi homogènes que possible, pour minimiser les erreurs commises sur l'évaluation du coefficient de ruissellement. [6]

Il dépend de plusieurs facteurs :

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

III.7.1 Coefficient de ruissellement pondéré dans le temps

Si la surface du bassin est composée de plusieurs aires élémentaires « Ai », auxquelles on affecte le coefficient de ruissellement « Cri », on calcule le coefficient de ruissellement pondéré par :

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

III.7.2 Coefficient de ruissellement en fonction de la catégorie d'urbanisation

L'augmentation de la population entraîne une augmentation du coefficient de ruissellement, car la surface couverte augmente par rapport à celle perméable. Cela entraîne un ruissellement considérable. [5]

Tableau N° III.2: Coefficients de ruissellement en fonction de la catégorie d'urbanisation

Categories d'urbanisation	C _r
Habitations très denses	0.90
Habitations denses	0.60 – 0.70
Habitations moins denses	0.40 – 0.50
Quartiers résidentiels	0.20 – 0.30
Square – garde – prairie	0.05 – 0.20

(BOURRIER.R 2008)

III.7.3. Coefficient de ruissellement relatif à diverses surfaces

Tableau III.3 : Coefficient de ruissellement en fonction de surface drainée

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

(Polycopier Salah Boualem 2014)

III.7.4 Coefficient de ruissellement en fonction de densité de la population

Le coefficient de ruissellement augmente à mesure que la population augmente, car la surface couverte augmente par rapport à celle perméable. Ce qui entraîne un ruissellement considérable.

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

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

(Polycopier Salah Boualem 2014)

III.7.5. Coefficient de ruissellement en fonction de la zone d'influence

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

Zones d'influence	Cr
Surface imperméable	0.90
Pavage à larges joints	0.60
Voirie non goudronnée	0.35
Allées en gravier	0.20
Surfaces boisées	0.05

(BOURRIER.R 2008)

Remarque :

Pour le cas de notre projet, le coefficient de ruissellement est estimé en fonction des surfaces drainées en tenant compte de la densité des habitations.

Tableau III.7 : Coefficient de ruissellement pour chaque sous bassins.

N° SB	surface (ha)	C_r
1	3.73	0.72
2	4.07	0.68
3	2.84	0.69
4	3.82	0.72
5	6.09	0.70
6	2.28	0.68
7	1.52	0.78
8	2.87	0.55
9	1.88	0.66
10	1.35	0.47
11	3.49	0.65
12	2.6	0.78
13	3.35	0.60
14	2.41	0.56
15	2.64	0.58
16	5.21	0.56
17	5.88	0.60
18	2.89	0.59
19	5.23	0.59
20	4.7	0.55
21	4.55	0.56
22	2.45	0.58
23	6.59	0.60
24	6.68	0.56
25	5.19	0.57
26	2.91	0.58
27	7.82	0.54

III.8. Calcul du nombre d'habitants pour chaque sous bassin

Si le nombre précis d'habitants de chaque sous-bassin n'est pas connu, on suit les étapes suivantes pour pouvoir évaluer ce dernier.

- Le coefficient de ruissellement est calculé pour chaque sous-bassin.
- Le coefficient de ruissellement pondéré total est calculé.
- La densité partielle de chaque sous-bassin est calculée.
- Le nombre d'habitants dans chaque sous-bassins est calculé.

III.8.1. Coefficient de ruissellement pondéré

$$C_{rp} = \frac{\sum A_i * C_{ri}}{A} = \frac{64.26}{105.14} = 0,61.$$

$$C_{rp} = 0,61.$$

III.8.2. Calcul de la densité partielle

$$D_i = \frac{C_{ri} * P_t}{C_{rp} * A} \dots \dots \dots \text{(III.4)}$$

A=105.14ha

Pt : nombre total d'habitants (hab) à l'horizon **2053 = 10888 hab.**

Ensuite, on calcule le nombre d'habitants correspondant à chaque sous-bassin en utilisant la relation suivante :

$$P_i = D_i * A_i \dots \dots \dots \text{(III.5)}$$

Remarque :

Les résultats de calcul du nombre d'habitants de chaque sous bassins, sont portés dans le Tableau N° III.8.

Tableau III.8: nombre d'habitants de chaque sous bassin

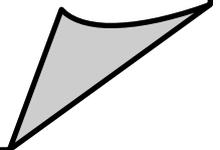
N° SB	surface (ha)	C_r	$C_r * A$	D_i	N_{hab}
1	3.73	0.72	2.67	121.68	454
2	4.07	0.68	2.78	116.12	473
3	2.84	0.69	1.95	116.66	331
4	3.82	0.72	2.76	122.82	469
5	6.09	0.70	4.23	118.16	720
6	2.28	0.68	1.56	116.15	265
7	1.52	0.78	1.18	131.80	200
8	2.87	0.55	1.58	93.82	269
9	1.88	0.66	1.24	111.83	210
10	1.35	0.47	0.63	79.65	108
11	3.49	0.65	2.25	109.67	383
12	2.6	0.78	2.02	132.04	343
13	3.35	0.60	2.02	102.63	344
14	2.41	0.56	1.35	95.42	230
15	2.64	0.58	1.54	98.95	261
16	5.21	0.56	2.94	95.99	500
17	5.88	0.60	3.54	102.16	601
18	2.89	0.59	1.72	101.10	292
19	5.23	0.59	3.11	100.94	528
20	4.7	0.55	2.59	93.49	439
21	4.55	0.56	2.56	95.76	436
22	2.45	0.58	1.42	98.63	242
23	6.59	0.60	3.98	102.67	677
24	6.68	0.56	3.71	94.41	631
25	5.19	0.57	2.94	96.15	499
26	2.91	0.58	1.69	98.67	287
27	7.82	0.54	4.24	92.11	720

III.9. Conclusion

Ce chapitre a examiné divers systèmes d'évacuation et a pris la décision de choisir le système et le schéma d'évacuation à adopter. Nous avons également réparti les habitants par sous-bassin (27 sous-bassins) afin de pouvoir effectuer un calcul hydraulique approprié.

Chapitre IV

Estimation des débits



IV.1. Introduction

La collecte et l'évacuation des eaux de ruissellement et des eaux usées de diverses natures sont essentielles pour le réseau d'assainissement. Il est donc essentiel d'évaluer de manière précise les débits d'eaux usées et pluviales avant de réaliser les dimensions du réseau. Cette évaluation a pour objectif principal de mesurer la quantité des émissions liquides issues des habitations et des lieux d'activités, qui diffèrent selon la nature de chaque zone urbaine. Il est essentiel de garantir leur évacuation rapide et sécurisée afin d'éviter tout risque de contamination pour les êtres humains et de pollution de l'environnement. Ainsi, il est essentiel d'évaluer les quantités à traiter afin d'assurer la santé publique et la préservation de l'environnement.

IV.2. Origine et nature des eaux à évacuer

IV.2.1. Les eaux usées

On distingue, selon la nature des matières polluantes contenues dans l'effluent, quatre (04) origines :

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

IV.2.1.1. Les eaux usées domestiques

Ce sont les eaux de ménage qui proviennent des habitations des agglomérations. Elles se composent principalement de :

Eaux ménagères : Les éviers des lavabos et des baignoires sont utilisés pour évacuer les eaux de cuisine, de vaisselle, de lavage, de bains et de douches.

Eaux vannes : les eaux provenant des sanitaires.

La quantité d'eau à éliminer est influencée par la consommation d'eau potable, qui est elle-même influencée par les facteurs suivants :

- Type d'habitations et leurs degrés de confort.
- Conditions climatiques.

IV.2.1.2. Les eaux usées des services publics

Les eaux usées non domestiques sont issues de structures ou d'installations publiques comme les bâtiments administratifs, éducatifs, touristiques, sanitaires et autres services publics. Ces eaux sont évaluées en fonction de la quantité d'eau potable nécessaire à chaque activité, qui est exprimée en « équivalents habitants ». Grâce à cette idée, il est possible de définir une unité de mesure uniforme pour tous les usagers.

IV.2.1.3. Les eaux usées industrielles

Divers facteurs influencent les eaux issues des activités industrielles., notamment :

- Le type d'industrie (fabrication ou transformation).
- Les procédés de fabrication utilisés.
- Le taux de recyclage réellement mis en œuvre.

L'estimation de la quantité d'eau évacuée par les industries peut se baser sur deux principes distincts : [9]

1. Dans les industries de production, la production de biens est l'objet d'une attention particulière, ce qui implique l'estimation du nombre de produits et de la quantité d'eau requise pour obtenir le produit final.

2. Dans les industries de transformation on s'intéresse au nombre d'employés, ainsi qu'à l'estimation de la quantité d'eau utilisée par chaque travailleur. En plus de la quantité d'eaux usées à éliminer, il est important de prendre en considération d'autres paramètres lors de la collecte et de l'évacuation des eaux usées. À titre d'exemple, la haute température des eaux usées peut causer des dommages aux canalisations. Afin d'éviter cela, il est nécessaire de maintenir la température des eaux usées chaudes à moins de 35°C.

IV.2.2 Les eaux parasites

En règle générale, les eaux claires parasites désignent toutes les eaux provenant du drainage, des infiltrations suivant une précipitation ou de la montée de la nappe phréatique. En général, ces eaux pénètrent dans les collecteurs de la façon suivante : [7]

- Par le biais de joints mal confectionnés, souvent causés par un mauvais raccordement ou une installation inadéquate des canalisations.

- L'hydrotropisme est causé par des fissures dans les collecteurs causées par le tassement du sol autour des conduites ou par les racines des arbres à la recherche d'humidité.

La présence de ces eaux perturbe le bon fonctionnement de la station d'épuration. Cependant, elles sont assez complexes à évaluer et ne peuvent être estimées que sur le terrain ; seule la modélisation peut fournir une approche d'estimation du débit de ces eaux.

En pratique et en absence des valeurs mesurées, on préconise un débit d'eau parasite compris entre 0,05 et 0,15 L/s/ha.

IV.2.3 Les eaux pluviales

Les eaux pluviales sont des eaux de surface principalement issues des précipitations atmosphériques, qui doivent être recueillies et évacuées vers les canalisations d'évacuation afin d'éviter les risques d'inondation. Les eaux d'arrosage, de lavage des marchés, des rues, des espaces publics, des jardins et des cours d'immeubles sont des eaux pluviales et sont recueillies par des ouvrages spécialement conçus pour cela, à l'exception des systèmes unitaires. En raison du lessivage des surfaces, les eaux pluviales renferment une plus grande quantité de matières organiques au début d'une pluie, notamment dans les agglomérations industrielles. Par ailleurs, ces eaux entraînent l'accumulation de sable dans les canalisations en cas de ralentissement de l'écoulement. [7]

IV.3. Estimation des débits des eaux usées

L'estimation quotidienne des eaux usées à évacuer dépend de la consommation d'eau potable. Les rejets varient en fonction de la nature de l'agglomération et des différentes formes d'urbanisation, qu'il s'agisse d'établissements publics ou privés, d'industries ou d'usines, etc. La quantité d'eau rejetée par une agglomération fortement urbanisée est généralement plus importante. [5]

IV.3.1. Débits des eaux usées domestiques

Il convient de souligner que l'eau utilisée par l'utilisateur ne se rejette pas complètement dans le réseau. En réalité, il est admis que l'eau évacuée ne représente que 70 à 80 % de l'eau consommée.

IV.3.1.1. Débit moyen journalier

Les eaux usées à évacuer sont estimées en fonction de la quantité d'eau potable consommée. On peut calculer le débit moyen journalier des rejets en se basant sur la formule suivante :

$$Q_{moy,j}^{dom} = \frac{K_r \times D \times N_{hab}}{86400} \dots\dots\dots(VI.1)$$

Avec :

$Q_{moy,j}^{dom}$: Débit moyen journalier des eaux usées domestiques en (L/s)

N_{hab} : Nombre d'habitants à l'horizon d'étude 2053 (5817 habitants). –

K_r : Coefficient de rejet est estimé à 80% de la quantité d'eau potable consommée. –

D : dotation journalière estimée à 200 L/hab/j.

Le terme est pour la conversion de (L/j) en (L/s).

IV.3.1.2. Débit de pointe d'eaux usées

De la même manière que la consommation, les émissions d'eaux usées fluctuent également pendant la journée. Il s'agit donc de déterminer le débit de pointe des eaux usées, qui peut être calculé selon la formule suivante :

$$Q_p^{dom} = K_p \times Q_{moy,j}^{dom} \dots\dots\dots(VI.2)$$

Avec :

Q_p^{dom} : Débit de pointe des eaux usées domestiques (L/s).

$Q_{moy,j}^{dom}$: Débit moyen journalier rejeté (L/s).

K_p : Coefficient de pointe ; calculé à partir du débit moyen de rejet :

$$K_p = 1,5 + \frac{2,5}{\sqrt{Q_{moy,j}^{dom}}} \dots\dots\dots(VI.3)$$

Si : $Q_{moy,j}^{dom} \geq 2,8 \text{ L/s}$

$K_p = 3$ si : $Q_{moy,j}^{dom} \leq 2,8 \text{ L/s}$

IV.4. Evaluation des débits des équipements

Nous avons déjà mentionné les divers équipements déjà en place et prévus dans la commune. Les débits de ces équipements seront maintenant calculés afin d'évaluer le débit des eaux usées dans chaque surface élémentaire.

Les résultats obtenus sont décrits comme suit dans le tableau VI.1 :

Tableau IV.1 : Calcul des débits des équipements .

N° du S.B	Type d'équipement	Unité de mesure	Usagers	Dotation (l/j/unité)	Q _{moy} (m ³ /j)	K _p	Q _p (m ³ /j)	Q _{usée} (m ³ /j)	Q _{usée tot} (m ³ /j)	Q _{usée tot} (L /s)
3	polyclinique	Lit	40	50	2	3	6	4.8	5.28	0.061
	locaux commerciaux	employé	10	20	0.2	3	0.6	0.48		
4	école primaire	élève	780	30	23.4	3	70.2	56.16	176.64	2.044
	CEM	élève	960	30	28.8	3	86.4	69.12		
	lycée	élève	1020	20	20.4	3	61.2	48.96		
	APC	employé	40	20	0.8	3	2.4	1.92		
	annexe APC	employé	10	20	0.2	3	0.6	0.48		
5	bibliothèque	visiteurs	300	10	3	3	9	7.2	76.68	0.888
	salle multi service	employé	10	15	0.15	3	0.45	0.36		
	CEM	élève	960	30	28.8	3	86.4	69.12		
8	gendarmerie	lit	50	30	1.5	3	4.5	3.6	3.6	0.042
9	poste	employé	10	20	0.2	3	0.6	0.48	21.24	0.246
	télécom	employé	20	20	0.4	3	1.2	0.96		
	mosquée	Fidèle	500	15	7.5	3	22.5	18		
	centre de santé	lit	15	50	0.75	3	2.25	1.8		
10	école primaire	élève	780	30	23.4	3	70.2	56.16	56.16	0.65
12	CFPA	élève	417	20	8.34	3	25.02	20.02	20.02	0.232
17	mosquée	Fidèle	500	15	7.5	3	22.5	18	18	0.208
18	lycée	élève	1020	20	20.4	3	61.2	48.96	48.96	0.567
23	école primaire	élève	780	30	23.4	3	70.2	56.16	56.16	0.65

Remarque : Les dotations des écoles primaires sont estimé à 30 l/j/élève, car ces établissement comprennent une cantine.

IV.5. Evaluation des débits des eaux pluviales

Les eaux pluviales sont issues des pluies atmosphériques et incluent les eaux d'arrosage, de lavage des voies publiques et privées, des jardins, des cours d'immeubles et les eaux de vidange de bassins de natation, les eaux de surface sont principalement formées par les ruissellements.

Par la suite, on attribue un coefficient de ruissellement pondéré à chaque surface élémentaire en fonction de la nature du sol drainé. Différentes méthodes sont utilisées pour mesurer les eaux de ruissellement, telles que la méthode rationnelle et la méthode superficielle. [9]

IV.5.1. Méthode rationnelle

Le principe de la méthode rationnelle repose entièrement sur la division de la surface urbaine en secteurs définis par des lignes isochrones lorsqu'elle est étendue. L'objectif de cette étude est d'évaluer les débits pluviaux obtenus d'une averse d'intensité moyenne "i" constante pendant la période de précipitation, sur des zones d'influence de surface "A" avec un coefficient de ruissellement "Cr". Cependant, la non-uniformité de l'intensité de la pluie n'est pas prise en compte car l'aire des surfaces élémentaires est inférieure à dix hectares, ce qui signifie qu'il n'est pas nécessaire d'appliquer un coefficient de répartition de la pluie pour une estimation précise (on prend $\alpha = 1$) . [6]

On peut formuler la méthode rationnelle de la façon suivante :

$$Q = C_r \times i \times A \dots \dots \dots (VI.4)$$

Avec :

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

A : surface d'apport (ha).

Cr : coefficient de ruissellement.

i : Intensité moyenne maximale est déterminée dans le chapitre II (Etude hydrologique)

prise égale à $i = 132.811$ (l / s / ha).

IV.5.1.1. Hypothèses de la méthode

Au point de sortie, le débit de pointe Q_{pl} est mesuré uniquement lorsque la durée de l'averse dépasse le temps requis pour que l'eau s'écoule du bassin versant vers cet endroit.

L'intensité moyenne de la pluie qui le produit correspond au débit de pointe, avec la même période de retour. L'intensité moyenne sur une période égale au temps de concentration du bassin versant est directement liée au débit de pointe. [5]

IV.5.1.2. Validité de la méthode rationnelle

Cette approche convient spécifiquement aux surfaces de taille relativement limitée. L'estimation du coefficient de ruissellement est plus précise pour les surfaces plus petites, ce qui permet d'obtenir des résultats plus précis. Elle est principalement adaptée aux petites surfaces où l'écoulement de l'eau ne dépasse pas 30 minutes. [7]

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.

$$T_c = t_1 + t_2 + t_3 \dots \dots \dots (VI.5)$$

Tel que :

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

$$t_1 = \frac{L}{60.V} \dots \dots \dots (VI.6)$$

t₂ : Temps mis par l'eau pour atteindre le premier ouvrage d'engouffrement, ce temps varie de 2 à 20 min ;

t₃ : Temps de ruissellement dans une surface ne comportant pas de canalisations ;

$$t_3 = \frac{L}{11\sqrt{I}} \dots \dots \dots (VI.7)$$

Avec :

I : La pente du terrain (%).

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

Il existe trois scénarios possibles à considérer :

1. Si le bassin ne possède pas de canalisation, le temps de concentration est égal à t3.
2. Si le bassin est équipé d'un parcours en surface suivi d'une canalisation, le temps de concentration est égal à la somme de t1 et t3.

3. Si le bassin est urbanisé et comprend une canalisation, le temps de concentration est égal à la somme de t_1 et t_2 .

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

$$T_c = 3,98 \left(\frac{L}{\sqrt{I}} \right) \dots\dots\dots(\text{VI.8})$$

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. [8]

$$Q(F) = K^{1/u} \cdot I^{v/u} \cdot C^{1/u} \cdot A^{w/u} \dots\dots\dots(\text{VI.9})$$

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

$$i(t.F) = a(F)tb(F) \dots\dots\dots(\text{VI.10})$$

$$K = \frac{0.5b(F)a(F)}{6,6} \dots\dots\dots(\text{VI.11})$$

$$U = 1 + 0.287b(F) \dots\dots\dots(\text{VI.12})$$

$$V = -0.41b(F) \dots\dots\dots(\text{VI.13})$$

$$W = 0.95 + 0.507b(F) \dots\dots\dots(\text{VI.14})$$

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 : [7]

- une superficie totale < 200 ha
- la pente doit être comprise entre ($0.2 < I < 5$) %
- le coefficient de ruissellement ($0.2 < Cr < 1$)
- le coefficient d'allongement ($0.8 < M < 2$)

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 :

Tableau VI.2 : Calcul des débits pluviaux pour chaque surface élémentaire

N° du S.B	A (ha)	Cri	i (l/s*ha)	Qpl (l/s)	Qpl (m ³ /s)
1	3.73	0.72	132.81	354.74	0.3547
2	4.07	0.68	132.81	369.37	0.3694
3	2.84	0.69	132.81	258.95	0.2590
4	3.82	0.72	132.81	366.71	0.3667
5	6.09	0.70	132.81	562.42	0.5624
6	2.28	0.68	132.81	206.99	0.2070
7	1.52	0.78	132.81	156.58	0.1566
8	2.87	0.55	132.81	210.44	0.2104
9	1.88	0.66	132.81	164.32	0.1643
10	1.35	0.47	132.81	84.04	0.0840
11	3.49	0.65	132.81	299.16	0.2992
12	2.6	0.78	132.81	268.31	0.2683
13	3.35	0.60	132.81	268.71	0.2687
14	2.41	0.56	132.81	179.73	0.1797
15	2.64	0.58	132.81	204.16	0.2042
16	5.21	0.56	132.81	390.86	0.3909
17	5.88	0.60	132.81	469.49	0.4695
18	2.89	0.59	132.81	228.37	0.2284
19	5.23	0.59	132.81	412.61	0.4126
20	4.7	0.55	132.81	343.42	0.3434
21	4.55	0.56	132.81	340.53	0.3405
22	2.45	0.58	132.81	188.86	0.1889
23	6.59	0.60	132.81	528.82	0.5288
24	6.68	0.56	132.81	492.93	0.4929
25	5.19	0.57	132.81	390.03	0.3900
26	2.91	0.58	132.81	224.42	0.2244
27	7.82	0.54	132.81	562.99	0.5630

IV.6. Calcul du débit total

Si le réseau sélectionné est unitaire, nous devons encore déterminer le débit total dans chaque surface élémentaire, qui sera la somme des débits pluviaux, parasites et usées. Le débit total dans chaque surface élémentaire est résumé dans le tableau VI.3 ci-dessous :

Tableau IV.3 : Calcul de débits pour chaque surface élémentaire.

N° S.B	Qusé (l/s)	Qequip (l/s)	Qparasite, (l/s)	Qpl (l/s)	Qtotal (l/s)	Qtotal (m3/s)
1	2.522		0.5595	354.738	357.819	0.3578
2	2.626		0.6105	369.371	372.607	0.3726
3	1.841	0.061	0.426	258.955	261.283	0.2613
4	2.607	2.044	0.573	366.708	371.931	0.3719
5	3.998	0.888	0.9135	562.421	568.221	0.5682
6	1.471		0.342	206.986	208.799	0.2088
7	1.113		0.228	156.578	157.919	0.1579
8	1.496	0.042	0.4305	210.439	212.407	0.2124
9	1.168	0.246	0.282	164.320	166.016	0.1660
10	0.597	0.650	0.2025	84.036	85.486	0.0855
11	2.126		0.5235	299.157	301.807	0.3018
12	1.907	0.232	0.39	268.311	270.841	0.2708
13	1.910		0.5025	268.710	271.122	0.2711
14	1.278		0.3615	179.726	181.366	0.1814
15	1.451		0.396	204.164	206.011	0.2060
16	2.778		0.7815	390.863	394.423	0.3944
17	3.337	0.208	0.882	469.487	473.914	0.4739
18	1.623	0.567	0.4335	228.369	230.992	0.2310
19	2.933		0.7845	412.611	416.328	0.4163
20	2.441		0.705	343.416	346.562	0.3466
21	2.421		0.6825	340.527	343.630	0.3436
22	1.342		0.3675	188.857	190.567	0.1906
23	3.759	0.650	0.9885	528.820	534.218	0.5342
24	3.504		1.002	492.928	497.434	0.4974
25	2.772		0.7785	390.033	393.584	0.3936
26	1.595		0.4365	224.417	226.449	0.2264
27	4.002		1.173	562.986	568.161	0.5682

IV.7. Conclusion

Ce chapitre nous a permis de déterminer le débit total à évacuer, englobant 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 sont comprises entre 1.35 hectares et 7.82 hectares, avec des débits allant de $0.1576 \text{ m}^3/\text{s}$ à $0.5667 \text{ m}^3/\text{s}$. Il sera crucial d'avoir ces valeurs pour effectuer un calcul hydraulique précis, afin de dimensionner de manière adéquate toutes les composantes du réseau sélectionné ainsi que ses infrastructures annexes.

Chapitre V

Dimensionnement du réseau d'assainissement

V.1. Introduction

Ce chapitre va porter sur le dimensionnement du réseau d'évacuation de notre zone, visant à assurer une gestion efficace des eaux pluviales et usées. Ce processus complexe nécessite une compréhension approfondie en hydraulique, des caractéristiques géographiques et des besoins spécifiques de la communauté desservie. Le dimensionnement vise à optimiser la capacité du réseau tout en minimisant les risques de débordement et de pollution environnementale. Cette section explore les principes fondamentaux du dimensionnement, les méthodes de calcul et les considérations pratiques pour concevoir un système robuste et durable répondant aux exigences.

V.2. Principe de conception d'un réseau d'assainissement

Il est essentiel de considérer les éléments essentiels suivants lors de la conception d'un réseau d'assainissement :

V.2.1. Les collecteurs

Les réseaux d'assainissement sont conçus pour acheminer efficacement les débits provenant des conduites connectées. Le dimensionnement précis des canalisations inclut leur emplacement, leur profondeur ainsi que leurs dimensions intérieures et extérieures, ainsi que leurs pentes. Ces paramètres sont minutieusement définis pour assurer un transport fluide des eaux usées et pluviales.

V.2.2. Les regards

Les regards de visite et de jonction jouent un rôle crucial dans le réseau d'assainissement. Leur position stratégique, leur profondeur et leurs dimensions doivent être rigoureusement planifiées afin de permettre une inspection régulière, une maintenance efficace et un fonctionnement optimal du système.

V.2.3. L'écoulement gravitaire

Dans la plupart des cas, le fonctionnement du réseau d'assainissement repose sur l'écoulement gravitaire, où les eaux usées s'acheminent naturellement vers les points les plus bas du système. Cependant, dans des situations spécifiques telles que les contre-pentes,

l'utilisation de stations de relevage peut s'avérer nécessaire pour garantir un écoulement adéquat des eaux vers les installations de traitement appropriées.

En prenant en compte ces éléments clés, il est possible de concevoir un réseau d'assainissement efficace et pratique. Avant le calcul hydraulique d'un réseau d'assainissement, nous prenons en compte les hypothèses suivantes : [9]

- L'écoulement est uniforme à surface libre.
- La perte de charge engendrée est une énergie potentielle égale à la différence des côtes du plan d'eau en amont et en aval.
- Les canalisations d'égouts sont dimensionnées pour un débit en pleine section « Qps » supposé comme débit maximum

V.3. Mode de dimensionnement des canalisations

V.3.1. Base de calcul

Le débit de l'écoulement dans les collecteurs est déterminé par la formule de continuité

(écoulement à surface libre) :

$$Q = V \times S_m \dots \dots \dots (V.1)$$

Avec :

Q : le débit capable de l'ouvrage (m³/s).

S_m : Section mouillée (m²).

V : 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 :

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

Avec :

V : vitesse d'écoulement (m/s).

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

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

R_h : Rayon hydraulique (m), donné par :

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

P_m : le périmètre mouillé (m).

V.3.2. Formule de Manning-Strickler

Le coefficient de Chézy est exprimé comme suit :

$$C = K \times R_h^{1/6} \dots \dots \dots (V.4)$$

Avec :

K : 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 :

$$V = K \times R_h^{2/3} \times I^{1/2} \dots \dots \dots (V.5)$$

Et le débit de l'ouvrage :

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

Procédé de calcul :

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

$$D_{cal} = \left(\frac{3,2036 \times Q_t}{K_s \times \sqrt{I}} \right)^{3/8} \dots \dots \dots (V.7)$$

Où :

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

Avec :

Q_{eu} (m^3/s) : Débit d'eaux usées.

Q_{pl} (m^3/s) : Débit d'eau pluvial.

Tableau V.1 : Coefficient de rugosité de Strickler pour divers types de matériaux

Type de matériaux	Coefficient de rugosité « Ks »
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

(Source : BOURRIER.R (2008))

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

On a:

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

Le débit à pleine section :

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

5. Le rapport des débits :

$$R_q = \frac{Q_t}{Q_{ps}} \dots\dots\dots(\mathbf{V.11})$$

6. Le rapport des vitesses :

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

7. Le rapport des hauteurs :

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

V.3.3. Formule de BAZIN

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

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

Où :

γ : un coefficient qui varie suivant les matériaux utilisés et la nature des eaux transportées.

V.3.3.1. Réseau unitaire

Il est important de prendre en considération que des dépôts peuvent se former, ce qui permet d'admettre un écoulement sur des parois semi-rugueuses. Par conséquent, on a utilisé le coefficient relatif à la relation de Bazin. [5]

$\gamma = 0.46$; le coefficient de Chézy a été, approximativement, représenté par l'expression suivante :

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

Donc, on peut représenter la vitesse d'écoulement et le débit de l'ouvrage de la manière suivante :

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

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

V.3.3.2. Les abaques de Bazin

Les abaques qu'on trouve en annexe ont été élaborées à partir de la formule de Chézy-Bazin. Le coefficient "K" de la formule de Manning Strickler a été établi en prenant en considération la nature de l'effluent, le matériau de la canalisation et le type de joint.

Ces abaques ont été spécialement élaborés pour les débits à pleine section avec un rayon hydraulique (R_h) de la moitié du diamètre ($D_n/4$). [6]

Ils sont regroupés comme suit :

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

De plus, deux nomogrammes, le 3-a et le 3-b, montrent les changements de débits et de vitesses en fonction de la hauteur de remplissage. On propose ces nomogrammes afin d'évaluer les caractéristiques de capacité des conduites ou d'évaluer les possibilités d'auto curage. Le 3-a est pour les ouvrages circulaires, le 3-b pour les ouvrages ovoïdes normalisées.

V.3.3.3. Procédé de calcul

- a. A l'aide de l'abaque (1), (2-a) ou (2-b) :** La pente et le débit doivent être donnés pour obtenir le diamètre normalisé « D_n », la vitesse à pleine section « V_{ps} » et le débit à pleine section « Q_{ps} », ce qui permet de calculer le rapport des débits « R_q » en utilisant la relation (V.11).
- b. Selon l'abaque (3-a) ou (3-b) :** En ayant connaissance du rapport des débits « R_q », on peut obtenir le rapport des vitesses « R_v » et le rapport des hauteurs « R_h », ce qui permet de déterminer la vitesse d'écoulement « V » et la hauteur de remplissage « H ». [5]

V.3.3.4. Conditions d'auto curage

Il est essentiel que le réseau d'assainissement soit auto-curé, c'est-à-dire qu'il puisse évacuer le sable à des débits couramment atteints afin d'éviter sa décantation et d'éviter les dépôts, sans entraîner l'érosion de la paroi de la conduite. [8]

- a.** Pour $\frac{1}{10} Q_{ps}$: $V \geq 0.6$ m/s
- b.** Pour $\frac{1}{100} Q_{ps}$: $V \geq 0.3$ m/s

Ces limites sont respectées avec :

- $V_{ps} = 1$ m/s ; pour une section circulaire.

$$(R_q = 0.1 \rightarrow R_v = \frac{V}{V_{ps}} = 0.55 \rightarrow V_{ps} \geq 1 \text{ m/s})$$

- $V_{ps} = 0.9 \text{ m/s}$; pour une section ovoïde.

V.4. Normes d'écoulement et d'implantation

Les pentes dans la canalisation amont doivent être adéquates pour permettre l'auto curage, avec une pente minimale de 0,2%. - Il est conseillé d'éviter le relevage des eaux usées autant que possible. - La canalisation doit avoir une couverture minimale d'au moins 80 cm. - La vitesse maximale à pleine section doit être d'environ 4 m/s, et cette limite correspondante est affichée sur les abaques. [9]

V.4.1. Dimensionnement du réseau d'assainissement

Le dimensionnement de tous les collecteurs et la détermination de leur paramètres hydrauliques sont résumés dans les tableaux en annexe .

- C_r : cotes projets (m)
- L : longueur de conduite entre deux regards(m)
- I : pente (%)
- Q : débit total (m³ /s)
- Q_{ps} : débit à pleine section (m³ /s)
- V_{ps} : vitesse à pleine section (m/s)
- D_n : diamètre normalisé (mm)
- R_q : rapport des débits
- R_h : rapport des hauteurs
- R_v : rapport des vitesses
- H : hauteur de remplissage (mm)

V.4.2. Choix des matériaux

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

Les tableaux en annexe récapitulent le dimensionnement de tous les collecteurs et les paramètres hydrauliques requis. [8]

V.5. Conclusion

Au cours de ce chapitre, nous avons traité le dimensionnement du projet, en particulier le dimensionnement du réseau d'assainissement. Après avoir dimensionné les collecteurs et déterminé leurs caractéristiques hydrauliques, nous avons vérifié que les vitesses requises pour l'auto curage sont respectées et conformes aux normes.

Chapitre VI

ELEMENTS CONSTITUTIFS

DU RESEAU 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 permettant d'évacuer les effluents vers le point de rejet ou la station d'épuration. Ils incluent les canalisations et les joints. Ces conduits sont présents en tronçons de diamètre croissant de l'amont vers l'aval. Ce principe est particulièrement pris en compte dans notre projet pour les collecteurs. [6]

VI.2.1. Les canalisations

Elles se présentent sous plusieurs formes :

- Les tuyaux cylindriques préfabriqués en usine, le plus souvent normalisé ou construit sur place, ils peuvent être visitables ou non visitables.
- Des tuyaux ovoïdes préfabriqués en usine et normalisés.
- D'ouvrages visitables de profit particulier réservé aux émissaires importants d'évacuation et qui sont en usage dans les grandes villes.

Dans le cas de notre système projeté, nous optons pour les tuyaux cylindriques - autrement dit de section circulaire - vue leur pratique technique plus préférables que les tuyaux ovoïdes (pose canalisation plus facile) [7].

VI.2.2. Matériaux des canalisations

- Les tuyaux en béton non armé
- Les tuyaux en béton armé
- Les tuyaux en fibre-ciment
- Les tuyaux en polychlorure de vinyle (PVC)
- Les tuyaux en fonte

Chapitre VI Éléments constitutifs du réseau et ouvrages annexes

VI.2.3. Choix du type de canalisation

Le choix des différents types de conduite nécessite de prendre en considération :

- Des pentes du terrain ;
- Des diamètres utilisés ;
- 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 d'agressivité vis à vis du matériau des collecteurs. Cependant, les pentes des terrains très raides nous poussent à augmenter les profondeurs.

Par mesure de sécurité nous optons pour des collecteurs en PVC CR8 pour les diamètres allant de 315mm à 630mm.

Pour les diamètres supérieurs ou égaux à 800 mm nous optons pour des collecteurs en Béton Armé 135A.

VI.2.3.1. PVC

Les collecteurs en PVC :

- Résistance à la corrosion
- Faible coût
- Légèreté
- Résistance aux chocs
- Facilité d'installation
- Durabilité
- Résistance aux insectes et aux champignons
- Facilité de nettoyage

VI.2.3.2. Béton armé

Les collecteurs en béton armé présentent :

- Une Résistance structurelle élevée.

Chapitre VI Éléments constitutifs du réseau et ouvrages annexes

- Une Durabilité à long terme.
- Une Étanchéité efficace.
- Une Stabilité dimensionnelle face aux variations environnementales.
- Une Capacité de charge élevée.

VI.2.4. Les essais de conduites préfabriqués

Pour garantir le bon fonctionnement de conduites préfabriquées, il est essentiel de réaliser divers essais, tels que des essais d'écrasement, d'étanchéité et de résistance à la corrosion. Il est crucial de réaliser ces essais afin d'assurer la qualité, la durabilité et les performances des conduites. Ils offrent la possibilité de contrôler la résistance des conduites aux charges, de maintenir une étanchéité efficace et de prévenir les effets néfastes de la corrosion, garantissant ainsi un bon fonctionnement du système de conduites préfabriquées.

VI.2.4.1. Essai à l'écrasement

Une presse automatique est utilisée pour effectuer l'essai à l'écrasement des conduites préfabriquées, enregistrant les efforts appliqués. Ces efforts doivent être répartis de manière uniforme sur la génératrice supérieure de la conduite. En simulant les charges réelles auxquelles la conduite sera soumise lors de son utilisation, cette répartition uniforme permet d'évaluer précisément sa résistance à l'écrasement. Lorsqu'on enregistre les efforts réalisés, on peut évaluer les résultats de la conduite et vérifier qu'elle respecte les normes et les exigences de résistance en vigueur.

VI.2.4.2. Essai d'étanchéité

Lors de l'installation de conduites préfabriquées, il est essentiel de réaliser un essai d'étanchéité à la fois à l'usine et sur le chantier. Au sein de l'usine, la canalisation est remplie d'eau et posée sur un support en béton. Il est important que la baisse du niveau d'eau ne dépasse pas 2 cm en une seule journée. Sur le site, il est possible d'envisager l'un des trois essais suivants :

Test à l'eau : Il est réalisé pendant une durée de 30 minutes pour les diamètres réduits et pour les joints. On augmente la pression jusqu'à 3 bars pour s'assurer de l'étanchéité de la conduite.

L'essai à la fumée : Peut être effectué sans vent et lorsque la conduite n'est pas mouillée. En injectant de la fumée dans la conduite, il permet de repérer d'éventuelles fuites d'air et de vérifier s'il y a des échappements visibles.

Chapitre VI Éléments constitutifs du réseau et ouvrages annexes

Essai à l'air sous pression : Les conduites circulaires sont soumises à une pression d'un bar pendant 30 minutes, puis à une pression de 0,5 bar pendant 3 minutes. Cela offre la possibilité de vérifier l'étanchéité de la conduite en simulant les conditions réelles de fonctionnement.

VI.2.4.3. Essai de corrosion (chimique)

On utilise fréquemment des conduites en béton ou en amiante-ciment, mais elles sont également les plus corrodables par l'hydrogène sulfuré. La dégradation du béton débute par une baisse du pH en surface causée par la libération de l'excès de chaux et la formation de carbonates par le dioxyde de carbone.

Les acides utilisés pour l'épreuve de corrosion sont l'acide chlorhydrique, l'acide nitrique et l'acide sulfurique. Une fois l'échantillon lavé à l'eau douce et séché à l'étuve, il est pesé. Il est important de ne pas modifier les surfaces de la paroi interne.

VII.3. Différentes actions supportées par la conduite

La résistance des canalisations à différentes contraintes extérieures et intérieures, telles que les contraintes mécaniques, statiques et chimiques, est essentielle.

VII.3.1. Contrainte mécanique

L'abrasion des particules de sable et de gravier dans le remblai et le radier des canalisations est responsable de cette contrainte. La détérioration des parois internes peut être causée par cette abrasion, principalement en raison des vitesses élevées imposées par le relief environnant.

VII.3.2. Contrainte statique

Les charges fixes ou mobiles, comme le poids du remblai, le déplacement de l'eau dans les canalisations, ainsi que les charges causées par le trafic routier, sont associées aux contraintes statiques.

VII.3.3. Contrainte chimique

En général, ces contraintes surviennent à l'intérieur de la conduite. La baisse du pH peut encourager la prolifération de bactéries acidophiles, ce qui peut entraîner la production d'acide sulfurique (H₂S) corrosif et préjudiciable aux canalisations.

VI.4. Les joints des conduites

VI.4.1. Les joints des conduites en PVC

VI.4.1.1. Joint Système Flex Block

Le joint Système FlexBlock avec joint prémonté pour les tubes en PVC GRESINTEX PICO est le résultat d'une nouvelle technologie dans la réalisation des joints. Le joint particulier du Système FlexBlock est réalisé tout en intégrant à l'intérieur du joint en matériel élastomère une âme flexible en polypropylène afin d'assurer le placement stable du joint dans la gorge du manchon.

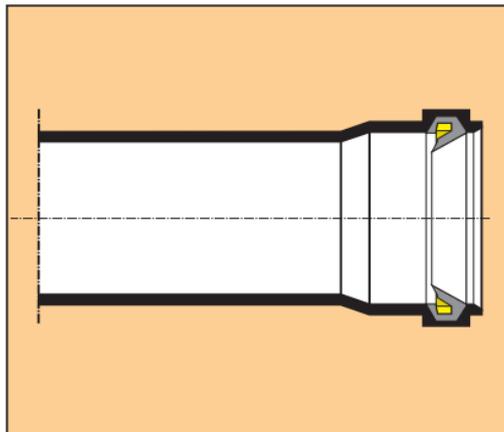


Figure VI.1 : Joint Système FlexBlock .

(Source : SIRCI GRESINTEX)

VI.4.1.2. Joint à tenue traditionnelle

Le joint est constitué par un joint élastomère propre qui sera monté dans la gorge du manchon par le personnel sur chantier avant d'effectuer l'assemblage des tubes.

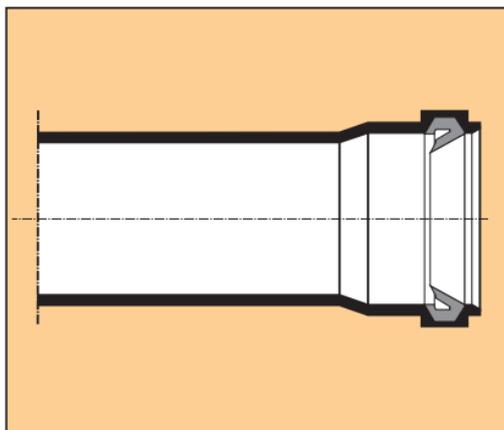


Figure VI.2 : Joint à tenue traditionnelle.

(Source : SIRCI GRESINTEX)

Chapitre VI Éléments constitutifs du réseau et ouvrages annexes

VI.4.2. Les joints des conduites en béton armé

Le choix judicieux des assemblages est lié à la qualité du joint. Ce dernier est en fonction de la nature des eaux et leur adaptation vis à vis de la stabilité du sol et en fonction de la nature des tuyaux et de leurs caractéristiques (diamètre, épaisseur), pour les tuyaux en béton armé on a différents types des joints à utiliser :

VI.4.2.1. Joint type ROCLA

C'est un joint à emboîtement ou l'étanchéité est assurée grâce à l'anneau en élastomère. Ce type de joint assure une très bonne étanchéité pour les eaux transitées et les eaux extérieures et s'adapte pour les terrains en pente, et elles sont valable pour tous les diamètres.

VI.4.2.2. Joint à demi-emboîtement

Avec cordon de bourrage en mortier de ciment, ce joint est utilisé dans les terrains stables. Il y a risque de suintement si la pression est trop élevée. Il est à éviter pour les terrains à forte pente.

VI.4.2.3. Joint à collet

Le bourrage se fait au mortier de ciment, il n'est utilisé que dans les bons sols à pente faible.

VI.4.2.4 Joint torique

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

VI.4.2.5 Joint à mortier de ciment

L'interstice entre les deux conduites est rempli de mortier, compose de ciment et de sable. Le défaut est que ce joint très rigide.

VI.4.2.6 Les joints plastiques

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

VI.4.2.7. Joint à double anneaux

L'anneau est en polyester et se compose d'une partie mouillée dans l'emboîtement et d'une partie mouille sur le fut.

- ✚ Pour les conduites en béton armé passant par un oued, les joints les plus recommandés sont généralement les suivants :

VI.4.2.8. Joint de béton armé préfabriqué

Il est fréquent d'utiliser ce genre de joint préfabriqué dans les projets d'assainissement en Algérie. Il permet d'installer les conduites en béton armé plus rapidement et simplifie la construction. Ces joints en béton armé préfabriqués sont élaborés dans le but d'assurer une étanchéité solide et une connexion solide entre les différentes sections de conduites.

VI.4.2.9. Joint de mortier

En Algérie, on utilise également des joints de mortier. On applique du mortier autour des extrémités des sections de conduites afin de créer un joint imperméable et résistant. Il présente une excellente résistance à l'eau et peut être ajusté en fonction des conditions particulières de l'oued.

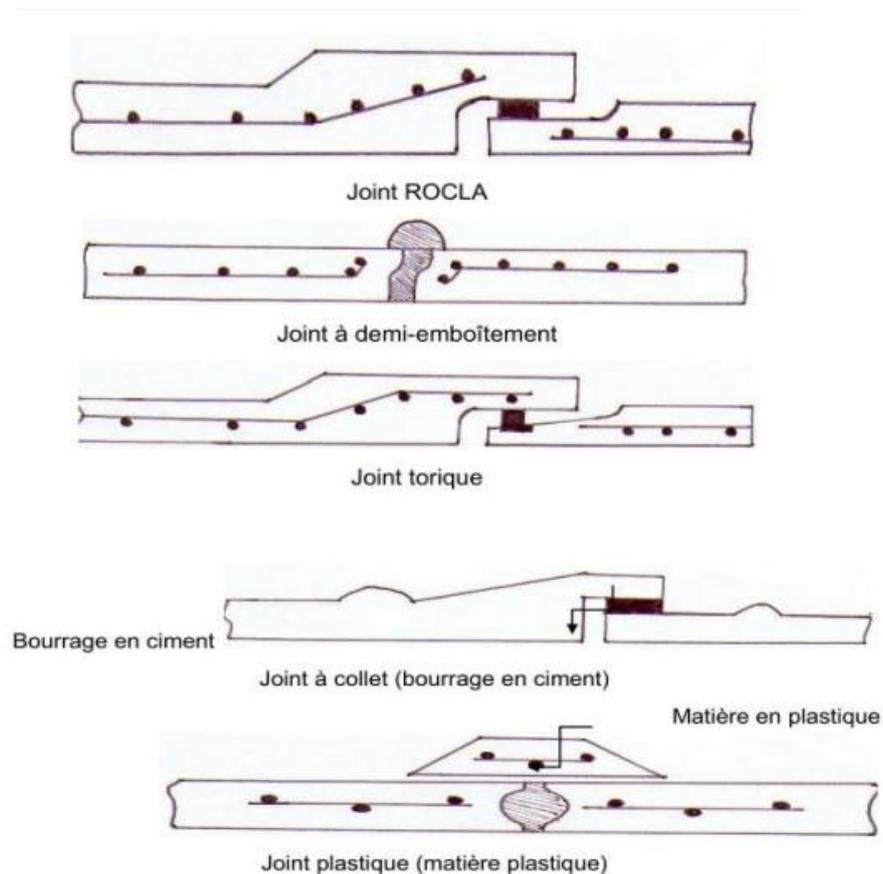


Figure VI.3 : différents types des joints (M.Smara 2008)

VI.5. Les ouvrages annexes

Les ouvrages annexes sont constitués par tous les dispositifs de raccordement, d'accès, de réception des eaux usées ou d'engouffrement des eaux pluviales et par les installations ayant pour rôle fonctionnel de permettre l'exploitation rationnelle du réseau. Les ouvrages annexes sont considérés selon deux groupes :

- Les ouvrages normaux.
- Les ouvrages spéciaux.

VI.5.1. Ouvrages normaux

Les ouvrages normaux sont ceux qui sont couramment utilisés, qu'ils soient situés en amont ou le long des réseaux. Ils jouent généralement le rôle de collecteur d'effluents ou d'accès au réseau.

Chapitre VI Eléments constitutifs du réseau et ouvrages annexes

VI.5.1.1. Les branchements

L'objectif des branchements est de recueillir les eaux usées et les eaux pluviales des bâtiments. Un branchement est constitué de trois composants indispensables :

a-Un regard de façade

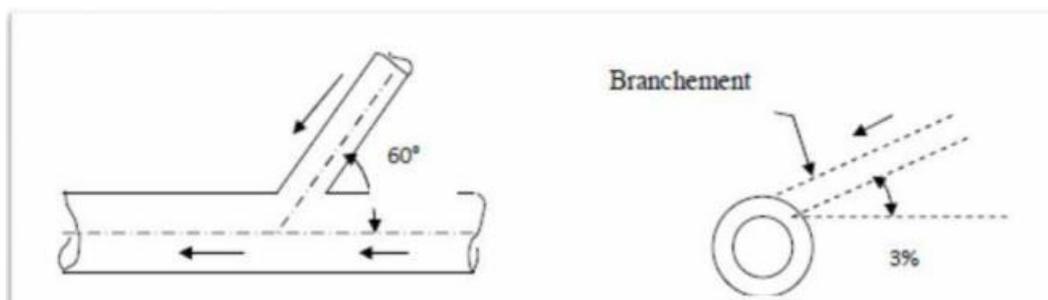
Il est essentiel de le placer en bordure de la voie publique, le plus près possible de la façade de la propriété connectée, afin de permettre aux employés responsables de l'exploitation et du contrôle du bon fonctionnement d'y accéder.

b-Des canalisations de branchement

Elles sont généralement reliées à l'axe général du réseau public avec une inclinaison oblique de 45° ou 60°.

c- Les dispositifs de raccordement de la canalisation de branchement

La nature et les dimensions du réseau public auquel le branchement est connecté



influencent ces dispositifs.

Figure VI.4 : branchement simple

(Source : polycopier Salah Boualem 2014)

VI.5.1.2. Fossés

Les fossés sont utilisés pour collecter les eaux provenant des routes en milieu rural et sont entretenus régulièrement.

VI.5.1.3. Caniveaux

Leur rôle est de recueillir les eaux de pluie qui se déversent sur la surface de la chaussée et des trottoirs, puis de les acheminer vers les grilles d'égout.

VI.5.1.4. Bouches d'égout

L'objectif des bouches d'égout est de rassembler les eaux de surface, en particulier les eaux de pluie et de lavage des chaussées. Celles-ci sont généralement placées soit aux bas des caniveaux, soit sous le trottoir. Les deux grilles d'égout sont généralement distantes d'environ 50 mètres et leur ouverture varie en fonction de l'espace entre ces deux grilles, pour absorber le débit d'orage qui vient en amont.

Elles peuvent être classées en deux types :

- Le mode de recueil des eaux : bouches à accès latéral ;
- Le mode de pénétration des eaux de ruissellement par le haut.

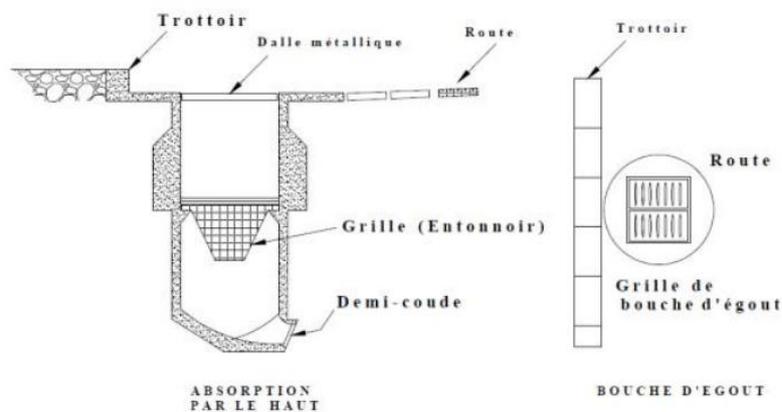


Figure VI.5 : bouche d'égout à pénétration par le haut

(Source : polycopier Salah Boualem 2014)

VI.5.1.5. Regards

En réalité, les regards sont des ouvertures par lesquelles le personnel d'entretien entre afin de fournir un service et une surveillance du réseau. Ce genre de vue diffère selon l'encombrement et la pente du terrain, ainsi que le système d'évacuation utilisé.

Différents types de regards :

a-Les regards simples :

Utilisés pour connecter des collecteurs ayant des diamètres similaires ou différents. Dans notre projet, nous utilisons ce genre de regard pour tous les collecteurs du réseau, car ils jouent un rôle essentiel dans leur raccordement et leur ventilation.

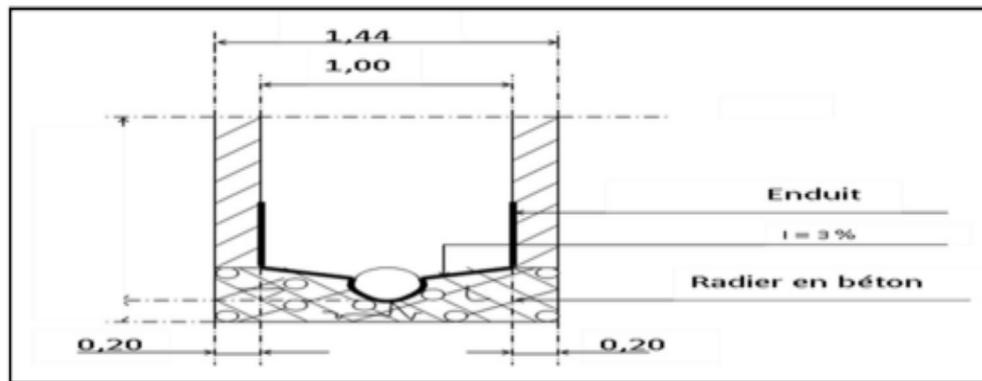


Figure VI.6 : regard simple (M.Smara 2008)

b-Les regards latéraux

Utilisés lorsque le V.R.D ou les collecteurs de diamètre important sont encombrés. Dans notre ville, ce genre de vue n'a pas été pris en compte en raison de la largeur de la chaussée qui est acceptable. [5]

c-Les regards toboggan : En cas d'exhaussement de remous.

d-Les regards de chute : En cas de forte pente pour briser l'énergie cinétique.

La distance entre deux regards est variable selon la topographie de terrain :

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

L'implantation des regards doivent être :

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

VI.5.2. Ouvrages spéciaux

Contrairement aux ouvrages classiques, ces ouvrages ne sont pas nécessairement inclus dans le concept global des réseaux. Toutefois, dans de nombreux cas, il est nécessaire d'utiliser tel ou tel ouvrage :

Chapitre VI Éléments constitutifs du réseau et ouvrages annexes

- Il est possible de résoudre certains problèmes qui se présentent à l'étude, tels que l'impossibilité de procéder à un auto-curage et le risque d'ensablement des sections à faible pente.
- Soit afin d'améliorer le projet tant sur le plan technique que financier en développant un déversoir d'orage et un bassin de stockage.
- Étant donné que certaines difficultés physiques ou topographiques persistent.

VI.5.2.1. 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. [6]

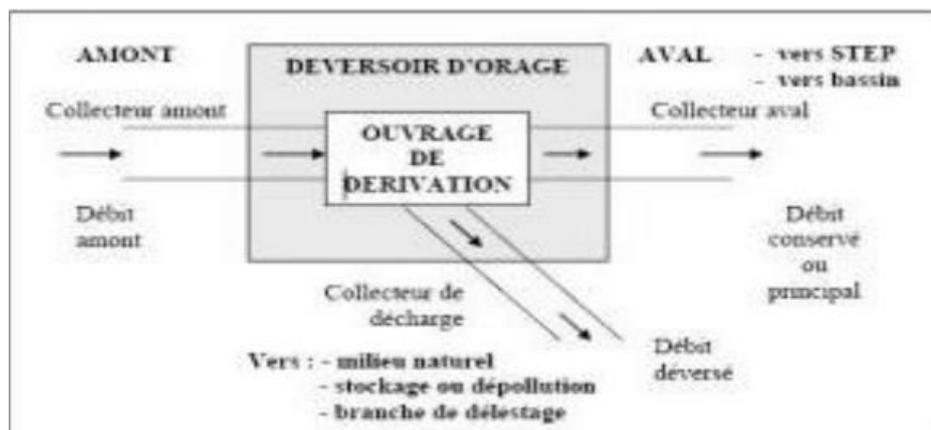


Figure VI.7 : Schéma du principe de fonctionnement d'un déversoir d'orage (A.Laarbi 2023)

a-Déversoir à seuil latéral simple

Qui est employé sur des surfaces plutôt plates. Il est possible de positionner le seuil d'un côté ou des deux côtés de la conduite d'amenée. Dans certains cas, il est possible de réduire la conduite aval, à condition que l'écoulement en amont soit assez fluide ou que le seuil soit assez élevé pour empêcher le reflux de l'eau de l'émissaire.

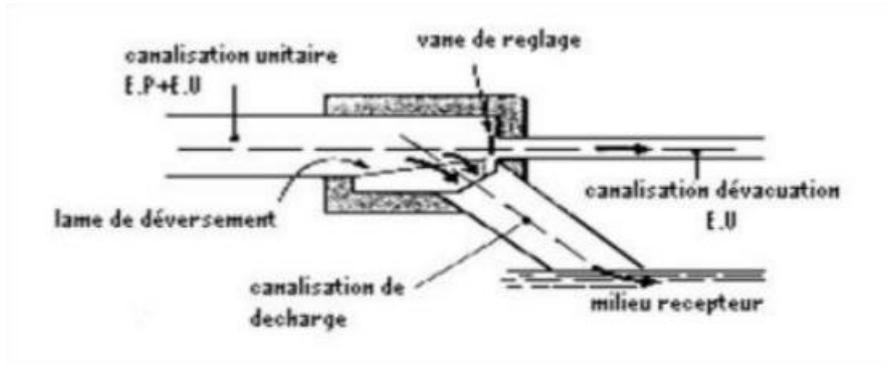


Figure VI.8 : Déversoir latéral à seuil latéral simple

(Source : BOURRIER.R2008)

b-Déversoir à seuil double

Le seuil est installé de de chaque côté de l'ouvrage, ce type est utilisé lorsqu'il n'y a pas suffisamment d'espace pour aménager la longueur désirée.

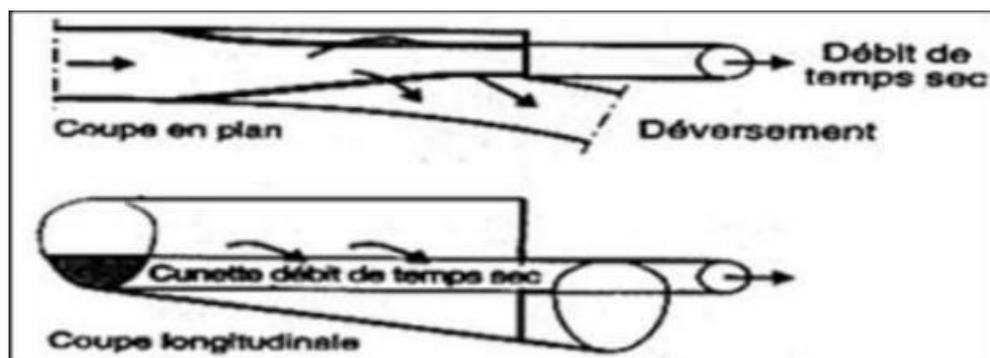


Figure VI.9 : Déversoir latéral à seuil double

(Source : BOURRIER.R2008)

c-Déversoir à seuil frontal

On utilise ce type de déversoirs sur les terrains à forte pente. Lors d'un changement de direction, il est positionné en face du collecteur d'amené, il est important de ne pas élever le seuil afin de ne pas diminuer la section d'écoulement. En d'autres termes, Il est tout à fait recommandé d'installer ce genre de déversoir d'orage sur une branche de réseau située à proximité d'un collecteur de berge, à condition de ne pas être perturbé par les mises en charge imposées à l'aval.

d-Déversoir à ouverture de fond

On utilise ce genre de déversoirs pour les terrains accidentés, où les débits d'eau usée sont élevés pendant les périodes de sécheresse et où le débit d'eau usée descend à travers une ouverture pratique dans le radier de la canalisation. Il est essentiel que le régime d'écoulement en amont soit torrentiel.

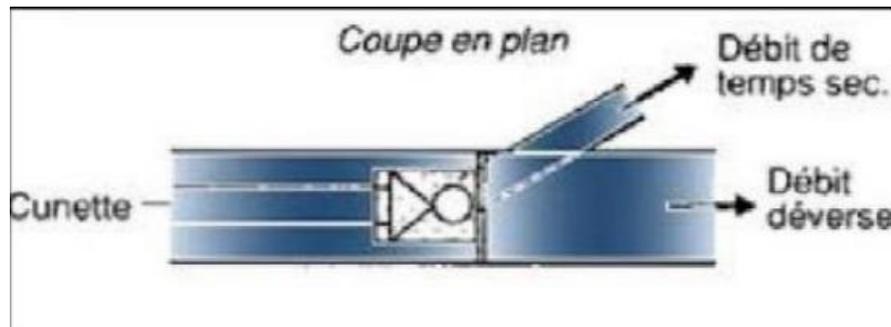


Figure VI.10 : Déversoir avec ouverture de fond (A.Laarbi 2023)

Remarque :

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

VI.5.2.2. Dimensionnement du déversoir d'orage

Dans notre situation, nous avons opté pour l'utilisation d'un déversoir latéral simple qui joue un rôle crucial dans le système d'assainissement, garantissant une gestion appropriée des flux d'eau et contribuant à la prévention des inondations et à la préservation de la qualité de l'eau dans les cours d'eau environnants. Ce déversoir est placé de la manière suivante :

Le déversoir de type latéral simple, est implanté à une cote de 367.29 (m) en amont de l'oued. Il est destiné à envoyer les effluents vers la STEP qui sera projetée désormais. Ce déversoir jouera un rôle crucial dans le contrôle et la régulation du débit des eaux épurées, garantissant ainsi un fonctionnement efficace de la future station d'épuration et minimisant les impacts sur l'environnement local.

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

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

Chapitre VI Eléments constitutifs du réseau et ouvrages annexes

2. 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. [7]

On peut donc écrire :

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

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

Avec :

T_c : Temps e concentration total au déversoir considéré

3. Le débit déversé vers l'oued :

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

$$Q_{dev} = Q_{critique} - Q_{station} \dots\dots\dots(VI.4)$$

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

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

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

Avec :

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

$$h_{dév} = h_{t\ cr} - h_{aval} \dots\dots\dots(VI.5)$$

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

4. Dédution de la largeur du seuil « L » :

$$Q_{dév} = \frac{2}{3} m L h_{dév} \sqrt{2 g h_{dév}} \rightarrow L = \frac{3}{2} \times \frac{Q_{dév}}{m \sqrt{2 g} \cdot h_{dév}^{3/2}} \dots\dots\dots(VI.6)$$

Chapitre VI Eléments constitutifs du réseau et ouvrages annexes

Les données de base sont les suivantes :

- Diamètre d'entrée : $D_e = 1800 \text{ mm}$
- Débit pluvial $Q_{\text{pluvial}} = 7.6995 \text{ m}^3/\text{s}$
- Débit de pointe d'eaux usées $Q_{\text{pt usée}} = 0.1522 \text{ m}^3/\text{s}$
- Débit total à l'entrée : $Q_{\text{total}} = 7.8517 \text{ m}^3/\text{s}$
- Débit à pleine section : $Q_{\text{ps}} = 11.31 \text{ m}^3/\text{s}$

Calcul du débit critique :

Calcul du coefficient de retardement selon (VI.3)

$$t_c = t_1 + t_2 \dots \dots \dots \text{(VI.7)}$$

Avec :

T_c = temps de concentration (mn)

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

- $t_c = 33.55 \text{ min}$
- $Z = 0.665$

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.

$$Q_{\text{critique}} = Q_{\text{total}} \times Z = 7.8517 \times 0.665 = 5.22 \text{ m}^3/\text{s}$$

Le débit critique :

$$Q_{\text{critique}} = 5.22 \text{ m}^3/\text{s}$$

Débit rejeté vers l'oued :

$$Q_{\text{dev}} = Q_{\text{critique}} - Q_{\text{station}} = 5.22 - 0.1522 = 5.07 \text{ m}^3/\text{s}$$

-Détermination des hauteurs d'eau :

1- h_{station} :

$$R_{q \text{ station}} = \frac{Q_{eu}}{Q_{ps}} = \frac{0.1522}{11.31} = 0.01 \rightarrow R_h = 0.1$$

$$h_{\text{station}} = R_h \times D = 0.1 \times 0.63 = 0.063 \text{ m}$$

2- $h_{t\ cr}$:

$$R_{q\ cr} = \frac{Q_{cr}}{Q_{ps}} = \frac{5.22}{11.31} = 0.46 \rightarrow R_{h\ cr} = 0.47m$$

$$h_{t\ cr} = R_{h\ cr} \times D = 0.47 \times 1.8 = 0.85m$$

3- $h_{dév}$:

$$h_{dév} = h_{t\ cr} - h_{station} = 0.85 - 0.063 = 78.7\text{ cm.}$$

Détermination de seuil déversant :

$$L = \frac{3}{2} \times \frac{Q_{dév}}{m\sqrt{2g} \cdot h_{dév}^{3/2}} = \frac{3}{2} \times \frac{4.9}{0.45\sqrt{2} \times 9.81 \cdot 0.787^{3/2}} = 5.2m.$$

VI.5.2.3. Traversée de l'oued

Le passage aérien sera exécuté de la manière suivante :

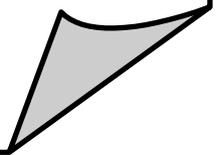
- Conduite aérienne apparente en fonte
- Support sur des piliers en béton armé de diamètre 60 cm à raison d'un pilier chaque 4,10 m. Les piliers sont coulés sur une semelle en béton armé elle-même coulée sur une semelle en gros béton.

VI.6. Conclusion

Afin d'assurer une exploitation rationnelle de notre réseau d'assainissement, il est essentiel de choisir judicieusement les conduites qui le composent, en prenant en compte leur forme et le matériau utilisé. En outre, afin de simplifier les opérations de curage et garantir une sécurité accrue de notre réseau, nous avons mis en place et dimensionné différents éléments du réseau d'égouts. La mise en place d'un déversoir, pour le rejet final et la station d'épuration (STEP).

Chapitre VII

ORGANISATION DE CHANTIER



VII.1. Introduction

L'organisation de chantier implique de définir et de coordonner les ressources nécessaires afin de réaliser les travaux dans les meilleures conditions possibles avant de partir sur le chantier et avant de commencer la réalisation. Il est toujours nécessaire de débiter par une étude théorique avant de passer à la partie pratique. La première consiste à définir précisément le délai de réalisation, le matériel à utiliser, la main d'œuvre requise et les matériaux de construction requis. Dans la seconde partie, nous abordons la réalisation des travaux sur le terrain.

Ainsi, organiser un chantier implique de calculer tous les éléments en temps réel et de prendre toutes les mesures nécessaires pour assurer la réalisation du projet :

- En conformité avec le projet.
- De bonne qualité.
- Au moindre délai.
- Au moindre coût.
- Sans accidents humains.

VII.2. Organisation du chantier

VII.2.1. Exécution des travaux

Les étapes principales 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. Remblayage des tranchées.

VII.2.2. Emplacement des canalisations

En général, dans les rues de moins de 15 mètres de largeur, les conduites sont disposées dans l'axe de la voie. Dans les rues plus longues, il est nécessaire d'installer un égout sous chaque trottoir.

VII.2.2.1. Manutention et stockage des conduites

a-Chargement et transport

Il est important de procéder au chargement des véhicules de manière à éviter toute détérioration ou déformation des tuyaux et des accessoires lors du transport. Il convient d'éviter les comportements suivants :

- Une manipulation violente, des mouvements brusques et des oscillations excessives.
- La présence de parties métalliques saillantes entre les tuyaux et les raccords est interdite.
- Il est conseillé de disposer les tubes à emboîtures de manière alternée et de s'assurer que les emboîtures dépassent de la pile afin d'éviter toute détérioration.

b-Déchargement

Il est recommandé de ne pas décharger brusquement les tubes et les raccords sur le sol.

c-Stockage

Il est important de respecter les points suivants lors du stockage des tubes et des raccords :

- Il est nécessaire que la surface prévue pour recevoir ces éléments soit nivelée et plane.
- Il est nécessaire de procéder à l'empilement en alternant les emboîtures et en laissant celles-ci dépasser de la pile.
- Il est important que la hauteur de gerbage ne dépasse pas 1,50 mètre.
- Il est important d'entreposer les tubes et les accessoires à l'abri du soleil. Il convient de souligner que la décoloration des tubes n'a aucun impact sur leurs caractéristiques mécaniques.
- Les accessoires ne doivent être retirés que lorsqu'ils sont utilisés.
- Toute exposition à des substances comme l'huile, les solvants et autres produits chimiques est à éviter.
- La conservation des tubes doit assurer leur sécurité mécanique et les protéger contre la chaleur.

VII.2.3. Décapage de la couche de terre végétale

Le processus est réalisé à l'aide d'un bulldozer sur une couche de 10 cm, avec un volume de terre décapé de :

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

Avec :

H : Epaisseur de la couche végétale.

b : Largeur de la couche végétale.

L : Longueur totale de tranché.

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

VII.2.4.1 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 :

$$B = D + (2 \times C) \dots\dots\dots(\text{VII.2})$$

Avec :

B : largeur de la tranchée en (m).

D : diamètre de la conduite en (m).

C : largeur entre conduite et parois de tranché.

VII.2.4.2 Profondeur du tranché

La profondeur est donnée par la formule suivante :

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

Avec :

H : profondeur de la tranchée en (m).

e : épaisseur de lit de sable en (m), e = 10 cm.

D : diamètre de la conduite en (m).

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

VII.2.5. Aménagement du lit de pose

Les canalisations seront installées sur un lit de sable d'une épaisseur d'au moins 10 cm.

Il sera correctement nivelé en fonction des côtes du profil en long.

Il est nécessaire que le lit de pose soit composé de sable avec au moins 12% de particules inférieures à 0,1 mm.

La formule suivante permet de déterminer le volume du sable :

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

Avec :

V_s = volume du sable en ((m³)).

L : Longueur de la tranchée en (m)

B : Largeur de la tranchée en (m)

e : épaisseur du sable, $e = 10$ cm.

VII.2.6. Pose canalisations dans la tranchée

Il est important de se conformer à des règles de bonne pratique :

- il est recommandé de ne pas placer les tuyaux sur des tasseaux qui concentrent les efforts d'écrasement et les font travailler en flexion longitudinale.
- Il est important de créer un fond de fouille bien droit afin que les tuyaux puissent s'y reposer sur toute leur longueur.
- Une fois que les tuyaux sont à emboîtement par collet extérieur sur tout leur pourtour, il est important de creuser le fond de fouille afin d'éviter que les collets ne se déplacent vers le sol.
- Les tuyaux doivent toujours être placés sur des fouilles sèches.
- Il est nécessaire de retirer tous les points durs (grandes pierres, crêtes rocheuses, vieilles maçonneries,...) qui forment des tasseaux naturels du fond des fouilles.
- Lorsqu'il s'agit de sol rocheux, il est recommandé d'approfondir la fouille de 15 à 20 cm et de créer un lit de pose bien damé avec des matériaux pulvérulents, ou de procéder à une pose sur un bain de mortier fluide.

VII.2.7. Exécution des tranchées et les regards

Les dimensions extérieures et le type d'emboîtement des tuyaux, la fondation, l'espace minimal entre la canalisation et la paroi de la tranchée pour une installation adéquate, la compacité adéquate du remblayage latéral, la profondeur de pose, l'espace disponible pour les fouilles, et la nature des terrains rencontrés déterminent la largeur de la tranchée. Si les démolitions ne sont pas effectuées à l'abri d'un blindage, cela peut aussi avoir un impact sur la largeur de la tranchée. D'un point de vue économique, la construction de tranchées trop larges n'est pas bénéfique en raison des frais de terrassement. Il est donc recommandé de choisir des fouilles de largeurs minimales. [10]

Les fouilles des regards et des tranchées sont effectuées à l'aide d'une pelle mécanique avec pelle rétro, qui fonctionne de l'aval vers l'amont du réseau. Il est nécessaire d'avoir les compétences suivantes pour utiliser une pelle rétro :

- Creuser en dessous de la surface d'appui.
- Creuser rapidement et avec précision des tranchées à talus vertical.
- Creuser à des profondeurs importantes.
- Creuser dans la direction de la machine.

VII.2.7.1. Profondeur de la tranchée

$$H = e + D + h \dots\dots\dots(\text{VII.5})$$

Avec :

- H : Profondeur de la tranchée.
- e : Epaisseur du lit de sable.
- D : Diamètre de la conduite.
- h : Hauteur du remblai

Remarque :

Grace au logiciel STR PVC les profondeurs choisis dans le chapitre V (dimensionnement du réseau) ont étaient vérifiées. Les résultats du dimensionnement mécanique répondent aux normes de sécurité (exemple en annexe).

VII.2.7.2 Largeur de la tranchée

$$B = D + 2c \dots\dots\dots(\text{VII.6})$$

Avec :

B : Largeur de la fouille au fond.

D : Diamètre de la conduite.

c : Espacement entre les parois de la tranchée et la conduite ($c = 0,5 \text{ m}$)

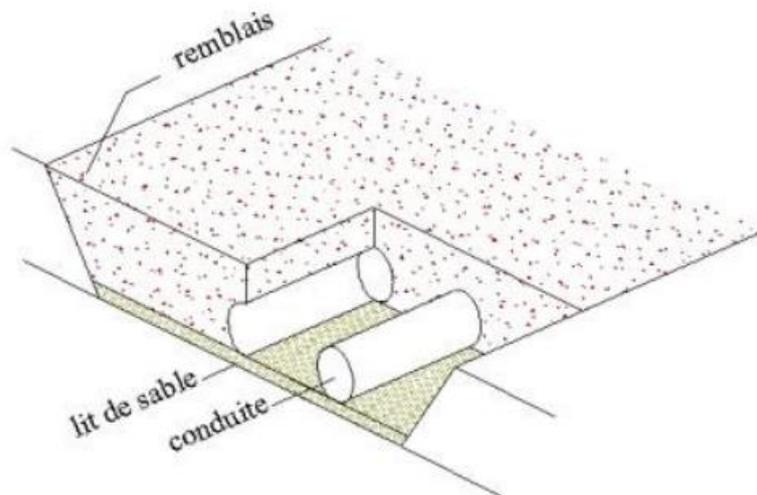


Figure VII.1 : Coupe transversale d'une tranchée avec La mise en place de la conduite(A.Laarbi2023)

VII.2.8. Mise en place des conduites

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

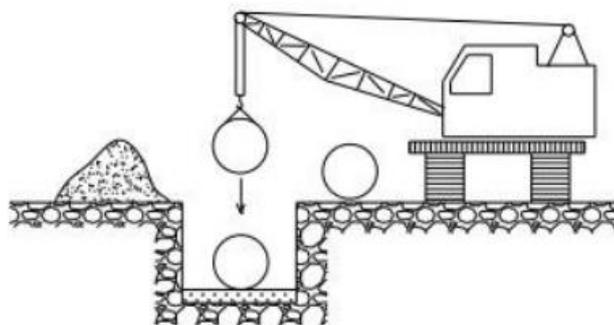


Figure VII.2: le pipelayers pour la pose de la canalisation (A.Laarbi 2023)

VII.2.9. Assemblage des conduites

On réalise les joints des conduites circulaires à emboîtement en utilisant une bague renforcée d'une armature et coulée sur le site à l'intérieur d'un moule. Une fois que les canalisations ont été installées dans les tranchées, il est essentiel de procéder à un remblaiement de qualité sur une certaine hauteur au-dessus de la génératrice supérieure afin

de garantir une transmission régulière des charges sur la canalisation et de la protéger contre tout dommage lors de l'exécution du remblai supérieur.

Il s'agit du même matériau que celui utilisé pour le remblayage latéral. Il est nécessaire de procéder à un remblayage de qualité en ayant au moins 10 cm au-dessus de la génératrice supérieure. [11]

VII.2.10. le déversoir d'orage

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. [11]

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

- Préparation du site : nivellement du sol, élimination des obstacles..
- Excavation : Créer une tranchée conformément aux dimensions nécessaires.
- Positionnement du déversoir : Placer le déversoir de façon alignée dans la tranchée..
- Fixation du déversoir : Une fixation solide et sécurisée du déversoir est essentielle.
- Raccordement au réseau : connecter le déversoir aux conduites déjà en place.
- Test et vérification : réaliser des essais afin de vérifier le bon fonctionnement du déversoir.
- Remblayage : Utilisez du matériau approprié pour remplir la tranchée autour du déversoir.
- Contrôle de la pente : Assurez que la pente du déversoir est suffisante pour permettre l'écoulement des eaux.
- Sécurisation : Prendre les mesures appropriées afin de garantir la sécurité du déversoir et éviter tout dommage ou intrusion.
- Signalisation : Il est nécessaire d'installer une signalisation adéquate afin de prévenir la présence du déversoir et assurer la sécurité des individus.

VII.3. Choix des engins

La sélection des engins revêt une grande importance lors de la réalisation des travaux, chaque opération nécessite un engin approprié :

VII.3.1. Le Bulldozer

Le bulldozer est utilisé pour décaper la couche de terre végétale lorsque le terrain est très difficile. Cependant, le meilleur outil pour ce genre de travaux est la niveleuse.

VII.3.2. La niveleuse

En plus de son travail de terrassement et de finition, la niveleuse a de nombreux emplois :

- Le débroussaillage doit être effectué sur un terrain léger, exempt de gros arbustes ou de grosses pierres.
- Réduction de l'épaisseur des terrains végétaux.
- En inclinant la lame sur le côté, on procède au creusement ou au curage des fossés. Les terres extraites par la lame remontent le long de celle-ci et sont déposées en cavalier sur le bord du fossé.

VII.3.3. Le chargeur

Pour les travaux de remblaiement des tranchées : Pour les travaux de ce genre, l'outil approprié est le chargeur.

Il s'agit de tracteurs sur lesquels deux bras articulés sont montés à l'avant, actionnés par des vérins et portant un godet.

Dans le cas où les travaux ne sont pas très importants, le chargeur est utilisé.

VII.3.4. Le compacteur

- Afin de compacter
- Le matériel approprié pour cette opération est le rouleau lisse, il est composé de :
 - Un châssis.
 - Des roues larges (cylindres) avec une couche d'usure d'acier au manganèse.
 - Les organes de manœuvre.

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. [10]

Les diverses tâches réalisées sont classées par ordre chronologique :

- Les travaux de décapage de la couche de terre végétale.
- L'exécution des tranchées.
- La fourniture et la pose du lit de sable.
- La fourniture et la pose des buses en béton ou en béton armé.
- La construction des regards et des déversoirs d'orage en béton armé.
- Les Travaux de remblaiement de la tranchée.
- Le transport des sols excédentaires.

VII.4.1. Détermination des différents volumes

VII.4.1.1. Volume de la couche de terre végétale

$$V_{cv} = H_v \cdot L \cdot B \dots \dots \dots \text{(VII.7)}$$

Avec :

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

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

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

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

VII.4.1.2. Volume des déblais des tranchées

$$V_{déb} = B \cdot L \cdot H \dots \dots \dots \text{(VII.8)}$$

Avec :

$V_{déb}$: Volume des déblais des tranchées en (m³).

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

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

H : Profondeur de la tranchée en (m).

VII.4.1.3. Volume du lit du sable

$$V_{Is} = e \cdot L \cdot B \dots \dots \dots \text{(VII.9)}$$

Avec :

- V_{Is} : Volume du lit du sable en (m³).
- e : Epaisseur de la couche de sable en (m).
- B : Largeur de la couche du tronçon en (m).
- L : Longueur totale de la tranchée en (m).

VII.4.1.4. Volume occupé par les conduites

$$V_{cond} = L \cdot \pi \cdot D^2 / 4 \dots \dots \dots \text{(VII.10)}$$

Avec :

- V_{cond} : Volume occupé par les conduites en (m³).
- L : Longueur totale de la tranchée en (m).
- D : Diamètre de la conduite en (m).

VII.4.1.5. Volume du remblai

$$V_r = v_{deb} - [V_{cond} + V_{cv} + V_{Is}] \dots \dots \dots \text{(VII.11)}$$

Avec : V_r : Volume du remblai en (m³)

VII.4.1.6. Volume excédentaire

$$V_{excé} = V_f - V_{remb} \dots \dots \dots \text{(VII.12)}$$

Avec :

- $V_{excé}$: Volume du sol excédentaire en (m³).
- V_f : Volume du sol foisonné en (m³).

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

K_f : Coefficient de foisonnement dépend de la nature de sol pour notre cas on a : $K_f = 1,5$.

Tableau VII.1 : Devis quantitatif et estimatif du réseau

TACHETA					
DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF					
N°	Désignations des travaux	Unité	Quantités	P. U	MONTANT
A- TERRASSEMENT					
1	Fouilles en tranchées dans un terrain de toute nature, de profondeurs (voir profils en long) , y compris dressement de parois et nivellement des fonds, transport des terres à la décharge publique et toutes sujétions de bonne exécution	m ³	33 461	300.00	10 038 300.00
2	Transport des terres excédentaires à la décharge publique désignée par l'administration y compris toutes sujétions	m ³	18 068	250.00	4 517 000.00
3	Reprise du remblai en TVC de toute la tranchée par couche de 40 cm avec compactage et arrosage y compris toutes surjetions	m ³	23 090	300.00	6 927 000.00
4	Fourniture et pose de lit de sables au-dessus et au-dessous de la conduite y compris toutes sujétions	m ³	1 389	300.00	416 700.00
Sous total (01)					21 899 000.00
B- CANALISATION					
8	Fourniture, transport et pose de canalisations y compris les joints élastomères et essais hydrauliques et toutes sujétions de bonne exécution				

	Ø 315mm en PVC	ml	1 215	4500.00	5 467 500.00
	Ø 400 mm en PVC	ml	1915	5500.00	10 532 500.00
	Ø 500 mm en PVC	ml	1914	7000.00	13 398 000.00
	Ø 630 mm en PVC	ml	1407	8500.00	11 959 500.00
	Ø 800 mm en BA	ml	1803	10000.00	18 030 000.00
	Ø 1000 mm en BA	ml	266	15000.00	3 990 000.00
	Ø 1200 mm en BA	ml	1113	18000.00	20 034 000.00
	Ø 1500 mm en BA	ml	474	25000.00	11 850 000.00
	Ø 1800 mm en BA	ml	140	40000.00	5 600 000.00
Sous total (02)				100 861 500.00	
C-OUVRAGES EN LIGNES					
9	Réalisation de regards en béton armé dosé à (350 Kg/m ³) y compris coffrage, ferrailage de dimensions intérieurs 1,3 x 1,3 et de y compris échelles métalliques et toutes sujétions de bonne exécution (Ø315 ; Ø400;Ø500, Ø630 PVC) et pose de tampons en fonte série lourde (0,85x0, 85).	U	283	45 000.00	12 735 000.00
10	Réalisation de regards de visite en béton armé dosé à (350 Kg/m ³) y compris coffrage, ferrailage de dimensions intérieurs 1.5x1.5 y compris échelles métalliques et toutes sujétions de bonne exécution (Ø800BA, Ø1000BA), Ø1200BA), Ø1500BA, Ø1800BA) et pose de tampons en fonte série lourde (0,85x0, 85).	U	150	90 000.00	13 500 000.00
12	La remise en état et réfection de chaussées, accotements et toutes sujétions de bonne exécution.	m ²	500	3 500.00	1 750 000.00

Sous total (03)	27 985 000.00
Total (H.T) (I)	150 745 500.00
T.V.A (19%)	28 641 645.00
Total (T.T.C) Arrondie	179 387 145.00
Le présent devis quantitatif et estimatif est arrêté en toutes taxes comprises à la somme arrondie : cent soixante-dix neuf million trois cent quatre-vingt sept cent quarante cinq dinars Algérie (179 387 145.00DA)	

VII.4.2. Planifications des travaux

Les principales opérations à exécuter sont :

- Piquetage.
- Décapage de la couche de goudron (si elle existe) ou celle de la végétation.
- Exécution des tranchées et des fouilles pour les regards.
- Aménagement du lit de pose.
- Construction des regards.
- La mise en place des canalisations en tranchée.
- constructions des ouvrages annexes.
- Assemblage des tuyaux.
- Faire les essais d'étanchéité pour les conduites et les joints.
- Remblai des tranchées.
- Travaux de finition.

Tableau VII.2 : détermination des délais.

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	110	130	20
E	40	90	130	90	130	0
F	20	90	110	110	130	20
G	30	90	120	100	130	10
H	15	130	145	130	145	0
I	15	145	160	145	160	0
J	20	160	180	160	180	0
K	30	180	210	180	210	0

Avec :

- **TR** : temps de réalisation.
- **DCP** : date de commencement au plus tôt.
- **DFP** : date de finissement au plus tôt.
- **DCPP** : date de commencement au plus tard.
- **MT** : marge totale.

Le chemin critique : A-B-C-E-H-I-J-K

$$\sum \text{TR} = 210 \text{ jours}$$

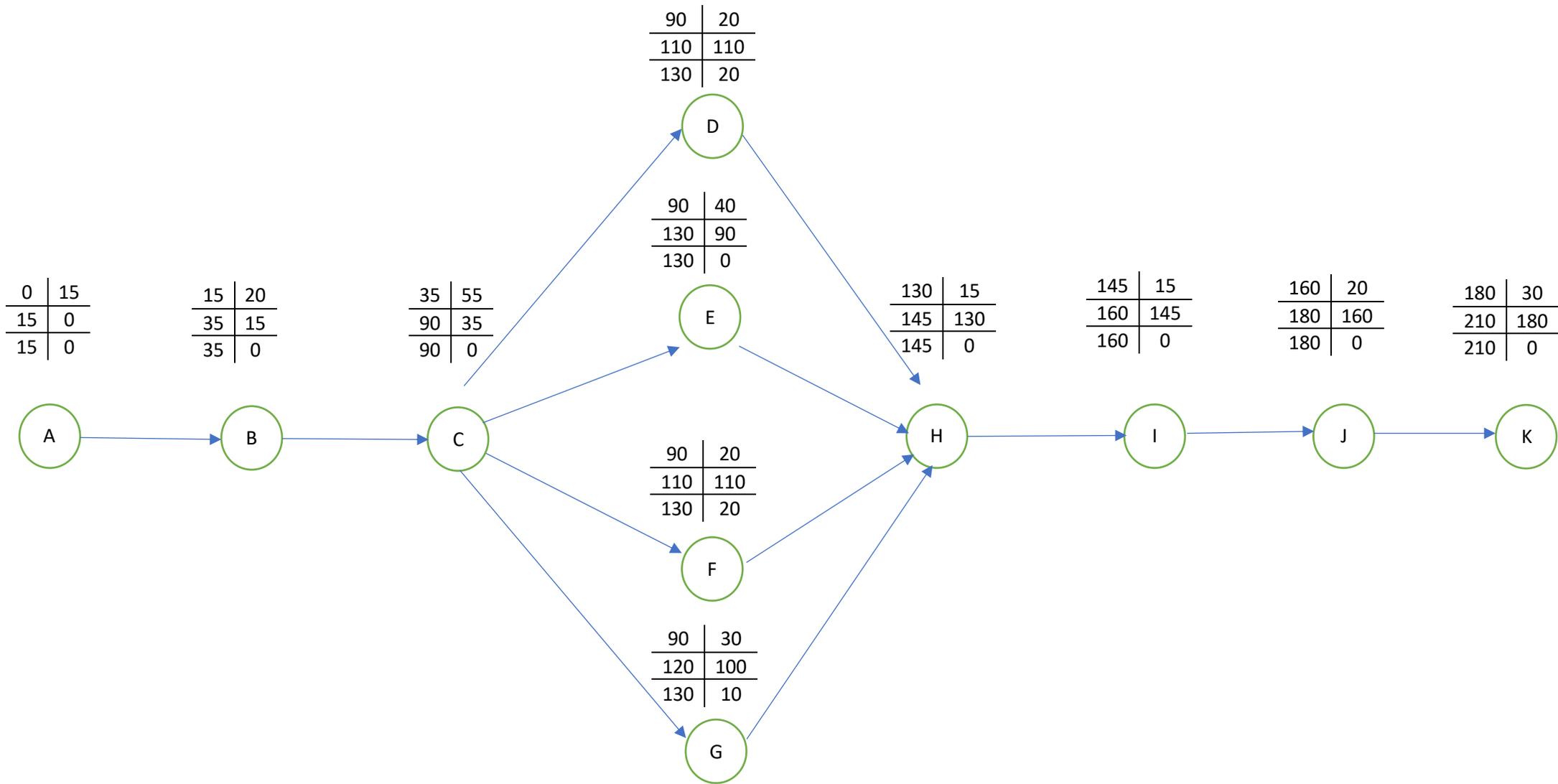
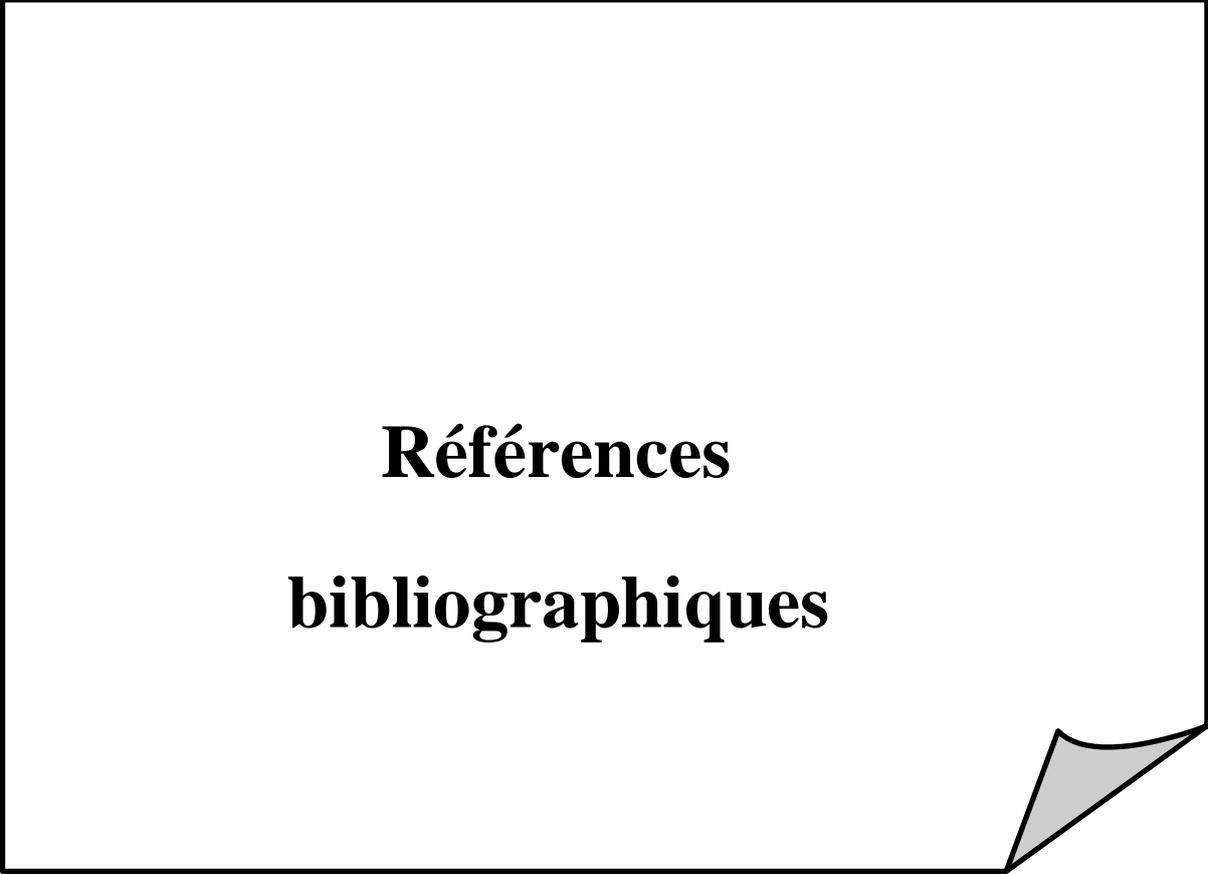


Figure VII.3: réseau à nœuds

VII.5. Conclusion

Au cours de ce chapitre, tout d'abord, nous avons sélectionné les équipements les plus adaptés pour assurer le bon déroulement des différentes étapes du projet. Dans le cadre de la deuxième étape, nous avons effectué une étude quantitative estimant les volumes de travaux, ce qui a donné lieu à la création du devis quantitatif et estimatif de projet. Il est donc possible d'affirmer que l'organisation de chantier est indispensable pour la mise en place d'un réseau d'assainissement, dans le but d'économiser des dépenses, de l'énergie et du temps, tout en améliorant le rendement du travail.



**Références
bibliographiques**

Références bibliographiques

Références bibliographique

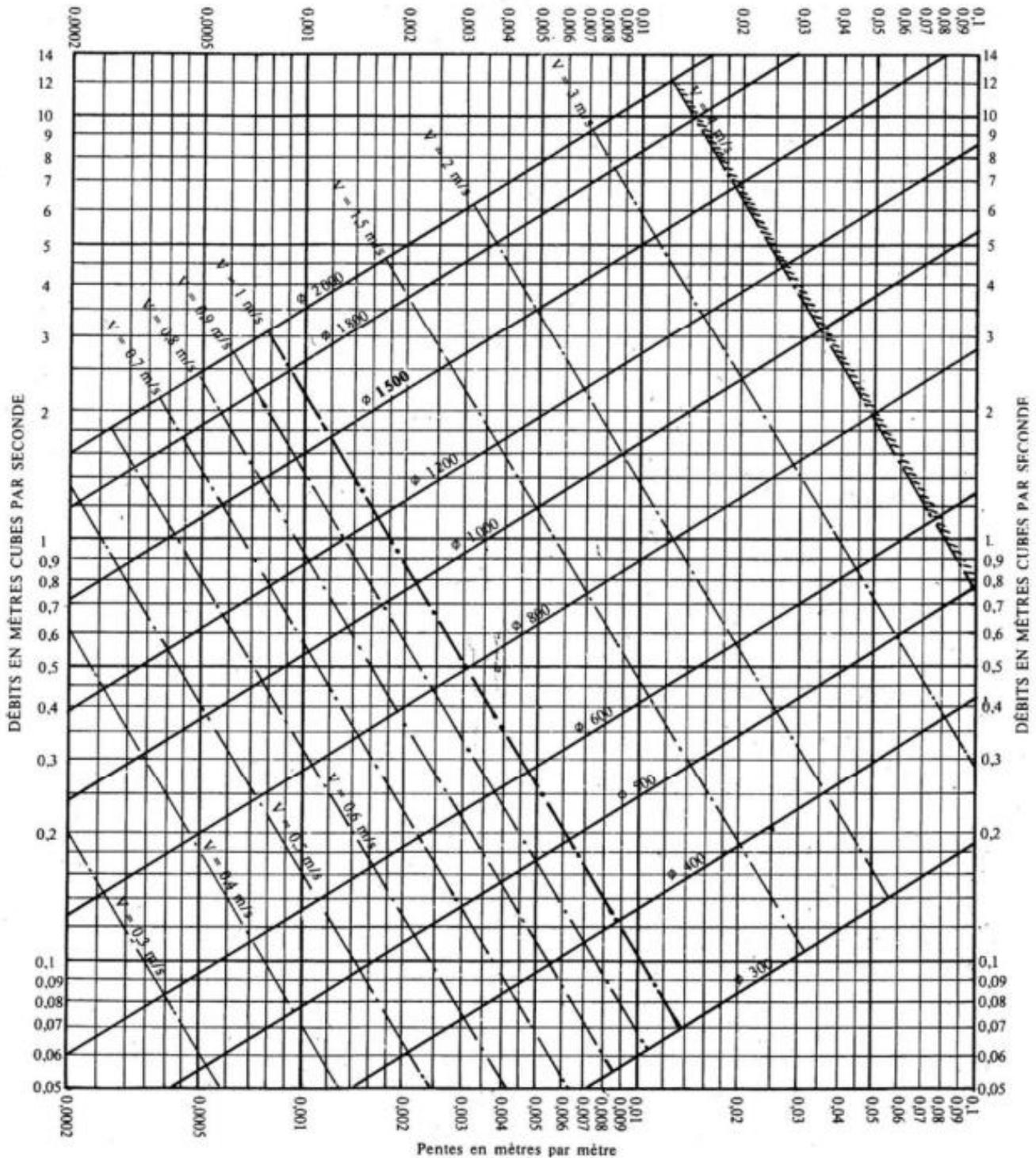
- [1] **ANIRF,2022** «Monographie de la wilaya de Ain Defla,2022» .
- [2] **URBATIA Ain Defla,2019** «PDAU Tacheta Zougagha».
- [3] Touaibia B., 2004. « Manuel pratique d'hydrologie ».
- [4] **Jean-Luc BERTRAND-KRAJEWSKI**, «Mesures en hydrologie urbaine et assainissement».
- [5] **Guerrée, H., Gomella, C., (1978)**. Les eaux usées dans les agglomérations urbaines et rurales, Tome I, Eyrolles, Paris.
- [6] **FRANÇOIS G, BRIERE**, distribution et collecte des eaux, édition de l'école polytechnique de Montréal 1997.
- [7] **SALAH, B.**, « Assainissement des eaux usées et pluviales des agglomérations », Ecole Nationale Supérieure d'Hydraulique, BLIDA. 2014.
- [8] **BA Fatoumata,2022**«Etude d'un projet d'assainissement (Commune Ain Saboune Daira d'EL Khezara)». Université 08 Mai 1945 de Guelma
- [9] **SMARA.M,2008**. «Etude du schémas directeur d'El Abadia (w.Ain Defla)». ENSH Blida.
- [10] **KAHLERRAS.D,2021**« organisation de chantier »,polycopier ENSH Blida.
- [11] **BELAOUAKLI. B,2007** «organisation de chantier», polycopier ENSH Blida.

Annexes

Annexe 01:

ABAQUE 2-a

RÉSEAUX PLUVIAUX EN SYSTÈME UNITAIRE OU SÉPARATIF
(Canalisations circulaires)

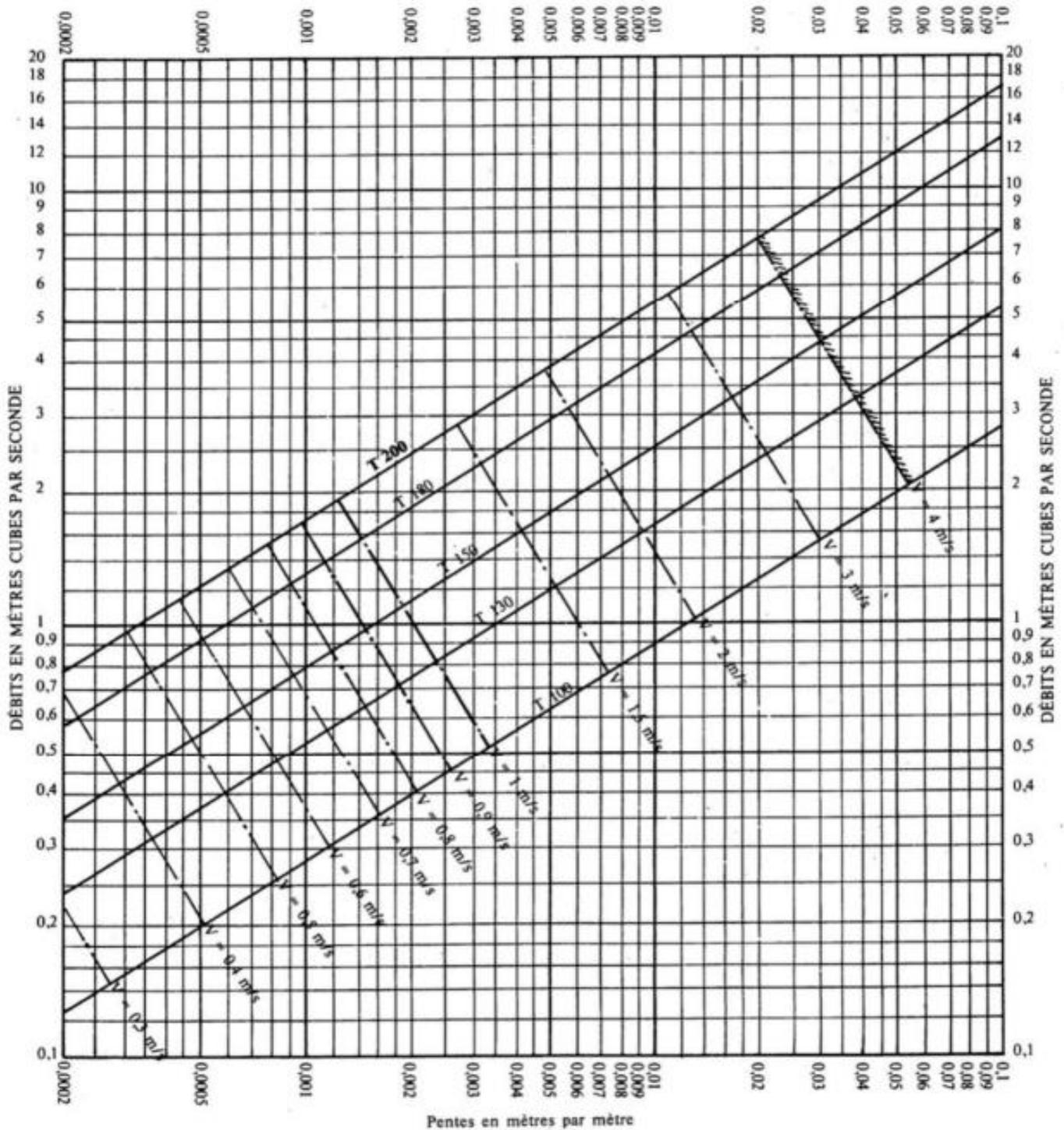


Nota. - La valeur du coefficient de Bazin a été prise égale à 0,46. Lorsque la pose des canalisations aura été particulièrement soignée, et surtout si le réseau est bien entretenu, les débits pourront être majorés de 20 % ($V = 0,30$). A débit égal, les pentes pourront être réduites d'un tiers.

Annexe 02 :

ABAQUE 2-b

RÉSEAUX PLUVIAUX EN SYSTÈME UNITAIRE OU SÉPARATIF
(Canalisations ovoïdes)



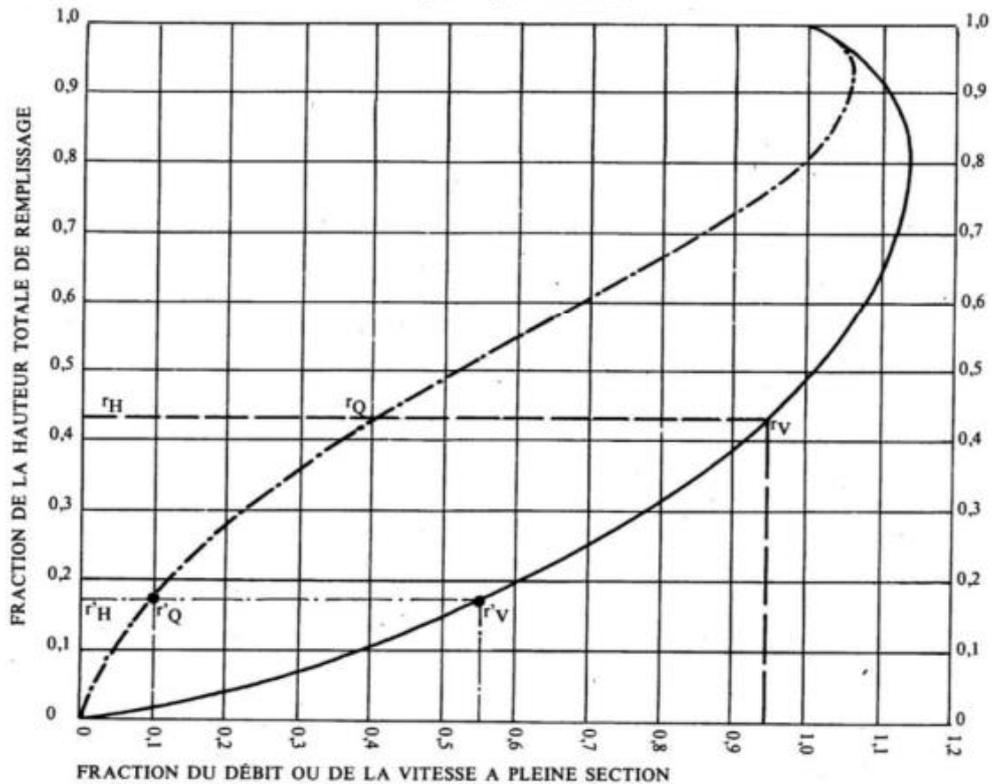
Nota. - La valeur du coefficient de Bazin a été prise égale à 0,46. Lorsque la pose des canalisations aura été particulièrement soignée, et surtout si le réseau est bien entretenu, les débits pourront être majorés de 20 % ($\gamma = 0,30$). A débit égal, les pentes pourront être réduites d'un tiers.

annexe 03 :

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 capacitives des conduites, ou pour apprécier les possibilités d'autocurage, le nomogramme ci-dessus permet de connaître la vitesse atteinte en régime uniforme pour un débit inférieur à celui déterminé à pleine section.

Les correspondances s'établissent, soit en fonction de la fraction du débit à pleine section, soit en fonction de la hauteur de remplissage de l'ouvrage.

Exemples :

Pour $r_Q = 0,40$, on obtient $r_V = 0,95$ et $r_H = 0,43$.

Pour $Q_{PS}/10$, on obtient $r'_V = 0,55$ et $r'_H = 0,17$ (autocurage).

Nota. — Pour un débit égal au débit à pleine section, la valeur du rapport $r_Q = 1,00$ est obtenue avec $r_H = 0,80$.

Le débit maximum ($r_Q = 1,07$) est obtenu avec $r_H = 0,95$.

La vitesse maximum ($r_V = 1,14$) est obtenue avec $r_H = 0,80$.

Ces dernières conditions d'écoulement à caractère assez théorique ne peuvent être obtenues que dans des conditions très particulières d'expérimentation.

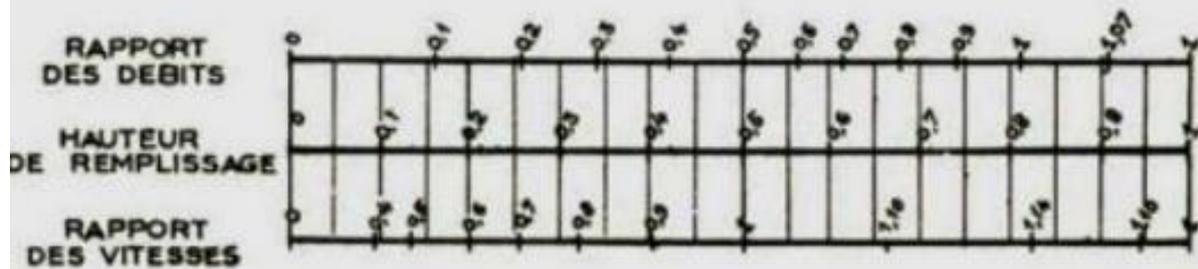
Annexe 04 :

ANNEXE X

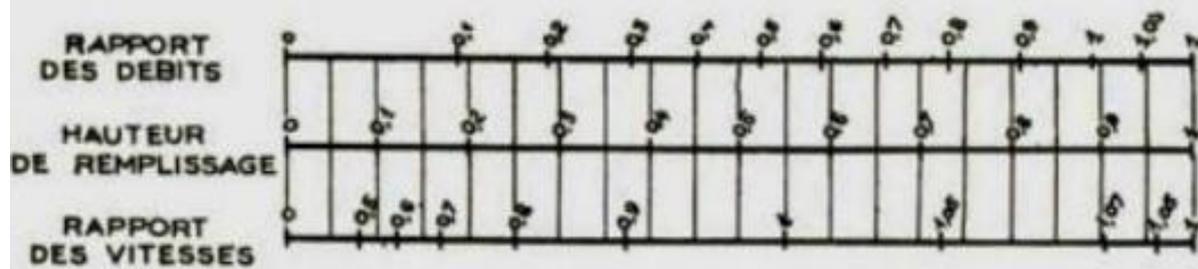
VARIATIONS DES DÉBITS ET DES VITESSES
EN FONCTION DE LA HAUTEUR DE REMPLISSAGE

(d'après la formule de Bazin)

a) Ouvrages circulaires



b) Ouvrages ovoïdes normalisés



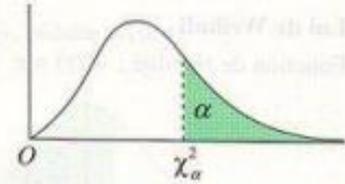
Exemple - Pour un ouvrage circulaire rempli aux 3/10, le débit est les 2/10 du débit à pleine section et la vitesse de l'eau est les 78/100 de la vitesse correspondant au débit à pleine section

Annexe 05 :

Table de distribution de χ^2 (loi de K. Pearson)

La table donne la probabilité α , en fonction du nombre de degrés de liberté ν , pour que χ^2 égale ou dépasse une valeur donnée χ^2_α

$$\alpha = P(\chi^2 \geq \chi^2_\alpha)$$



ν	$\alpha = 0,990$	$\alpha = 0,975$	$\alpha = 0,950$	$\alpha = 0,900$	$\alpha = 0,100$	$\alpha = 0,050$	$\alpha = 0,025$	$\alpha = 0,010$	$\alpha = 0,001$
1	0,0002	0,0010	0,0039	0,0158	2,71	3,84	5,02	6,63	10,83
2	0,02	0,05	0,10	0,21	4,61	5,99	7,38	9,21	13,82
3	0,12	0,22	0,35	0,58	6,25	7,81	9,35	11,34	16,27
4	0,30	0,48	0,71	1,06	7,78	9,49	11,14	13,28	18,47
5	0,55	0,83	1,15	1,61	9,24	11,07	12,83	15,09	20,52
6	0,87	1,24	1,64	2,20	10,64	12,59	14,45	16,81	22,46
7	1,24	1,69	2,17	2,83	12,02	14,07	16,01	18,47	24,32
8	1,65	2,18	2,73	3,49	13,36	15,51	17,53	20,09	26,13
9	2,09	2,70	3,33	4,17	14,68	16,92	19,02	21,67	27,88
10	2,56	3,25	3,94	4,87	15,99	18,31	20,48	23,21	29,59
11	3,05	3,82	4,57	5,58	17,27	19,67	21,92	24,72	31,26
12	3,57	4,40	5,23	6,30	18,55	21,03	23,34	26,22	32,91
13	4,11	5,01	5,89	7,04	19,81	22,36	24,74	27,69	34,53
14	4,66	5,63	6,57	7,79	21,06	23,68	26,12	29,14	36,12
15	5,23	6,26	7,26	8,55	22,31	25,00	27,49	30,58	37,70
16	5,81	6,91	7,96	9,31	23,54	26,30	28,84	32,00	39,25
17	6,41	7,56	8,67	10,08	24,77	27,59	30,19	33,41	40,79
18	7,01	8,23	9,39	10,86	25,99	28,87	31,53	34,80	42,31
19	7,63	8,91	10,12	11,65	27,20	30,14	32,85	36,19	43,82
20	8,26	9,59	10,85	12,44	28,41	31,41	34,17	37,57	45,32
21	8,90	10,28	11,59	13,24	29,61	32,67	35,48	38,93	46,80
22	9,54	10,98	12,34	14,04	30,81	33,92	36,78	40,29	48,27
23	10,20	11,69	13,09	14,85	32,01	35,17	38,08	41,64	49,73
24	10,86	12,40	13,85	15,66	33,20	36,41	39,37	42,98	51,18
25	11,52	13,12	14,61	16,47	34,38	37,65	40,65	44,31	52,62
26	12,20	13,84	15,38	17,29	35,56	38,88	41,92	45,64	54,05
27	12,88	14,57	16,15	18,11	36,74	40,11	43,19	46,96	55,48
28	13,57	15,31	16,93	18,94	37,92	41,34	44,46	48,28	56,89
29	14,26	16,05	17,71	19,77	39,09	42,56	45,72	49,59	58,30
30	14,95	16,79	18,49	20,60	40,26	43,77	46,98	50,89	59,70

Quand ν est supérieur à 30, on utilise la table de la loi normale (table de l'écart réduit) avec :

$$t = \sqrt{2\chi^2} - \sqrt{2\nu - 1}$$

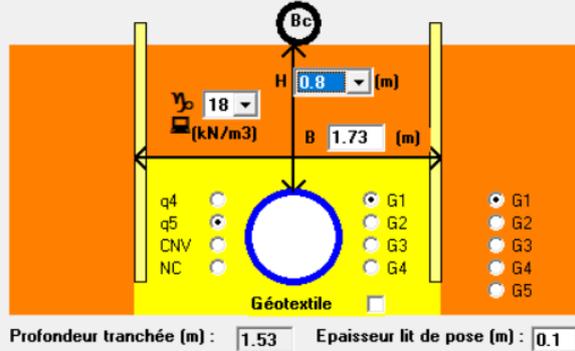
Annexe 06 :



Titre de l'affaire :
 Maître d'oeuvre : Entreprises :
 Rédacteur : Date : 26/06/2024

Tuyau Matériau : PVC_Normalisé Type : STRUCTURE CR8 DN : 630 Dénomination commerciale produit / fabricant : <input type="text"/>	PVC Normalisé Diamètre ext. (mm) : 630 Diamètre int. (mm) : 580 Rigidité (kPa) : 8
--	--

Les tubes en PVC bénéficient de la marque NF 055



Mode de pose
 Tranchée Remblai indéfini

Blindage
 S C CR CSG CDG
 Retrait : Cas 1 e (m) : 0.1
 Largeur de tranchée minimale

Charges
 Chaussée Roulantes : BC
 Permanentes (kN/m2) : 0
 de chantier (kN/m2) : 0

Profondeur tranchée (m) : 1.53 Epaisseur lit de pose (m) : 0.1

Nappe Déjaugage

LA SECURITE D'EMPLOI EST SATISFAITE

Ouvrir
Imprimer (Aperçu)

Coefficient de sécurité au flambement à long terme : 13.57 (minimum 2,5)	Ovalisation à court et long terme : CT : 0.7 (maximum 5%)* LT : 0.76 (maximum 10%)*	Contrainte ultime à court terme : 2.56 Limite : 37.5 MPa
---	---	---

* Valeurs limites de calcul du Fascicule 70

Aide
Enregistrer
Fermer

Coll	Tron	CR _{am} (m)	CR _{av} (m)	Dist (m)	I (m/m)	Q _{pl} (m ³ /s)	Q _{eu} (m ³ /s)	Q _t (m ³ /s)	K _s	D _{cal} (mm)	D _{nor} (mm)	D _{int} (mm)	V _{ps} (m/s)	Q _{ps} (m ³ /s)	R _q	R _v	R _h	V (m/s)	V _{min} (m/s)	H (mm)	Q _{ps} /10- Q _{eu}	Q _{ps} /100- Q _{eu}	Vitesse Autocurage
A1	R1-R2	515.16	514.42	20	0.037	0.5288	0.004	0.5328	100	403.22	500	459	4.54	0.751	0.71	1.079	0.62	4.9	1.111	0.284	0.07	0.0035	Autocurage vérifie
	R2-R3	512.47	511.75	20	0.036	0.5288	0.004	0.5328	100	405.29	500	459	4.48	0.741	0.72	1.082	0.63	4.847	1.099	0.287	0.07	0.0034	Autocurage vérifie
	R3-R4	509.75	509.05	20	0.035	0.5288	0.004	0.5328	100	407.44	500	459	4.42	0.731	0.73	1.085	0.63	4.794	1.088	0.29	0.07	0.0033	Autocurage vérifie
	R4-R5	507.05	506.33	20	0.036	0.5288	0.004	0.5328	100	405.29	500	459	4.48	0.741	0.72	1.082	0.63	4.847	1.099	0.287	0.07	0.0034	Autocurage vérifie
	R5-R6	504.83	504.12	20	0.0355	0.5288	0.004	0.5328	100	406.36	500	459	4.45	0.736	0.72	1.084	0.63	4.821	1.093	0.288	0.07	0.0034	Autocurage vérifie
	R6-R7	502.67	501.96	20	0.0355	0.5288	0.004	0.5328	100	406.36	500	459	4.45	0.736	0.72	1.084	0.63	4.821	1.093	0.288	0.07	0.0034	Autocurage vérifie
	R7-R8	500.46	499.75	20	0.0355	0.5288	0.004	0.5328	100	406.36	500	459	4.45	0.736	0.72	1.084	0.63	4.821	1.093	0.288	0.07	0.0034	Autocurage vérifie
	R8-R9	498.3	497.58	20	0.036	0.5288	0.004	0.5328	100	405.29	500	459	4.48	0.741	0.72	1.082	0.63	4.847	1.099	0.287	0.07	0.0034	Autocurage vérifie
	R9-R10	496.33	495.59	20	0.037	0.5288	0.004	0.5328	100	403.22	500	459	4.54	0.751	0.71	1.079	0.62	4.9	1.111	0.284	0.07	0.0035	Autocurage vérifie
	R10-R11	494.59	493.88	20	0.0355	0.5288	0.004	0.5328	100	406.36	500	459	4.45	0.736	0.72	1.084	0.63	4.821	1.093	0.288	0.07	0.0034	Autocurage vérifie
	R11-R12	492.93	492.23	20	0.035	0.5288	0.004	0.5328	100	407.44	500	459	4.42	0.731	0.73	1.085	0.63	4.794	1.088	0.29	0.07	0.0033	Autocurage vérifie
	R12-R13	491.08	490.38	20	0.035	0.5288	0.004	0.5328	100	407.44	500	459	4.42	0.731	0.73	1.085	0.63	4.794	1.088	0.29	0.07	0.0033	Autocurage vérifie
	R13-R14	488.28	487.54	20	0.037	0.5288	0.004	0.5328	100	403.22	500	459	4.54	0.751	0.71	1.079	0.62	4.9	1.111	0.284	0.07	0.0035	Autocurage vérifie
	R14-R15	485.54	484.8	20	0.037	0.5288	0.004	0.5328	100	403.22	500	459	4.54	0.751	0.71	1.079	0.62	4.9	1.111	0.284	0.07	0.0035	Autocurage vérifie
	R15-R16	483	482.23	20	0.0385	0.5288	0.004	0.5328	100	400.22	500	459	4.63	0.766	0.7	1.075	0.61	4.98	1.127	0.28	0.07	0.0037	Autocurage vérifie
	R16-R17	480.68	479.92	20	0.038	0.5288	0.004	0.5328	100	401.21	500	459	4.6	0.761	0.7	1.076	0.61	4.953	1.122	0.281	0.07	0.0036	Autocurage vérifie
	R17-R18	478.17	477.43	20	0.037	0.5288	0.004	0.5328	100	403.22	500	459	4.54	0.751	0.71	1.079	0.62	4.9	1.111	0.284	0.07	0.0035	Autocurage vérifie
	R18-R19	476.18	475.47	20	0.0355	0.5288	0.004	0.5328	100	406.36	500	459	4.45	0.736	0.72	1.084	0.63	4.821	1.093	0.288	0.07	0.0034	Autocurage vérifie
	R19-R20	474.82	474.11	20	0.0355	0.5288	0.004	0.5328	100	406.36	500	459	4.45	0.736	0.72	1.084	0.63	4.821	1.093	0.288	0.07	0.0034	Autocurage vérifie
	R20-R21	473.41	472.71	20	0.035	0.5288	0.004	0.5328	100	407.44	500	459	4.42	0.731	0.73	1.085	0.63	4.794	1.088	0.29	0.07	0.0033	Autocurage vérifie
	R21-R22	472.06	471.34	20	0.036	0.5288	0.004	0.5328	100	405.29	500	459	4.48	0.741	0.72	1.082	0.63	4.847	1.099	0.287	0.07	0.0034	Autocurage vérifie
A2	R23-R24	542.5	541.41	20	0.0545	0.2992	0.0021	0.3013	100	302.81	400	366	4.74	0.498	0.6	1.05	0.56	4.977	1.099	0.204	0.05	0.0029	Autocurage vérifie
	R24-R25	540.26	539.19	20	0.0535	0.2992	0.0021	0.3013	100	303.86	400	366	4.7	0.494	0.61	1.052	0.56	4.939	1.091	0.205	0.05	0.0028	Autocurage vérifie
	R25-R26	538.04	536.95	20	0.0545	0.2992	0.0021	0.3013	100	302.81	400	366	4.74	0.498	0.6	1.05	0.56	4.977	1.099	0.204	0.05	0.0029	Autocurage vérifie
	R26-R27	535.8	534.74	20	0.053	0.2992	0.0021	0.3013	100	304.39	400	366	4.67	0.492	0.61	1.053	0.56	4.92	1.087	0.205	0.05	0.0028	Autocurage vérifie
	R27-R28	533.34	532.26	20	0.054	0.2992	0.0021	0.3013	100	303.33	400	366	4.72	0.496	0.61	1.051	0.56	4.958	1.095	0.204	0.05	0.0029	Autocurage vérifie
	R28-R29	530.01	528.91	20	0.055	0.2992	0.0021	0.3013	100	302.29	400	366	4.76	0.501	0.6	1.049	0.55	4.995	1.103	0.203	0.05	0.0029	Autocurage vérifie
	R29-R30	527.56	526.49	20	0.0535	0.2992	0.0021	0.3013	100	303.86	400	366	4.7	0.494	0.61	1.052	0.56	4.939	1.091	0.205	0.05	0.0028	Autocurage vérifie
	R30-R31	525.54	524.48	20	0.053	0.2992	0.0021	0.3013	100	304.39	400	366	4.67	0.492	0.61	1.053	0.56	4.92	1.087	0.205	0.05	0.0028	Autocurage vérifie
	R31-R32	521.98	520.9	20	0.054	0.2992	0.0021	0.3013	100	303.33	400	366	4.72	0.496	0.61	1.051	0.56	4.958	1.095	0.204	0.05	0.0029	Autocurage vérifie
	R32-R33	518.65	517.59	20	0.053	0.2992	0.0021	0.3013	100	304.39	400	366	4.67	0.492	0.61	1.053	0.56	4.92	1.087	0.205	0.05	0.0028	Autocurage vérifie

Coll	Tron	CR _{am} (m)	CR _{av} (m)	Dist (m)	I (m/m)	Q _{pl} (m ³ /s)	Q _{eu} (m ³ /s)	Q _t (m ³ /s)	K _s	D _{cal} (mm)	D _{nor} (mm)	D _{int} (mm)	V _{ps} (m/s)	Q _{ps} (m ³ /s)	R _q	R _v	R _h	V (m/s)	V _{min} (m/s)	H (mm)	Q _{ps} /10- Q _{eu}	Q _{ps} /100- Q _{eu}	Vitesse Autocurage
A2	R33-R34	516.74	515.67	20	0.0535	0.2992	0.0021	0.3013	100	303.86	400	366	4.7	0.494	0.61	1.052	0.56	4.939	1.091	0.205	0.05	0.0028	Autocurage vérifie
	R34-R35	515.12	514.04	20	0.054	0.2992	0.0021	0.3013	100	303.33	400	366	4.72	0.496	0.61	1.051	0.56	4.958	1.095	0.204	0.05	0.0029	Autocurage vérifie
	R35-R36	513.74	512.65	20	0.0545	0.2992	0.0021	0.3013	100	302.81	400	366	4.74	0.498	0.6	1.05	0.56	4.977	1.099	0.204	0.05	0.0029	Autocurage vérifie
	R36-R37	511.6	510.52	20	0.054	0.2992	0.0021	0.3013	100	303.33	400	366	4.72	0.496	0.61	1.051	0.56	4.958	1.095	0.204	0.05	0.0029	Autocurage vérifie
	R37-R38	509.82	508.73	20	0.0545	0.2992	0.0021	0.3013	100	302.81	400	366	4.74	0.498	0.6	1.05	0.56	4.977	1.099	0.204	0.05	0.0029	Autocurage vérifie
	R38-R39	508.13	507.05	20	0.054	0.2992	0.0021	0.3013	100	303.33	400	366	4.72	0.496	0.61	1.051	0.56	4.958	1.095	0.204	0.05	0.0029	Autocurage vérifie
	R39-R40	506.35	505.26	20	0.0545	0.2992	0.0021	0.3013	100	302.81	400	366	4.74	0.498	0.6	1.05	0.56	4.977	1.099	0.204	0.05	0.0029	Autocurage vérifie
	R40-R41	504.66	503.59	20	0.0535	0.2992	0.0021	0.3013	100	303.86	400	366	4.7	0.494	0.61	1.052	0.56	4.939	1.091	0.205	0.05	0.0028	Autocurage vérifie
	R41-R42	502.94	501.87	20	0.0535	0.2992	0.0021	0.3013	100	303.86	400	366	4.7	0.494	0.61	1.052	0.56	4.939	1.091	0.205	0.05	0.0028	Autocurage vérifie
	R42-R43	501.17	500.1	20	0.0535	0.2992	0.0021	0.3013	100	303.86	400	366	4.7	0.494	0.61	1.052	0.56	4.939	1.091	0.205	0.05	0.0028	Autocurage vérifie
	R43-R44	499.65	498.58	20	0.0535	0.2992	0.0021	0.3013	100	303.86	400	366	4.7	0.494	0.61	1.052	0.56	4.939	1.091	0.205	0.05	0.0028	Autocurage vérifie
	R44-R45	498.13	497.07	20	0.053	0.2992	0.0021	0.3013	100	304.39	400	366	4.67	0.492	0.61	1.053	0.56	4.92	1.087	0.205	0.05	0.0028	Autocurage vérifie
	R45-R46	496.47	495.4	20	0.0535	0.2992	0.0021	0.3013	100	303.86	400	366	4.7	0.494	0.61	1.052	0.56	4.939	1.091	0.205	0.05	0.0028	Autocurage vérifie
	R46-R47	494.85	493.78	20	0.0535	0.2992	0.0021	0.3013	100	303.86	400	366	4.7	0.494	0.61	1.052	0.56	4.939	1.091	0.205	0.05	0.0028	Autocurage vérifie
	R47-R48	493.18	492.12	20	0.053	0.2992	0.0021	0.3013	100	304.39	400	366	4.67	0.492	0.61	1.053	0.56	4.92	1.087	0.205	0.05	0.0028	Autocurage vérifie
	R48-R49	491.12	490.05	20	0.0535	0.2992	0.0021	0.3013	100	303.86	400	366	4.7	0.494	0.61	1.052	0.56	4.939	1.091	0.205	0.05	0.0028	Autocurage vérifie
	R49-R50	488.9	487.83	20	0.0535	0.2992	0.0021	0.3013	100	303.86	400	366	4.7	0.494	0.61	1.052	0.56	4.939	1.091	0.205	0.05	0.0028	Autocurage vérifie
	R50-R51	486.13	485.04	20	0.0545	0.2992	0.0021	0.3013	100	302.81	400	366	4.74	0.498	0.6	1.05	0.56	4.977	1.099	0.204	0.05	0.0029	Autocurage vérifie
	R51-R52	483.29	482.19	20	0.055	0.2992	0.0021	0.3013	100	302.29	400	366	4.76	0.501	0.6	1.049	0.55	4.995	1.103	0.203	0.05	0.0029	Autocurage vérifie
	R52-R53	480.14	479.04	20	0.055	0.2992	0.0021	0.3013	100	302.29	400	366	4.76	0.501	0.6	1.049	0.55	4.995	1.103	0.203	0.05	0.0029	Autocurage vérifie
R53-R54	478.39	477.04	25	0.054	0.2992	0.0021	0.3013	100	303.33	400	366	4.72	0.496	0.61	1.051	0.56	4.958	1.095	0.204	0.05	0.0029	Autocurage vérifie	
R54-R55	476.44	475.07	25	0.0548	0.2992	0.0021	0.3013	100	302.49	400	366	4.75	0.5	0.6	1.049	0.56	4.988	1.101	0.203	0.05	0.0029	Autocurage vérifie	
R55-R56	475.07	474.1	30	0.0323	0.2992	0.0021	0.3013	100	333.95	400	366	3.65	0.384	0.78	1.106	0.67	4.04	0.899	0.244	0.04	0.0017	Autocurage vérifie	
R56-R57	474.1	473.12	30	0.0326	0.2992	0.0021	0.3013	100	333.5	400	366	3.66	0.385	0.78	1.105	0.67	4.05	0.901	0.244	0.04	0.0018	Autocurage vérifie	
R57-R58	473.12	472.21	28.5	0.032	0.2992	0.0021	0.3013	100	334.53	400	366	3.63	0.382	0.79	1.108	0.67	4.027	0.896	0.245	0.04	0.0017	Autocurage vérifie	
R58-R22	472.21	470.99	38.5	0.0317	0.2992	0.0021	0.3013	100	335.21	400	366	3.61	0.38	0.79	1.11	0.67	4.011	0.892	0.246	0.04	0.0017	Autocurage vérifie	
A3	R22-R59	469.79	469.22	20	0.0285	0.828	0.0061	0.8341	100	500.94	630	580	4.66	1.23	0.68	1.07	0.6	4.986	1.12	0.348	0.12	0.0062	Autocurage vérifie
	R59-R60	467.62	467.05	20	0.0285	0.828	0.0061	0.8341	100	500.94	630	580	4.66	1.23	0.68	1.07	0.6	4.986	1.12	0.348	0.12	0.0062	Autocurage vérifie
	R60-R61	465.4	464.84	20	0.028	0.828	0.0061	0.8341	100	502.61	630	580	4.62	1.22	0.68	1.072	0.6	4.949	1.112	0.35	0.12	0.0061	Autocurage vérifie
	R61-R62	463.34	462.78	20	0.028	0.828	0.0061	0.8341	100	502.61	630	580	4.62	1.22	0.68	1.072	0.6	4.949	1.112	0.35	0.12	0.0061	Autocurage vérifie
	R62-R63	461.23	460.66	20	0.0285	0.828	0.0061	0.8341	100	500.94	630	580	4.66	1.23	0.68	1.07	0.6	4.986	1.12	0.348	0.12	0.0062	Autocurage vérifie

Coll	Tron	CR _{am} (m)	CR _{av} (m)	Dist (m)	I (m/m)	Q _{pl} (m ³ /s)	Q _{eu} (m ³ /s)	Q _t (m ³ /s)	K _s	D _{cal} (mm)	D _{nor} (mm)	D _{int} (mm)	V _{ps} (m/s)	Q _{ps} (m ³ /s)	R _q	R _v	R _h	V (m/s)	V _{min} (m/s)	H (mm)	Q _{ps} /10- Q _{eu}	Q _{ps} /100- Q _{eu}	Vitesse Autocurage
A3	R63-R64	458.86	458.33	20	0.0265	0.828	0.0061	0.8341	100	507.82	630	580	4.49	1.186	0.7	1.077	0.62	4.839	1.089	0.357	0.11	0.0058	Autocurage vérifie
	R64-R65	456.28	455.74	20	0.027	0.828	0.0061	0.8341	100	506.05	630	580	4.54	1.198	0.7	1.075	0.61	4.876	1.097	0.354	0.11	0.0059	Autocurage vérifie
	R65-R66	453.69	453.13	20	0.028	0.828	0.0061	0.8341	100	502.61	630	580	4.62	1.22	0.68	1.072	0.6	4.949	1.112	0.35	0.12	0.0061	Autocurage vérifie
	R66-R67	450.88	450.33	20	0.0275	0.828	0.0061	0.8341	100	504.31	630	580	4.58	1.209	0.69	1.073	0.61	4.912	1.105	0.352	0.11	0.006	Autocurage vérifie
	R67-R68	448.03	447.47	20	0.028	0.828	0.0061	0.8341	100	502.61	630	580	4.62	1.22	0.68	1.072	0.6	4.949	1.112	0.35	0.12	0.0061	Autocurage vérifie
	R68-R69	445.32	444.75	20	0.0285	0.828	0.0061	0.8341	100	500.94	630	580	4.66	1.23	0.68	1.07	0.6	4.986	1.12	0.348	0.12	0.0062	Autocurage vérifie
	R69-R70	442.65	442.09	20	0.028	0.828	0.0061	0.8341	100	502.61	630	580	4.62	1.22	0.68	1.072	0.6	4.949	1.112	0.35	0.12	0.0061	Autocurage vérifie
	R70-R71	439.99	439.44	20	0.0275	0.828	0.0061	0.8341	100	504.31	630	580	4.58	1.209	0.69	1.073	0.61	4.912	1.105	0.352	0.11	0.006	Autocurage vérifie
	R71-R72	437.39	436.84	20	0.0275	0.828	0.0061	0.8341	100	504.31	630	580	4.58	1.209	0.69	1.073	0.61	4.912	1.105	0.352	0.11	0.006	Autocurage vérifie
	R72-R73	435.19	434.63	20	0.028	0.828	0.0061	0.8341	100	502.61	630	580	4.62	1.22	0.68	1.072	0.6	4.949	1.112	0.35	0.12	0.0061	Autocurage vérifie
	R73-R74	432.18	431.59	21	0.0281	0.828	0.0061	0.8341	100	502.29	630	580	4.63	1.222	0.68	1.071	0.6	4.956	1.114	0.349	0.12	0.0061	Autocurage vérifie
	R74-R75	430.34	429.76	21	0.0276	0.828	0.0061	0.8341	100	503.9	630	580	4.59	1.211	0.69	1.073	0.61	4.921	1.107	0.352	0.12	0.006	Autocurage vérifie
	R75-R76	429.06	428.47	21	0.0281	0.828	0.0061	0.8341	100	502.29	630	580	4.63	1.222	0.68	1.071	0.6	4.956	1.114	0.349	0.12	0.0061	Autocurage vérifie
	R76-R77	428.27	427.7	21	0.0271	0.828	0.0061	0.8341	100	505.55	630	580	4.55	1.201	0.69	1.075	0.61	4.886	1.099	0.354	0.11	0.0059	Autocurage vérifie
	R77-R78	427.7	427.26	21	0.021	0.828	0.0061	0.8341	100	530.69	630	580	4	1.055	0.79	1.109	0.67	4.43	0.997	0.389	0.1	0.0045	Autocurage vérifie
	R78-R79	427.26	426.82	21	0.021	0.828	0.0061	0.8341	100	530.69	630	580	4	1.055	0.79	1.109	0.67	4.43	0.997	0.389	0.1	0.0045	Autocurage vérifie
R79-R80	426.82	426.35	21.5	0.0219	0.828	0.0061	0.8341	100	526.48	630	580	4.08	1.078	0.77	1.102	0.66	4.497	1.013	0.383	0.1	0.0047	Autocurage vérifie	
A4	R81-R82	534.12	532.66	20	0.073	0.1889	0.0013	0.1902	100	241.24	315	289	4.69	0.307	0.62	1.054	0.56	4.942	1.087	0.163	0.03	0.0018	Autocurage vérifie
	R82-R83	531.86	530.42	20	0.072	0.1889	0.0013	0.1902	100	241.86	315	289	4.65	0.305	0.62	1.056	0.57	4.913	1.082	0.164	0.03	0.0018	Autocurage vérifie
	R83-R84	529.12	526.79	32.26	0.0722	0.1889	0.0013	0.1902	100	241.72	315	289	4.66	0.306	0.62	1.055	0.57	4.92	1.083	0.164	0.03	0.0018	Autocurage vérifie
	R84-R85	526.79	516.76	155	0.0647	0.1889	0.0013	0.1902	100	246.75	315	289	4.41	0.289	0.66	1.065	0.59	4.698	1.037	0.17	0.03	0.0016	Autocurage vérifie
	R85-R86	516.46	515.52	20.5	0.0459	0.3959	0.0028	0.3987	100	347.42	400	366	4.35	0.457	0.87	1.135	0.72	4.935	1.102	0.264	0.04	0.0018	Autocurage vérifie
	R86-R87	514.62	513.7	20.5	0.0449	0.3959	0.0028	0.3987	100	348.82	400	366	4.3	0.452	0.88	1.137	0.73	4.889	1.093	0.266	0.04	0.0017	Autocurage vérifie
	R87-R88	512.05	511.11	20.5	0.0459	0.3959	0.0028	0.3987	100	347.42	400	366	4.35	0.457	0.87	1.135	0.72	4.935	1.102	0.264	0.04	0.0018	Autocurage vérifie
	R88-R89	510.01	509.05	20.5	0.0468	0.3959	0.0028	0.3987	100	346.05	400	366	4.39	0.462	0.86	1.133	0.72	4.98	1.11	0.262	0.04	0.0018	Autocurage vérifie
	R89-R90	507.55	506.59	20.5	0.0468	0.3959	0.0028	0.3987	100	346.05	400	366	4.39	0.462	0.86	1.133	0.72	4.98	1.11	0.262	0.04	0.0018	Autocurage vérifie
	R90-R91	505.39	504.43	20.5	0.0468	0.3959	0.0028	0.3987	100	346.05	400	366	4.39	0.462	0.86	1.133	0.72	4.98	1.11	0.262	0.04	0.0018	Autocurage vérifie
	R91-R92	504.23	503.29	21	0.0448	0.3959	0.0028	0.3987	100	348.99	400	366	4.3	0.452	0.88	1.137	0.73	4.884	1.092	0.266	0.04	0.0017	Autocurage vérifie
	R92-R93	503.29	502.3	21	0.0471	0.3959	0.0028	0.3987	100	345.61	400	366	4.41	0.464	0.86	1.133	0.71	4.993	1.113	0.261	0.04	0.0018	Autocurage vérifie
	R93-R94	502.3	501.37	21	0.0443	0.3959	0.0028	0.3987	100	349.69	400	366	4.27	0.449	0.89	1.137	0.73	4.86	1.088	0.267	0.04	0.0017	Autocurage vérifie
	R94-R95	501.37	500.38	21	0.0471	0.3959	0.0028	0.3987	100	345.61	400	366	4.41	0.464	0.86	1.133	0.71	4.993	1.113	0.261	0.04	0.0018	Autocurage vérifie

Coll	Tron	CR _{am} (m)	CR _{av} (m)	Dist (m)	I (m/m)	Q _{pl} (m ³ /s)	Q _{eu} (m ³ /s)	Q _t (m ³ /s)	K _s	D _{cal} (mm)	D _{nor} (mm)	D _{int} (mm)	V _{ps} (m/s)	Q _{ps} (m ³ /s)	R _q	R _v	R _h	V (m/s)	V _{min} (m/s)	H (mm)	Q _{ps} /10- Q _{eu}	Q _{ps} /100- Q _{eu}	Vitesse Autocurage
A4	R95-R96	500.23	499.26	21	0.0462	0.3959	0.0028	0.3987	100	346.94	400	366	4.36	0.459	0.87	1.134	0.72	4.951	1.105	0.263	0.04	0.0018	Autocurage vérifie
	R96-R97	498.91	497.94	21	0.0462	0.3959	0.0028	0.3987	100	346.94	400	366	4.36	0.459	0.87	1.134	0.72	4.951	1.105	0.263	0.04	0.0018	Autocurage vérifie
	R97-R98	497.59	496.62	21	0.0462	0.3959	0.0028	0.3987	100	346.94	400	366	4.36	0.459	0.87	1.134	0.72	4.951	1.105	0.263	0.04	0.0018	Autocurage vérifie
	R98-R99	496.27	495.3	21	0.0462	0.3959	0.0028	0.3987	100	346.94	400	366	4.36	0.459	0.87	1.134	0.72	4.951	1.105	0.263	0.04	0.0018	Autocurage vérifie
	R99-R100	495.05	494.06	21	0.0471	0.3959	0.0028	0.3987	100	345.61	400	366	4.41	0.464	0.86	1.133	0.71	4.993	1.113	0.261	0.04	0.0018	Autocurage vérifie
	R100-R101	491.66	491.12	20	0.027	0.8888	0.0063	0.8951	100	519.62	630	580	4.54	1.198	0.75	1.092	0.64	4.951	1.106	0.373	0.11	0.0057	Autocurage vérifie
	R101-R102	491.02	489.67	50	0.027	0.8888	0.0063	0.8951	100	519.62	630	580	4.54	1.198	0.75	1.092	0.64	4.951	1.106	0.373	0.11	0.0057	Autocurage vérifie
	R102-R103	488.52	487.2	50	0.0264	0.8888	0.0063	0.8951	100	521.81	630	580	4.48	1.184	0.76	1.095	0.65	4.91	1.096	0.376	0.11	0.0055	Autocurage vérifie
	R103-R104	486.2	485.54	25	0.0264	0.8888	0.0063	0.8951	100	521.81	630	580	4.48	1.184	0.76	1.095	0.65	4.91	1.096	0.376	0.11	0.0055	Autocurage vérifie
	R104-R105	484.54	483.85	25	0.0276	0.8888	0.0063	0.8951	100	517.48	630	580	4.59	1.211	0.74	1.089	0.64	4.992	1.115	0.37	0.11	0.0058	Autocurage vérifie
	R105-R106	482.2	481.65	20	0.0275	0.8888	0.0063	0.8951	100	517.83	630	580	4.58	1.209	0.74	1.089	0.64	4.985	1.113	0.371	0.11	0.0058	Autocurage vérifie
	R106-R107	479.95	479.4	20	0.0275	0.8888	0.0063	0.8951	100	517.83	630	580	4.58	1.209	0.74	1.089	0.64	4.985	1.113	0.371	0.11	0.0058	Autocurage vérifie
	R107-R108	477.3	476.79	20	0.0255	0.8888	0.0063	0.8951	100	525.22	630	580	4.41	1.164	0.77	1.1	0.66	4.849	1.082	0.381	0.11	0.0053	Autocurage vérifie
	R108-R109	474.59	474.06	20	0.0265	0.8888	0.0063	0.8951	100	521.44	630	580	4.49	1.186	0.75	1.094	0.65	4.917	1.098	0.376	0.11	0.0056	Autocurage vérifie
	R109-R110	471.31	470.78	20	0.0265	0.8888	0.0063	0.8951	100	521.44	630	580	4.49	1.186	0.75	1.094	0.65	4.917	1.098	0.376	0.11	0.0056	Autocurage vérifie
	R110-R111	466.68	465.99	25	0.0276	0.8888	0.0063	0.8951	100	517.48	630	580	4.59	1.211	0.74	1.089	0.64	4.992	1.115	0.37	0.11	0.0058	Autocurage vérifie
	R111-R112	461.89	461.21	25	0.0272	0.8888	0.0063	0.8951	100	518.9	630	580	4.55	1.202	0.74	1.091	0.64	4.965	1.109	0.372	0.11	0.0057	Autocurage vérifie
	R112-R113	458.01	457.49	20	0.026	0.8888	0.0063	0.8951	100	523.31	630	580	4.45	1.175	0.76	1.097	0.65	4.883	1.09	0.378	0.11	0.0055	Autocurage vérifie
	R113-R114	454.19	453.66	20	0.0265	0.8888	0.0063	0.8951	100	521.44	630	580	4.49	1.186	0.75	1.094	0.65	4.917	1.098	0.376	0.11	0.0056	Autocurage vérifie
	R114-R115	450.16	449.64	20	0.026	0.8888	0.0063	0.8951	100	523.31	630	580	4.45	1.175	0.76	1.097	0.65	4.883	1.09	0.378	0.11	0.0055	Autocurage vérifie
R115-R116	445.64	445.11	20	0.0265	0.8888	0.0063	0.8951	100	521.44	630	580	4.49	1.186	0.75	1.094	0.65	4.917	1.098	0.376	0.11	0.0056	Autocurage vérifie	
R116-R117	441.01	440.5	20	0.0255	0.8888	0.0063	0.8951	100	525.22	630	580	4.41	1.164	0.77	1.1	0.66	4.849	1.082	0.381	0.11	0.0053	Autocurage vérifie	
R117-R118	436.4	435.9	19	0.0263	0.8888	0.0063	0.8951	100	522.13	630	580	4.48	1.182	0.76	1.095	0.65	4.904	1.095	0.377	0.11	0.0055	Autocurage vérifie	
R118-R119	431.8	431.3	19	0.0263	0.8888	0.0063	0.8951	100	522.13	630	580	4.48	1.182	0.76	1.095	0.65	4.904	1.095	0.377	0.11	0.0055	Autocurage vérifie	
R119-R80	427.35	426.85	18.36	0.0272	0.8888	0.0063	0.8951	100	518.78	630	580	4.55	1.203	0.74	1.091	0.64	4.967	1.109	0.372	0.11	0.0057	Autocurage vérifie	
A5	R80-R120	426.35	425.89	26.5	0.0174	1.2788	0.0091	1.2879	75	720.72	800	800	3.38	1.698	0.76	1.096	0.65	3.704	0.828	0.52	0.16	0.0079	Autocurage vérifie
	R120-R121	425.89	425.53	18.5	0.0195	1.2788	0.0091	1.2879	75	705.44	800	800	3.58	1.798	0.72	1.081	0.62	3.868	0.864	0.499	0.17	0.0089	Autocurage vérifie
	R121-R122	422.03	421.29	20	0.037	1.2788	0.0091	1.2879	75	625.37	800	800	4.93	2.479	0.52	1.012	0.51	4.993	1.112	0.408	0.24	0.0157	Autocurage vérifie
	R122-R123	417.79	417.06	20	0.0365	1.2788	0.0091	1.2879	75	626.96	800	800	4.9	2.462	0.52	1.014	0.51	4.969	1.106	0.409	0.24	0.0155	Autocurage vérifie
	R123-R124	414.31	413.57	20	0.037	1.2788	0.0091	1.2879	75	625.37	800	800	4.93	2.479	0.52	1.012	0.51	4.993	1.112	0.408	0.24	0.0157	Autocurage vérifie
	R124-R125	410.92	410.21	19.5	0.0364	1.2788	0.0091	1.2879	75	627.25	800	800	4.89	2.459	0.52	1.014	0.51	4.964	1.105	0.409	0.24	0.0155	Autocurage vérifie

Coll	Tron	CR _{am} (m)	CR _{av} (m)	Dist (m)	I (m/m)	Q _{pl} (m ³ /s)	Q _{eu} (m ³ /s)	Q _t (m ³ /s)	K _s	D _{cal} (mm)	D _{nor} (mm)	D _{int} (mm)	V _{ps} (m/s)	Q _{ps} (m ³ /s)	R _q	R _v	R _h	V (m/s)	V _{min} (m/s)	H (mm)	Q _{ps} /10- Q _{eu}	Q _{ps} /100- Q _{eu}	Vitesse Autocurage
A5	R125-R126	407.66	406.96	20	0.035	1.2788	0.0091	1.2879	75	631.92	800	800	4.8	2.411	0.53	1.02	0.52	4.895	1.088	0.414	0.23	0.015	Autocurage vérifie
	R126-R127	405.21	404.53	20	0.034	1.2788	0.0091	1.2879	75	635.36	800	800	4.73	2.376	0.54	1.024	0.52	4.843	1.075	0.417	0.23	0.0147	Autocurage vérifie
	R127-R128	402.68	401.94	20	0.037	1.2788	0.0091	1.2879	75	625.37	800	800	4.93	2.479	0.52	1.012	0.51	4.993	1.112	0.408	0.24	0.0157	Autocurage vérifie
	R128-R129	400.44	399.71	20	0.0365	1.2788	0.0091	1.2879	75	626.96	800	800	4.9	2.462	0.52	1.014	0.51	4.969	1.106	0.409	0.24	0.0155	Autocurage vérifie
	R129-R130	399.06	398.22	24	0.035	1.2788	0.0091	1.2879	75	631.92	800	800	4.8	2.411	0.53	1.02	0.52	4.895	1.088	0.414	0.23	0.015	Autocurage vérifie
	R130-R131	398.22	397.75	24.5	0.0192	1.2788	0.0091	1.2879	75	707.33	800	800	3.55	1.785	0.72	1.083	0.63	3.846	0.86	0.501	0.17	0.0087	Autocurage vérifie
	R131-R132	397.75	397.04	40	0.0177	1.2788	0.0091	1.2879	75	717.71	800	800	3.42	1.717	0.75	1.093	0.65	3.734	0.835	0.516	0.16	0.0081	Autocurage vérifie
	R132-R133	397.04	396.13	50	0.0182	1.2788	0.0091	1.2879	75	714.35	800	800	3.46	1.738	0.74	1.089	0.64	3.769	0.843	0.511	0.16	0.0083	Autocurage vérifie
	R133-R134	396.13	395.51	25	0.0248	1.2788	0.0091	1.2879	75	674.08	800	800	4.04	2.029	0.63	1.059	0.57	4.277	0.949	0.459	0.19	0.0112	Autocurage vérifie
	R134-R135	394.96	394.07	25	0.0356	1.2788	0.0091	1.2879	75	629.91	800	800	4.84	2.431	0.53	1.018	0.52	4.925	1.095	0.412	0.23	0.0152	Autocurage vérifie
	R135-R136	393.87	392.95	25	0.0368	1.2788	0.0091	1.2879	75	626	800	800	4.92	2.472	0.52	1.013	0.51	4.983	1.11	0.408	0.24	0.0156	Autocurage vérifie
	R136-R137	392.95	392.12	25	0.0332	1.2788	0.0091	1.2879	75	638.2	800	800	4.67	2.348	0.55	1.027	0.53	4.801	1.065	0.42	0.23	0.0144	Autocurage vérifie
	R137-R138	392.12	391.21	25	0.0364	1.2788	0.0091	1.2879	75	627.29	800	800	4.89	2.459	0.52	1.014	0.51	4.964	1.105	0.409	0.24	0.0155	Autocurage vérifie
	R138-R139	391.01	390.09	25	0.0368	1.2788	0.0091	1.2879	75	626	800	800	4.92	2.472	0.52	1.013	0.51	4.983	1.11	0.408	0.24	0.0156	Autocurage vérifie
	R139-R140	389.89	389.04	25	0.034	1.2788	0.0091	1.2879	75	635.36	800	800	4.73	2.376	0.54	1.024	0.52	4.843	1.075	0.417	0.23	0.0147	Autocurage vérifie
	R140-R141	388.84	387.92	25	0.0368	1.2788	0.0091	1.2879	75	626	800	800	4.92	2.472	0.52	1.013	0.51	4.983	1.11	0.408	0.24	0.0156	Autocurage vérifie
	R141-R142	387.52	386.64	25	0.0352	1.2788	0.0091	1.2879	75	631.24	800	800	4.81	2.418	0.53	1.019	0.52	4.905	1.09	0.413	0.23	0.0151	Autocurage vérifie
	R142-R143	386.04	385.14	25	0.036	1.2788	0.0091	1.2879	75	628.59	800	800	4.87	2.445	0.53	1.016	0.51	4.944	1.1	0.411	0.24	0.0154	Autocurage vérifie
	R143-R144	384.39	383.51	25	0.0352	1.2788	0.0091	1.2879	75	631.24	800	800	4.81	2.418	0.53	1.019	0.52	4.905	1.09	0.413	0.23	0.0151	Autocurage vérifie
	R144-R145	382.21	381.32	25	0.0356	1.2788	0.0091	1.2879	75	629.91	800	800	4.84	2.431	0.53	1.018	0.52	4.925	1.095	0.412	0.23	0.0152	Autocurage vérifie
R145-R146	380.52	379.64	25	0.0352	1.2788	0.0091	1.2879	75	631.24	800	800	4.81	2.418	0.53	1.019	0.52	4.905	1.09	0.413	0.23	0.0151	Autocurage vérifie	
R146-R147	378.79	377.88	25	0.0364	1.2788	0.0091	1.2879	75	627.29	800	800	4.89	2.459	0.52	1.014	0.51	4.964	1.105	0.409	0.24	0.0155	Autocurage vérifie	
R147-R148	376.58	375.69	25	0.0356	1.2788	0.0091	1.2879	75	629.91	800	800	4.84	2.431	0.53	1.018	0.52	4.925	1.095	0.412	0.23	0.0152	Autocurage vérifie	
R148-R149	374.54	373.64	25	0.036	1.2788	0.0091	1.2879	75	628.59	800	800	4.87	2.445	0.53	1.016	0.51	4.944	1.1	0.411	0.24	0.0154	Autocurage vérifie	
R149-R150	372.04	371.13	25	0.0364	1.2788	0.0091	1.2879	75	627.29	800	800	4.89	2.459	0.52	1.014	0.51	4.964	1.105	0.409	0.24	0.0155	Autocurage vérifie	
R150-R151	369.73	368.83	25	0.036	1.2788	0.0091	1.2879	75	628.59	800	800	4.87	2.445	0.53	1.016	0.51	4.944	1.1	0.411	0.24	0.0154	Autocurage vérifie	
R151-R152	368.23	367.32	25	0.0364	1.2788	0.0091	1.2879	75	627.29	800	800	4.89	2.459	0.52	1.014	0.51	4.964	1.105	0.409	0.24	0.0155	Autocurage vérifie	
R152-R431	366.92	365.96	26	0.0369	1.2788	0.0091	1.2879	75	625.61	800	800	4.93	2.476	0.52	1.012	0.51	4.989	1.112	0.408	0.24	0.0157	Autocurage vérifie	
B1	R153-R154	590.87	589.21	26.4	0.0629	0.259	0.0018	0.2608	100	279.26	315	289	4.35	0.285	0.91	1.139	0.75	4.956	1.111	0.216	0.03	0.0011	Autocurage vérifie
	R154-R155	589.21	587.12	33.6	0.0622	0.259	0.0018	0.2608	100	279.83	315	289	4.33	0.284	0.92	1.139	0.75	4.929	1.107	0.216	0.03	0.001	Autocurage vérifie
	R155-R156	586.82	584.95	30	0.0623	0.259	0.0018	0.2608	100	279.72	315	289	4.33	0.284	0.92	1.139	0.75	4.934	1.108	0.216	0.03	0.001	Autocurage vérifie

Coll	Tron	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qpl (m³/s)	Qeu (m³/s)	Qt (m³/s)	Ks	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Dint (mm)	Vps (m/s)	Qps (m³/s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	Vmin (m/s)	H (mm)	Q _{ps} /10- Q _{eu}	Q _{ps} /100- Q _{eu}	Vitesse Autocurage
B1	R156-R157	584.1	582.62	24	0.0617	0.259	0.0018	0.2608	100	280.28	315	289	4.31	0.282	0.92	1.139	0.75	4.908	1.103	0.217	0.03	0.001	Autocurage vérifie
	R157-R158	582.02	580.68	21	0.0638	0.259	0.0018	0.2608	100	278.49	315	289	4.38	0.287	0.91	1.139	0.74	4.991	1.117	0.214	0.03	0.0011	Autocurage vérifie
	R158-R159	579.28	577.24	33	0.0618	0.259	0.0018	0.2608	100	280.15	315	289	4.31	0.283	0.92	1.139	0.75	4.914	1.104	0.217	0.03	0.001	Autocurage vérifie
	R159-R160	576.24	574.8	23.4	0.0615	0.259	0.0018	0.2608	100	280.39	315	289	4.3	0.282	0.92	1.139	0.75	4.903	1.103	0.217	0.03	0.001	Autocurage vérifie
	R160-R161	574.3	573.54	12	0.0633	0.259	0.0018	0.2608	100	278.88	315	289	4.37	0.286	0.91	1.139	0.74	4.973	1.114	0.215	0.03	0.0011	Autocurage vérifie
	R161-R162	572.94	572	15	0.0627	0.259	0.0018	0.2608	100	279.44	315	289	4.34	0.285	0.92	1.139	0.75	4.947	1.11	0.216	0.03	0.001	Autocurage vérifie
	R162-R163	571.2	569.34	30	0.062	0.259	0.0018	0.2608	100	280	315	289	4.32	0.283	0.92	1.139	0.75	4.921	1.106	0.217	0.03	0.001	Autocurage vérifie
	R163-R164	569.34	567.14	35	0.0629	0.259	0.0018	0.2608	100	279.28	315	289	4.35	0.285	0.91	1.139	0.75	4.955	1.111	0.216	0.03	0.0011	Autocurage vérifie
	R164-R165	567.14	565.3	30	0.0613	0.259	0.0018	0.2608	100	280.57	315	289	4.3	0.282	0.93	1.139	0.75	4.895	1.101	0.218	0.03	0.001	Autocurage vérifie
	R165-R166	565.3	563.74	25	0.0624	0.259	0.0018	0.2608	100	279.66	315	289	4.33	0.284	0.92	1.139	0.75	4.937	1.108	0.216	0.03	0.001	Autocurage vérifie
	R166-R167	563.74	561.82	31	0.0619	0.259	0.0018	0.2608	100	280.05	315	289	4.32	0.283	0.92	1.139	0.75	4.919	1.105	0.217	0.03	0.001	Autocurage vérifie
B2	R168-R169	620.87	619.92	19	0.05	0.3547	0.0025	0.3572	100	328.02	400	366	4.54	0.48	0.75	1.092	0.64	4.958	1.106	0.236	0.05	0.0023	Autocurage vérifie
	R168-R170	617.41	616.46	19	0.05	0.3547	0.0025	0.3572	100	328.02	400	366	4.54	0.48	0.75	1.092	0.64	4.958	1.106	0.236	0.05	0.0023	Autocurage vérifie
	R170-R171	615.51	614.57	19	0.0495	0.3547	0.0025	0.3572	100	328.67	400	366	4.52	0.47	0.75	1.094	0.65	4.939	1.101	0.237	0.04	0.0022	Autocurage vérifie
	R171-R172	612.08	611.06	20	0.051	0.3547	0.0025	0.3572	100	326.8	400	366	4.59	0.48	0.74	1.089	0.64	4.995	1.114	0.234	0.05	0.0023	Autocurage vérifie
	R172-R173	609.31	608.31	20	0.05	0.3547	0.0025	0.3572	100	328.02	400	366	4.54	0.48	0.75	1.092	0.64	4.958	1.106	0.236	0.05	0.0023	Autocurage vérifie
	R173-R174	607.71	607.27	9.1	0.0484	0.3547	0.0025	0.3572	100	330.09	400	366	4.46	0.47	0.76	1.097	0.65	4.897	1.092	0.239	0.04	0.0022	Autocurage vérifie
	R174-R175	605.22	603.82	28	0.05	0.3547	0.0025	0.3572	100	328.02	400	366	4.54	0.48	0.75	1.092	0.64	4.958	1.106	0.236	0.05	0.0023	Autocurage vérifie
	R175-R176	602.22	601.12	22	0.05	0.3547	0.0025	0.3572	100	328.02	400	366	4.54	0.48	0.75	1.092	0.64	4.958	1.106	0.236	0.05	0.0023	Autocurage vérifie
	R176-R177	600.72	600.38	7	0.0486	0.3547	0.0025	0.3572	100	329.81	400	366	4.48	0.47	0.76	1.096	0.65	4.906	1.094	0.238	0.04	0.0022	Autocurage vérifie
	R177-R178	599.03	598.02	20	0.0505	0.3547	0.0025	0.3572	100	327.41	400	366	4.56	0.48	0.74	1.091	0.64	4.977	1.11	0.235	0.05	0.0023	Autocurage vérifie
	R178-R179	595.72	594.46	25	0.0504	0.3547	0.0025	0.3572	100	327.53	400	366	4.56	0.48	0.75	1.091	0.64	4.973	1.109	0.235	0.05	0.0023	Autocurage vérifie
	R179-R180	592.91	591.91	20	0.05	0.3547	0.0025	0.3572	100	328.02	400	366	4.54	0.48	0.75	1.092	0.64	4.958	1.106	0.236	0.05	0.0023	Autocurage vérifie
	R180-R181	590.26	589	25.5	0.0494	0.3547	0.0025	0.3572	100	328.75	400	366	4.51	0.47	0.75	1.094	0.65	4.937	1.101	0.237	0.04	0.0022	Autocurage vérifie
	R181-R182	589	588.48	10.25	0.0507	0.3547	0.0025	0.3572	100	327.13	400	366	4.57	0.48	0.74	1.09	0.64	4.985	1.112	0.234	0.05	0.0023	Autocurage vérifie
	R182-R183	586.93	585.6	28	0.0475	0.3547	0.0025	0.3572	100	331.19	400	366	4.43	0.47	0.77	1.1	0.66	4.866	1.084	0.24	0.04	0.0022	Autocurage vérifie
	R183-R184	583.5	582.14	27.15	0.0501	0.3547	0.0025	0.3572	100	327.91	400	366	4.54	0.48	0.75	1.092	0.64	4.962	1.106	0.235	0.05	0.0023	Autocurage vérifie
	R184-R185	580.09	579.38	24.35	0.0292	0.7241	0.0051	0.7292	100	474.29	630	580	4.71	1.24	0.59	1.043	0.55	4.918	1.086	0.317	0.12	0.0073	Autocurage vérifie
	R185-R186	578.03	577.53	18	0.0278	0.7241	0.0051	0.7292	100	478.62	630	580	4.6	1.21	0.6	1.048	0.55	4.823	1.066	0.321	0.12	0.007	Autocurage vérifie
R186-R187	576.73	575.94	26.6	0.0297	0.7241	0.0051	0.7292	100	472.65	630	580	4.76	1.26	0.58	1.041	0.54	4.953	1.094	0.315	0.12	0.0075	Autocurage vérifie	
R187-R188	573.49	572.24	42	0.0298	0.7241	0.0051	0.7292	100	472.47	630	580	4.76	1.26	0.58	1.041	0.54	4.957	1.095	0.315	0.12	0.0075	Autocurage vérifie	

Coll	Tron	CR _{am} (m)	CR _{av} (m)	Dist (m)	I (m/m)	Q _{pl} (m ³ /s)	Q _{eu} (m ³ /s)	Q _t (m ³ /s)	K _s	D _{cal} (mm)	D _{nor} (mm)	D _{int} (mm)	V _{ps} (m/s)	Q _{ps} (m ³ /s)	R _q	R _v	R _h	V (m/s)	V _{min} (m/s)	H (mm)	Q _{ps} /10- Q _{eu}	Q _{ps} /100- Q _{eu}	Vitesse Autocurage
B2	R188-R189	569.79	569.11	24	0.0283	0.7241	0.0051	0.7292	100	476.84	630	580	4.65	1.23	0.59	1.046	0.55	4.862	1.074	0.319	0.12	0.0072	Autocurage vérifie
	R189-R190	566.56	565.86	24	0.0292	0.7241	0.0051	0.7292	100	474.26	630	580	4.71	1.24	0.59	1.043	0.55	4.918	1.086	0.316	0.12	0.0073	Autocurage vérifie
	R190-R167	563.21	562.49	24	0.03	0.7241	0.0051	0.7292	100	471.76	630	580	4.78	1.26	0.58	1.04	0.54	4.973	1.099	0.314	0.12	0.0075	Autocurage vérifie
B3	R167-R191	561.19	560.15	30	0.0347	1.3498	0.0529	1.4027	75	653.65	800	800	4.78	2.4	0.58	1.043	0.54	4.981	1.886	0.436	0.19	0.0289	Autocurage vérifie
	R191-R192	558	557.02	29	0.0338	1.3498	0.0529	1.4027	75	656.78	800	800	4.72	2.37	0.59	1.046	0.55	4.931	1.871	0.439	0.18	0.0292	Autocurage vérifie
	R192-R193	555.62	554.61	29	0.0348	1.3498	0.0529	1.4027	75	653.08	800	800	4.79	2.4	0.58	1.042	0.54	4.99	1.888	0.435	0.19	0.0289	Autocurage vérifie
	R193-R194	553.41	552.4	29	0.0348	1.3498	0.0529	1.4027	75	653.08	800	800	4.79	2.4	0.58	1.042	0.54	4.99	1.888	0.435	0.19	0.0289	Autocurage vérifie
	R194-R195	551.15	550.13	30	0.034	1.3498	0.0529	1.4027	75	656.03	800	800	4.73	2.38	0.59	1.045	0.55	4.943	1.875	0.439	0.18	0.0291	Autocurage vérifie
	R195-R196	549.13	548.16	29	0.0334	1.3498	0.0529	1.4027	75	658.05	800	800	4.69	2.36	0.6	1.047	0.55	4.91	1.865	0.441	0.18	0.0293	Autocurage vérifie
	R196-R197	548.16	547.2	29	0.0331	1.3498	0.0529	1.4027	75	659.33	800	800	4.67	2.34	0.6	1.048	0.55	4.89	1.859	0.442	0.18	0.0295	Autocurage vérifie
	R197-R198	546.8	545.64	34	0.0341	1.3498	0.0529	1.4027	75	655.61	800	800	4.74	2.38	0.59	1.045	0.55	4.949	1.877	0.438	0.19	0.0291	Autocurage vérifie
	R198-R199	545.64	544.69	30	0.0317	1.3498	0.0529	1.4027	75	664.84	800	800	4.56	2.29	0.61	1.052	0.56	4.802	1.835	0.448	0.18	0.03	Autocurage vérifie
	R199-R200	544.69	544.14	30	0.0183	1.3498	0.0529	1.4027	75	736.58	800	800	3.47	1.74	0.8	1.114	0.68	3.869	1.552	0.544	0.12	0.0355	Autocurage vérifie
	R200-R201	544.14	543.57	30	0.019	1.3498	0.0529	1.4027	75	731.66	800	800	3.54	1.78	0.79	1.108	0.67	3.919	1.569	0.536	0.12	0.0351	Autocurage vérifie
	R201-R202	543.57	543.03	30	0.018	1.3498	0.0529	1.4027	75	739.12	800	800	3.44	1.73	0.81	1.117	0.68	3.844	1.543	0.547	0.12	0.0356	Autocurage vérifie
	R202-R203	543.03	542.38	38.4	0.0169	1.3498	0.0529	1.4027	75	747.69	800	800	3.34	1.68	0.84	1.126	0.7	3.758	1.513	0.56	0.11	0.0361	Autocurage vérifie
	R203-R204	542.38	541.24	45.25	0.0252	1.9122	0.0577	1.9699	75	788.21	800	800	4.07	2.05	0.96	1.14	0.78	4.639	1.77	0.622	0.15	0.0372	Autocurage vérifie
	R204-R205	539.09	538.4	25	0.0276	1.9122	0.0577	1.9699	75	774.84	800	800	4.26	2.14	0.92	1.139	0.75	4.855	1.82	0.6	0.16	0.0363	Autocurage vérifie
R205-R206	536.8	535.96	30	0.028	1.9122	0.0577	1.9699	75	772.75	800	800	4.29	2.16	0.91	1.139	0.75	4.889	1.828	0.596	0.16	0.0361	Autocurage vérifie	
R206-R207	534.41	533.58	30	0.0277	1.9122	0.0577	1.9699	75	774.49	800	800	4.27	2.14	0.92	1.139	0.75	4.861	1.821	0.599	0.16	0.0363	Autocurage vérifie	
R207-R208	532.08	531.25	30	0.0277	1.9122	0.0577	1.9699	75	774.49	800	800	4.27	2.14	0.92	1.139	0.75	4.861	1.821	0.599	0.16	0.0363	Autocurage vérifie	
R208-R247	530.55	529.59	34.3	0.028	1.9122	0.0577	1.9699	75	772.81	800	800	4.29	2.16	0.91	1.139	0.75	4.888	1.828	0.596	0.16	0.0361	Autocurage vérifie	
B4	R209-R210	626.65	626.21	15	0.0293	0.1566	0.0011	0.1577	100	266.79	315	289	2.97	0.19	0.81	1.116	0.68	3.317	0.737	0.197	0.02	0.0008	Autocurage vérifie
	R210-R211	626.21	625.27	30	0.0313	0.1566	0.0011	0.1577	100	263.51	315	289	3.07	0.2	0.78	1.106	0.67	3.396	0.756	0.193	0.02	0.0009	Autocurage vérifie
	R211-R212	625.27	624.25	30	0.034	0.1566	0.0011	0.1577	100	259.51	315	289	3.2	0.21	0.75	1.093	0.65	3.498	0.779	0.187	0.02	0.001	Autocurage vérifie
	R212-R213	624.25	623.04	25	0.0484	0.1566	0.0011	0.1577	100	242.88	315	289	3.82	0.25	0.63	1.058	0.57	4.036	0.893	0.165	0.02	0.0014	Autocurage vérifie
	R213-R214	623.04	622.11	12	0.0775	0.1566	0.0011	0.1577	100	222.36	315	289	4.83	0.32	0.5	0.999	0.5	4.825	1.078	0.144	0.03	0.0021	Autocurage vérifie
	R214-R215	621.06	619.61	30	0.0483	0.367	0.0026	0.3696	100	334.36	400	366	4.46	0.47	0.79	1.107	0.67	4.944	1.102	0.245	0.04	0.0021	Autocurage vérifie
	R215-R216	616.11	614.87	25	0.0496	0.367	0.0026	0.3696	100	332.74	400	366	4.52	0.48	0.78	1.103	0.66	4.99	1.113	0.242	0.04	0.0022	Autocurage vérifie
	R216-R217	613.42	611.96	30	0.0487	0.367	0.0026	0.3696	100	333.93	400	366	4.48	0.47	0.78	1.106	0.67	4.956	1.105	0.244	0.04	0.0021	Autocurage vérifie
R217-R218	609.61	608.4	25	0.0484	0.367	0.0026	0.3696	100	334.28	400	366	4.47	0.47	0.79	1.107	0.67	4.946	1.103	0.245	0.04	0.0021	Autocurage vérifie	

Coll	Tron	CR _{am} (m)	CR _{av} (m)	Dist (m)	I (m/m)	Q _{pl} (m³/s)	Q _{eu} (m³/s)	Q _t (m³/s)	K _s	D _{cal} (mm)	D _{nor} (mm)	D _{int} (mm)	V _{ps} (m/s)	Q _{ps} (m³/s)	R _q	R _v	R _h	V (m/s)	V _{min} (m/s)	H (mm)	Q _{ps} /10- Q _{eu}	Q _{ps} /100- Q _{eu}	Vitesse Autocurage
B4	R218-R219	606.65	605.43	25	0.0488	0.367	0.0026	0.3696	100	333.76	400	366	4.49	0.47	0.78	1.106	0.67	4.961	1.106	0.244	0.04	0.0021	Autocurage vérifie
	R219-R220	603.43	602.45	20	0.049	0.367	0.0026	0.3696	100	333.5	400	366	4.49	0.47	0.78	1.105	0.67	4.968	1.108	0.244	0.04	0.0021	Autocurage vérifie
	R220-R221	599.85	598.8	22	0.0477	0.367	0.0026	0.3696	100	335.15	400	366	4.44	0.47	0.79	1.11	0.67	4.922	1.097	0.246	0.04	0.0021	Autocurage vérifie
	R221-R222	598.35	597.82	11.3	0.0469	0.367	0.0026	0.3696	100	336.25	400	366	4.4	0.46	0.8	1.112	0.68	4.891	1.09	0.248	0.04	0.002	Autocurage vérifie
	R222-R223	597.12	595.69	30	0.0477	0.367	0.0026	0.3696	100	335.23	400	366	4.43	0.47	0.79	1.11	0.67	4.92	1.097	0.246	0.04	0.0021	Autocurage vérifie
	R223-R224	593.54	592.09	30	0.0483	0.367	0.0026	0.3696	100	334.36	400	366	4.46	0.47	0.79	1.107	0.67	4.944	1.102	0.245	0.04	0.0021	Autocurage vérifie
	R224-R225	590.14	589.13	21	0.0481	0.367	0.0026	0.3696	100	334.67	400	366	4.45	0.47	0.79	1.108	0.67	4.935	1.1	0.245	0.04	0.0021	Autocurage vérifie
	R225-R226	587.38	586.36	21	0.0486	0.367	0.0026	0.3696	100	334.05	400	366	4.48	0.47	0.79	1.107	0.67	4.953	1.104	0.244	0.04	0.0021	Autocurage vérifie
	R226-R227	583.56	582.22	35	0.0383	0.5313	0.004	0.5353	100	401.35	500	459	4.62	0.76	0.7	1.076	0.61	4.973	1.125	0.282	0.07	0.0036	Autocurage vérifie
	R227-R228	581.07	580.32	20	0.0375	0.5313	0.004	0.5353	100	402.91	500	459	4.57	0.76	0.71	1.078	0.62	4.931	1.116	0.284	0.07	0.0036	Autocurage vérifie
	R228-R229	578.27	577.54	20	0.0365	0.5313	0.004	0.5353	100	404.96	500	459	4.51	0.75	0.72	1.081	0.62	4.879	1.105	0.287	0.07	0.0035	Autocurage vérifie
	R229-R230	574.44	573.7	20	0.037	0.5313	0.004	0.5353	100	403.92	500	459	4.54	0.75	0.71	1.08	0.62	4.905	1.111	0.285	0.07	0.0035	Autocurage vérifie
	R230-R231	570.15	569.41	20	0.037	0.5313	0.004	0.5353	100	403.92	500	459	4.54	0.75	0.71	1.08	0.62	4.905	1.111	0.285	0.07	0.0035	Autocurage vérifie
	R231-R232	566.41	565.55	25	0.0344	0.6154	0.0049	0.6203	100	432.75	500	459	4.38	0.72	0.86	1.132	0.71	4.957	1.14	0.327	0.07	0.0023	Autocurage vérifie
	R232-R233	564.2	563.54	20	0.033	0.6154	0.0049	0.6203	100	436.13	500	459	4.29	0.71	0.87	1.135	0.72	4.871	1.124	0.331	0.07	0.0022	Autocurage vérifie
	R233-R234	561.84	560.83	30	0.0337	0.6154	0.0049	0.6203	100	434.5	500	459	4.33	0.72	0.87	1.134	0.72	4.913	1.132	0.329	0.07	0.0023	Autocurage vérifie
	R234-R235	557.93	556.89	30	0.0347	0.6154	0.0049	0.6203	100	432.12	500	459	4.4	0.73	0.85	1.131	0.71	4.972	1.144	0.326	0.07	0.0024	Autocurage vérifie
	R235-R236	554.14	553.11	30	0.0343	0.6154	0.0049	0.6203	100	432.91	500	459	4.38	0.72	0.86	1.132	0.71	4.953	1.14	0.327	0.07	0.0023	Autocurage vérifie
	R236-R237	553.11	551.74	40	0.0343	0.6154	0.0049	0.6203	100	433.1	500	459	4.37	0.72	0.86	1.132	0.71	4.948	1.139	0.327	0.07	0.0023	Autocurage vérifie
	R237-R238	551.04	550.37	20	0.0335	0.6154	0.0049	0.6203	100	434.9	500	459	4.32	0.71	0.87	1.134	0.72	4.902	1.13	0.33	0.07	0.0022	Autocurage vérifie
	R238-R239	549.37	548.69	20	0.034	0.6154	0.0049	0.6203	100	433.7	500	459	4.35	0.72	0.86	1.133	0.71	4.933	1.136	0.328	0.07	0.0023	Autocurage vérifie
	R239-R240	548.19	547.49	20	0.035	0.6154	0.0049	0.6203	100	431.35	500	459	4.42	0.73	0.85	1.13	0.71	4.991	1.148	0.325	0.07	0.0024	Autocurage vérifie
	R240-R241	545.34	544.64	20	0.035	0.6154	0.0049	0.6203	100	431.35	500	459	4.42	0.73	0.85	1.13	0.71	4.991	1.148	0.325	0.07	0.0024	Autocurage vérifie
	R241-R242	541.59	540.89	20	0.035	0.6154	0.0049	0.6203	100	431.35	500	459	4.42	0.73	0.85	1.13	0.71	4.991	1.148	0.325	0.07	0.0024	Autocurage vérifie
	R242-R243	538.39	537.7	20	0.0345	0.6154	0.0049	0.6203	100	432.51	500	459	4.39	0.73	0.86	1.131	0.71	4.962	1.142	0.326	0.07	0.0024	Autocurage vérifie
	R243-R244	535.75	535.06	20	0.0345	0.6154	0.0049	0.6203	100	432.51	500	459	4.39	0.73	0.86	1.131	0.71	4.962	1.142	0.326	0.07	0.0024	Autocurage vérifie
R244-R245	532.86	532.19	20	0.0335	0.6154	0.0049	0.6203	100	434.9	500	459	4.32	0.71	0.87	1.134	0.72	4.902	1.13	0.33	0.07	0.0022	Autocurage vérifie	
R245-R246	531.09	530.4	20	0.0345	0.6154	0.0049	0.6203	100	432.51	500	459	4.39	0.73	0.86	1.131	0.71	4.962	1.142	0.326	0.07	0.0024	Autocurage vérifie	
R246-R247	530.4	529.04	40	0.034	0.6154	0.0049	0.6203	100	433.7	500	459	4.35	0.72	0.86	1.133	0.71	4.933	1.136	0.328	0.07	0.0023	Autocurage vérifie	
B5	R247-R248	526.24	525.41	38.15	0.0218	2.7963	0.0645	2.8608	75	931.86	1000	1000	4.39	3.45	0.83	1.124	0.7	4.934	1.625	0.696	0.28	0.03	Autocurage vérifie
	R248-R249	523.41	522.55	40	0.0215	2.7963	0.0645	2.8608	75	933.94	1000	1000	4.36	3.43	0.84	1.126	0.7	4.912	1.62	0.699	0.28	0.0302	Autocurage vérifie

Coll	Tron	CR _{am} (m)	CR _{av} (m)	Dist (m)	I (m/m)	Q _{pl} (m³/s)	Q _{eu} (m³/s)	Q _t (m³/s)	K _s	D _{cal} (mm)	D _{nor} (mm)	D _{int} (mm)	V _{ps} (m/s)	Q _{ps} (m³/s)	R _q	R _v	R _h	V (m/s)	V _{min} (m/s)	H (mm)	Q _{ps} /10- Q _{eu}	Q _{ps} /100- Q _{eu}	Vitesse Autocurage
B5	R249-R250	519.7	518.8	41	0.022	2.7963	0.0645	2.8608	75	930.31	1000	1000	4.41	3.46	0.83	1.123	0.69	4.95	1.63	0.693	0.28	0.0299	Autocurage vérifie
	R250-R251	515.85	515.4	21	0.0214	2.7963	0.0645	2.8608	75	934.52	1000	1000	4.36	3.42	0.84	1.126	0.7	4.906	1.618	0.7	0.28	0.0303	Autocurage vérifie
	R251-R252	514.15	513.71	21	0.021	2.7963	0.0645	2.8608	75	938.46	1000	1000	4.31	3.38	0.85	1.129	0.71	4.863	1.607	0.705	0.27	0.0307	Autocurage vérifie
	R252-R253	512.11	511.65	21	0.0219	2.7963	0.0645	2.8608	75	930.68	1000	1000	4.41	3.46	0.83	1.123	0.69	4.946	1.629	0.694	0.28	0.0299	Autocurage vérifie
	R253-R254	508.65	508.19	21	0.0219	2.7963	0.0645	2.8608	75	930.68	1000	1000	4.41	3.46	0.83	1.123	0.69	4.946	1.629	0.694	0.28	0.0299	Autocurage vérifie
	R254-R255	504.74	504.29	21	0.0214	2.7963	0.0645	2.8608	75	934.52	1000	1000	4.36	3.42	0.84	1.126	0.7	4.906	1.618	0.7	0.28	0.0303	Autocurage vérifie
	R255-R256	500.69	500.23	22	0.0209	2.7963	0.0645	2.8608	75	938.83	1000	1000	4.3	3.38	0.85	1.129	0.71	4.86	1.606	0.706	0.27	0.0307	Autocurage vérifie
	R256-R257	497.48	497.07	20	0.0205	2.7963	0.0645	2.8608	75	942.31	1000	1000	4.26	3.35	0.86	1.131	0.71	4.821	1.596	0.711	0.27	0.031	Autocurage vérifie
B6	R258-R259	536.63	536.42	30	0.007	0.2683	0.0022	0.2705	100	427.29	500	459	1.98	0.33	0.83	1.123	0.69	2.219	0.514	0.319	0.03	0.0011	Autocurage vérifie
	R259-R260	536.42	535.9	36	0.0144	0.2683	0.0022	0.2705	100	373.02	500	459	2.84	0.47	0.58	1.04	0.54	2.951	0.673	0.248	0.04	0.0025	Autocurage vérifie
	R260-R261	535.9	535.45	26.7	0.0169	0.2683	0.0022	0.2705	100	362.39	400	366	2.64	0.28	0.98	1.14	0.79	3.006	0.719	0.288	0.03	0.0006	Autocurage vérifie
	R261-R262	535.45	535.06	24	0.0162	0.2683	0.0022	0.2705	100	364.87	400	366	2.59	0.27	0.99	1.142	0.8	2.956	0.71	0.294	0.03	0.0005	Autocurage vérifie
	R262-R263	535.06	534.63	24	0.0179	0.2683	0.0022	0.2705	100	358.25	400	366	2.72	0.29	0.95	1.139	0.77	3.097	0.735	0.28	0.03	0.0007	Autocurage vérifie
	R263-R264	533.43	531.77	27	0.0615	0.2683	0.0022	0.2705	100	284.31	315	289	4.3	0.28	0.96	1.139	0.78	4.901	1.168	0.224	0.03	0.0006	Autocurage vérifie
	R264-R265	530.22	528.52	27	0.063	0.2683	0.0022	0.2705	100	283.04	315	289	4.35	0.29	0.95	1.139	0.77	4.959	1.177	0.222	0.03	0.0007	Autocurage vérifie
	R265-R266	526.27	524.5	27.7	0.0639	0.2683	0.0022	0.2705	100	282.26	315	289	4.39	0.29	0.94	1.139	0.76	4.996	1.183	0.22	0.03	0.0007	Autocurage vérifie
	R266-R267	522.95	521.22	27.8	0.0622	0.2683	0.0022	0.2705	100	283.66	315	289	4.33	0.28	0.95	1.139	0.77	4.93	1.172	0.223	0.03	0.0006	Autocurage vérifie
	R267-R268	519.97	518.67	21	0.0619	0.2683	0.0022	0.2705	100	283.94	315	289	4.32	0.28	0.96	1.139	0.77	4.918	1.17	0.223	0.03	0.0006	Autocurage vérifie
	R268-R269	517.12	515.82	21	0.0619	0.2683	0.0022	0.2705	100	283.94	315	289	4.32	0.28	0.96	1.139	0.77	4.918	1.17	0.223	0.03	0.0006	Autocurage vérifie
	R269-R270	514.17	512.86	21	0.0624	0.2683	0.0022	0.2705	100	283.53	315	289	4.33	0.28	0.95	1.139	0.77	4.936	1.173	0.223	0.03	0.0006	Autocurage vérifie
	R270-R271	511.41	510.08	21	0.0633	0.2683	0.0022	0.2705	100	282.73	315	289	4.37	0.29	0.95	1.139	0.77	4.974	1.18	0.221	0.03	0.0007	Autocurage vérifie
	R271-R272	508.83	507.52	21	0.0624	0.2683	0.0022	0.2705	100	283.53	315	289	4.33	0.28	0.95	1.139	0.77	4.936	1.173	0.223	0.03	0.0006	Autocurage vérifie
	R272-R273	506.57	505.24	21	0.0633	0.2683	0.0022	0.2705	100	282.73	315	289	4.37	0.29	0.95	1.139	0.77	4.974	1.18	0.221	0.03	0.0007	Autocurage vérifie
	R273-R274	505.24	503.74	29	0.0517	0.2683	0.0022	0.2705	100	293.67	315	289	3.95	0.26	1.05	1.144	0.87	4.513	1.1	0.25	0.02	0.0004	Autocurage vérifie
	R274-R275	503.74	502.6	25	0.0456	0.2683	0.0022	0.2705	100	300.69	400	366	4.34	0.46	0.59	1.046	0.55	4.536	1.036	0.201	0.04	0.0024	Autocurage vérifie
R275-R276	502.6	501.69	19.5	0.0467	0.2683	0.0022	0.2705	100	299.39	400	366	4.39	0.46	0.59	1.044	0.55	4.578	1.045	0.2	0.04	0.0024	Autocurage vérifie	
R276-R277	500.09	499.26	18	0.0461	0.2683	0.0022	0.2705	100	300.06	400	366	4.36	0.46	0.59	1.045	0.55	4.556	1.04	0.201	0.04	0.0024	Autocurage vérifie	
R277-R278	499.26	497.9	30	0.0453	0.2683	0.0022	0.2705	100	301.02	400	366	4.32	0.45	0.59	1.047	0.55	4.525	1.033	0.202	0.04	0.0023	Autocurage vérifie	
R278-R279	497.9	496.76	25	0.0456	0.2683	0.0022	0.2705	100	300.69	400	366	4.34	0.46	0.59	1.046	0.55	4.536	1.036	0.201	0.04	0.0024	Autocurage vérifie	
R279-R257	496.76	495.62	24.8	0.046	0.2683	0.0022	0.2705	100	300.24	400	366	4.35	0.46	0.59	1.045	0.55	4.55	1.039	0.201	0.04	0.0024	Autocurage vérifie	
B7	R257-R280	494.07	493.7	20	0.0185	3.2443	0.068	3.3123	75	1014.89	1200	1200	4.57	5.17	0.64	1.06	0.58	4.848	1.48	0.693	0.45	0.0163	Autocurage vérifie

Coll	Tron	CR _{am} (m)	CR _{av} (m)	Dist (m)	I (m/m)	Q _{pl} (m ³ /s)	Q _{eu} (m ³ /s)	Q _t (m ³ /s)	K _s	D _{cal} (mm)	D _{nor} (mm)	D _{int} (mm)	V _{ps} (m/s)	Q _{ps} (m ³ /s)	R _q	R _v	R _h	V (m/s)	V _{min} (m/s)	H (mm)	Q _{ps} /10- Q _{eu}	Q _{ps} /100- Q _{eu}	Vitesse Autocurage
B7	R280-R281	491.1	490.72	20	0.019	3.2443	0.068	3.3123	75	1009.83	1200	1200	4.63	5.24	0.63	1.058	0.57	4.902	1.492	0.687	0.46	0.0156	Autocurage vérifie
	R281-R282	488.37	488	20	0.0185	3.2443	0.068	3.3123	75	1014.89	1200	1200	4.57	5.17	0.64	1.06	0.58	4.848	1.48	0.693	0.45	0.0163	Autocurage vérifie
	R282-R283	485.8	485.45	20	0.0175	3.2443	0.068	3.3123	75	1025.52	1200	1200	4.45	5.03	0.66	1.065	0.59	4.736	1.454	0.706	0.43	0.0177	Autocurage vérifie
	R283-R284	483.15	482.77	20	0.019	3.2443	0.068	3.3123	75	1009.83	1200	1200	4.63	5.24	0.63	1.058	0.57	4.902	1.492	0.687	0.46	0.0156	Autocurage vérifie
	R284-R285	480.72	480.35	20	0.0185	3.2443	0.068	3.3123	75	1014.89	1200	1200	4.57	5.17	0.64	1.06	0.58	4.848	1.48	0.693	0.45	0.0163	Autocurage vérifie
	R285-R286	478.6	478.21	20	0.0195	3.2443	0.068	3.3123	75	1004.92	1200	1200	4.69	5.31	0.62	1.056	0.57	4.956	1.505	0.681	0.46	0.0149	Autocurage vérifie
	R286-R287	476.06	475.7	20	0.018	3.2443	0.068	3.3123	75	1020.12	1200	1200	4.51	5.1	0.65	1.063	0.58	4.792	1.467	0.699	0.44	0.017	Autocurage vérifie
	R287-R288	473.4	473.01	20	0.0195	3.2443	0.068	3.3123	75	1004.92	1200	1200	4.69	5.31	0.62	1.056	0.57	4.956	1.505	0.681	0.46	0.0149	Autocurage vérifie
	R288-R289	470.71	470.33	20	0.019	3.2443	0.068	3.3123	75	1009.83	1200	1200	4.63	5.24	0.63	1.058	0.57	4.902	1.492	0.687	0.46	0.0156	Autocurage vérifie
	R289-R290	469.13	468.72	21	0.0195	3.2443	0.068	3.3123	75	1004.69	1200	1200	4.7	5.31	0.62	1.056	0.57	4.958	1.505	0.681	0.46	0.0149	Autocurage vérifie
	R290-R291	466.27	465.92	20	0.0175	3.2443	0.068	3.3123	75	1025.52	1200	1200	4.45	5.03	0.66	1.065	0.59	4.736	1.454	0.706	0.43	0.0177	Autocurage vérifie
	R291-R292	463.77	463.4	20	0.0185	3.2443	0.068	3.3123	75	1014.89	1200	1200	4.57	5.17	0.64	1.06	0.58	4.848	1.48	0.693	0.45	0.0163	Autocurage vérifie
R292-R293	461.1	460.63	25.7	0.0183	3.2443	0.068	3.3123	75	1017.09	1200	1200	4.55	5.14	0.64	1.061	0.58	4.824	1.475	0.695	0.45	0.0166	Autocurage vérifie	
B8	R294-R295	473.53	472.21	21	0.0629	0.2042	0.0015	0.2057	100	255.5	315	289	4.35	0.29	0.72	1.131	0.63	4.919	1.06	0.181	0.03	0.0014	Autocurage vérifie
	R295-R296	471.81	470.49	21	0.0629	0.2042	0.0015	0.2057	100	255.5	315	289	4.35	0.29	0.72	1.131	0.63	4.919	1.06	0.181	0.03	0.0014	Autocurage vérifie
	R296-R297	469.99	468.01	31.5	0.0629	0.2042	0.0015	0.2057	100	255.5	315	289	4.35	0.29	0.72	1.131	0.63	4.919	1.06	0.181	0.03	0.0014	Autocurage vérifie
	R297-R298	467.31	465.86	23	0.063	0.2042	0.0015	0.2057	100	255.36	315	289	4.36	0.29	0.72	1.131	0.63	4.926	1.061	0.181	0.03	0.0014	Autocurage vérifie
	R298-R299	465.46	463.82	26	0.0631	0.2042	0.0015	0.2057	100	255.33	315	289	4.36	0.29	0.72	1.131	0.63	4.927	1.062	0.181	0.03	0.0014	Autocurage vérifie
	R299-R293	462.92	461.73	18.4	0.0647	0.2042	0.0015	0.2057	100	254.14	315	289	4.41	0.29	0.71	1.131	0.62	4.989	1.072	0.179	0.03	0.0014	Autocurage vérifie
B9	R293-R300	457.48	457.15	20	0.0165	3.8394	0.0723	3.9117	75	1103.63	1200	1200	4.32	4.88	0.8	1.113	0.68	4.806	1.461	0.813	0.42	0.0235	Autocurage vérifie
	R300-R301	454.1	453.76	20	0.017	3.8394	0.0723	3.9117	75	1097.47	1200	1200	4.38	4.95	0.79	1.108	0.67	4.857	1.474	0.804	0.42	0.0228	Autocurage vérifie
	R301-R302	450.91	450.55	20	0.018	3.8394	0.0723	3.9117	75	1085.78	1200	1200	4.51	5.1	0.77	1.099	0.66	4.958	1.501	0.787	0.44	0.0213	Autocurage vérifie
	R302-R303	448.65	448.31	20	0.017	3.8394	0.0723	3.9117	75	1097.47	1200	1200	4.38	4.95	0.79	1.108	0.67	4.857	1.474	0.804	0.42	0.0228	Autocurage vérifie
	R303-R304	447.86	447.5	20	0.018	3.8394	0.0723	3.9117	75	1085.78	1200	1200	4.51	5.1	0.77	1.099	0.66	4.958	1.501	0.787	0.44	0.0213	Autocurage vérifie
	R304-R305	447.35	447.01	20	0.017	3.8394	0.0723	3.9117	75	1097.47	1200	1200	4.38	4.95	0.79	1.108	0.67	4.857	1.474	0.804	0.42	0.0228	Autocurage vérifie
	R305-R306	447.01	446.73	20	0.014	3.8394	0.0723	3.9117	75	1138.16	1200	1200	3.98	4.5	0.87	1.135	0.72	4.513	1.388	0.864	0.38	0.0273	Autocurage vérifie
	R306-R307	446.58	446.26	20	0.016	3.8394	0.0723	3.9117	75	1110.02	1200	1200	4.25	4.81	0.81	1.118	0.69	4.753	1.447	0.823	0.41	0.0242	Autocurage vérifie
	R307-R308	445.31	444.95	20	0.018	3.8394	0.0723	3.9117	75	1085.78	1200	1200	4.51	5.1	0.77	1.099	0.66	4.958	1.501	0.787	0.44	0.0213	Autocurage vérifie
	R308-R309	443.55	443.21	20	0.017	3.8394	0.0723	3.9117	75	1097.47	1200	1200	4.38	4.95	0.79	1.108	0.67	4.857	1.474	0.804	0.42	0.0228	Autocurage vérifie
	R309-R310	441.61	441.27	20	0.017	3.8394	0.0723	3.9117	75	1097.47	1200	1200	4.38	4.95	0.79	1.108	0.67	4.857	1.474	0.804	0.42	0.0228	Autocurage vérifie
R310-R311	439.67	439.31	20	0.018	3.8394	0.0723	3.9117	75	1085.78	1200	1200	4.51	5.1	0.77	1.099	0.66	4.958	1.501	0.787	0.44	0.0213	Autocurage vérifie	

Coll	Tron	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qpl (m³/s)	Qeu (m³/s)	Qt (m³/s)	Ks	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Dint (mm)	Vps (m/s)	Qps (m³/s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	Vmin (m/s)	H (mm)	Q _{ps} /10- Q _{eu}	Q _{ps} /100- Q _{eu}	Vitesse Autocurage
B9	R311-R312	437.66	437.3	20	0.018	3.8394	0.0723	3.9117	75	1085.78	1200	1200	4.51	5.1	0.77	1.099	0.66	4.958	1.501	0.787	0.44	0.0213	Autocurage vérifie
	R312-R313	435.6	435.26	20	0.017	3.8394	0.0723	3.9117	75	1097.47	1200	1200	4.38	4.95	0.79	1.108	0.67	4.857	1.474	0.804	0.42	0.0228	Autocurage vérifie
	R313-R314	433.56	433.23	20	0.0165	3.8394	0.0723	3.9117	75	1103.63	1200	1200	4.32	4.88	0.8	1.113	0.68	4.806	1.461	0.813	0.42	0.0235	Autocurage vérifie
	R314-R315	431.63	431.28	20	0.0175	3.8394	0.0723	3.9117	75	1091.53	1200	1200	4.45	5.03	0.78	1.104	0.66	4.908	1.488	0.796	0.43	0.022	Autocurage vérifie
	R315-R316	429.98	429.63	20	0.0175	3.8394	0.0723	3.9117	75	1091.53	1200	1200	4.45	5.03	0.78	1.104	0.66	4.908	1.488	0.796	0.43	0.022	Autocurage vérifie
	R316-R317	428.33	428	20	0.0165	3.8394	0.0723	3.9117	75	1103.63	1200	1200	4.32	4.88	0.8	1.113	0.68	4.806	1.461	0.813	0.42	0.0235	Autocurage vérifie
	R317-R318	426.05	425.69	20	0.018	3.8394	0.0723	3.9117	75	1085.78	1200	1200	4.51	5.1	0.77	1.099	0.66	4.958	1.501	0.787	0.44	0.0213	Autocurage vérifie
	R318-R319	423.49	423.13	20	0.018	3.8394	0.0723	3.9117	75	1085.78	1200	1200	4.51	5.1	0.77	1.099	0.66	4.958	1.501	0.787	0.44	0.0213	Autocurage vérifie
	R319-R320	421.43	421.09	20	0.017	3.8394	0.0723	3.9117	75	1097.47	1200	1200	4.38	4.95	0.79	1.108	0.67	4.857	1.474	0.804	0.42	0.0228	Autocurage vérifie
	R320-R321	420.24	419.91	20	0.0165	3.8394	0.0723	3.9117	75	1103.63	1200	1200	4.32	4.88	0.8	1.113	0.68	4.806	1.461	0.813	0.42	0.0235	Autocurage vérifie
	R321-R322	419.41	419.08	20	0.0165	3.8394	0.0723	3.9117	75	1103.63	1200	1200	4.32	4.88	0.8	1.113	0.68	4.806	1.461	0.813	0.42	0.0235	Autocurage vérifie
	R322-R323	418.63	418.29	20	0.017	3.8394	0.0723	3.9117	75	1097.47	1200	1200	4.38	4.95	0.79	1.108	0.67	4.857	1.474	0.804	0.42	0.0228	Autocurage vérifie
	R322-R324	417.89	417.55	20	0.017	3.8394	0.0723	3.9117	75	1097.47	1200	1200	4.38	4.95	0.79	1.108	0.67	4.857	1.474	0.804	0.42	0.0228	Autocurage vérifie
	R324-R325	416.45	416.12	20	0.0165	3.8394	0.0723	3.9117	75	1103.63	1200	1200	4.32	4.88	0.8	1.113	0.68	4.806	1.461	0.813	0.42	0.0235	Autocurage vérifie
	R325-R326	415.42	415.06	20	0.018	3.8394	0.0723	3.9117	75	1085.78	1200	1200	4.51	5.1	0.77	1.099	0.66	4.958	1.501	0.787	0.44	0.0213	Autocurage vérifie
B10	R327-R328	470.71	469.54	30	0.039	0.4695	0.0036	0.4731	100	381.85	500	459	4.66	0.77	0.61	1.053	0.56	4.909	1.105	0.258	0.07	0.0041	Autocurage vérifie
	R328-R329	467.79	466.77	26	0.0392	0.4695	0.0036	0.4731	100	381.43	500	459	4.68	0.77	0.61	1.052	0.56	4.921	1.108	0.257	0.07	0.0041	Autocurage vérifie
	R329-R330	465.07	464.07	25	0.04	0.4695	0.0036	0.4731	100	380.05	500	459	4.72	0.78	0.61	1.05	0.56	4.96	1.116	0.256	0.07	0.0042	Autocurage vérifie
	R330-R331	461.47	459.91	40	0.039	0.4695	0.0036	0.4731	100	381.85	500	459	4.66	0.77	0.61	1.053	0.56	4.909	1.105	0.258	0.07	0.0041	Autocurage vérifie
	R331-R332	458.81	458.13	17	0.04	0.4695	0.0036	0.4731	100	380.05	500	459	4.72	0.78	0.61	1.05	0.56	4.96	1.116	0.256	0.07	0.0042	Autocurage vérifie
	R332-R333	456.23	455.02	30.6	0.0395	0.4695	0.0036	0.4731	100	380.87	500	459	4.7	0.78	0.61	1.051	0.56	4.937	1.111	0.256	0.07	0.0042	Autocurage vérifie
	R333-R334	452.42	451.05	34.4	0.0398	0.4695	0.0036	0.4731	100	380.36	500	459	4.71	0.78	0.61	1.051	0.56	4.951	1.114	0.256	0.07	0.0042	Autocurage vérifie
	R334-R335	449.7	448.91	20	0.0395	0.4695	0.0036	0.4731	100	380.94	500	459	4.69	0.78	0.61	1.051	0.56	4.935	1.111	0.257	0.07	0.0042	Autocurage vérifie
	R335-R336	447.71	446.92	20	0.0395	0.4695	0.0036	0.4731	100	380.94	500	459	4.69	0.78	0.61	1.051	0.56	4.935	1.111	0.257	0.07	0.0042	Autocurage vérifie
	R336-R337	444.47	443.58	23	0.0387	0.4695	0.0036	0.4731	100	382.42	500	459	4.65	0.77	0.62	1.053	0.56	4.893	1.102	0.258	0.07	0.0041	Autocurage vérifie
	R337-R338	440.98	440.17	20	0.0405	0.4695	0.0036	0.4731	100	379.16	500	459	4.75	0.79	0.6	1.049	0.55	4.985	1.122	0.255	0.07	0.0043	Autocurage vérifie
	R338-R339	437.37	436.6	20	0.0385	0.4695	0.0036	0.4731	100	382.78	500	459	4.63	0.77	0.62	1.054	0.56	4.883	1.1	0.259	0.07	0.0041	Autocurage vérifie
	R339-R340	433.8	433.03	20	0.0385	0.4695	0.0036	0.4731	100	382.78	500	459	4.63	0.77	0.62	1.054	0.56	4.883	1.1	0.259	0.07	0.0041	Autocurage vérifie
	R340-R341	430.53	429.7	21.2	0.0392	0.4695	0.0036	0.4731	100	381.58	500	459	4.67	0.77	0.61	1.052	0.56	4.917	1.107	0.257	0.07	0.0041	Autocurage vérifie
	R341-R342	426.25	425.48	20	0.0385	0.4695	0.0036	0.4731	100	382.78	500	459	4.63	0.77	0.62	1.054	0.56	4.883	1.1	0.259	0.07	0.0041	Autocurage vérifie
R342-R343	423.73	423.28	12	0.0375	0.4695	0.0036	0.4731	100	384.67	500	459	4.57	0.76	0.63	1.056	0.57	4.83	1.089	0.261	0.07	0.004	Autocurage vérifie	

Coll	Tron	CR _{am} (m)	CR _{av} (m)	Dist (m)	I (m/m)	Q _{pl} (m ³ /s)	Q _{eu} (m ³ /s)	Q _t (m ³ /s)	K _s	D _{cal} (mm)	D _{nor} (mm)	D _{int} (mm)	V _{ps} (m/s)	Q _{ps} (m ³ /s)	R _q	R _v	R _h	V (m/s)	V _{min} (m/s)	H (mm)	Q _{ps} /10- Q _{eu}	Q _{ps} /100- Q _{eu}	Vitesse Autocurage
B10	R343-R344	422.38	421.79	15	0.0393	0.4695	0.0036	0.4731	100	381.24	500	459	4.68	0.77	0.61	1.052	0.56	4.926	1.109	0.257	0.07	0.0041	Autocurage vérifie
	R344-R345	419.49	418.76	19	0.0384	0.4695	0.0036	0.4731	100	382.93	500	459	4.63	0.77	0.62	1.054	0.56	4.879	1.099	0.259	0.07	0.0041	Autocurage vérifie
	R345-R326	416.81	416.06	19	0.0395	0.4695	0.0036	0.4731	100	380.99	500	459	4.69	0.78	0.61	1.052	0.56	4.933	1.111	0.257	0.07	0.0042	Autocurage vérifie
B11	R326-R346	414.76	414.33	25.65	0.0168	4.5333	0.0775	4.6108	75	1170.34	1200	1200	4.35	4.92	0.94	1.139	0.76	4.958	1.507	0.912	0.41	0.0283	Autocurage vérifie
	R346-R347	412.28	411.98	19	0.0158	4.5333	0.0775	4.6108	75	1183.56	1200	1200	4.22	4.77	0.97	1.14	0.78	4.813	1.48	0.936	0.4	0.0298	Autocurage vérifie
	R347-R348	409.63	409.33	19	0.0158	4.5333	0.0775	4.6108	75	1183.56	1200	1200	4.22	4.77	0.97	1.14	0.78	4.813	1.48	0.936	0.4	0.0298	Autocurage vérifie
	R348-R349	406.98	406.77	13	0.0162	4.5333	0.0775	4.6108	75	1178.5	1200	1200	4.27	4.83	0.95	1.139	0.77	4.867	1.49	0.926	0.41	0.0292	Autocurage vérifie
	R349-R350	406.77	406.53	18	0.0133	4.5333	0.0775	4.6108	75	1221.68	1200	1200	3.88	4.39	1.05	1.141	0.88	4.43	1.405	1.051	0.36	0.0336	Autocurage vérifie
	R350-R351	404.63	404.3	21	0.0157	4.5333	0.0775	4.6108	75	1184.62	1200	1200	4.21	4.76	0.97	1.14	0.78	4.802	1.478	0.938	0.4	0.0299	Autocurage vérifie
	R351-R352	401.7	401.35	21	0.0167	4.5333	0.0775	4.6108	75	1171.62	1200	1200	4.34	4.9	0.94	1.139	0.76	4.944	1.505	0.914	0.41	0.0285	Autocurage vérifie
	R352-R353	398.65	398.31	21	0.0162	4.5333	0.0775	4.6108	75	1178	1200	1200	4.28	4.83	0.95	1.139	0.77	4.873	1.491	0.925	0.41	0.0292	Autocurage vérifie
	R353-R354	395.36	395.01	21	0.0167	4.5333	0.0775	4.6108	75	1171.62	1200	1200	4.34	4.9	0.94	1.139	0.76	4.944	1.505	0.914	0.41	0.0285	Autocurage vérifie
	R354-R355	391.96	391.63	21	0.0157	4.5333	0.0775	4.6108	75	1184.62	1200	1200	4.21	4.76	0.97	1.14	0.78	4.802	1.478	0.938	0.4	0.0299	Autocurage vérifie
	R355-R356	389.18	388.85	21	0.0157	4.5333	0.0775	4.6108	75	1184.62	1200	1200	4.21	4.76	0.97	1.14	0.78	4.802	1.478	0.938	0.4	0.0299	Autocurage vérifie
	R356-R357	386.75	386.42	21	0.0157	4.5333	0.0775	4.6108	75	1184.62	1200	1200	4.21	4.76	0.97	1.14	0.78	4.802	1.478	0.938	0.4	0.0299	Autocurage vérifie
	R357-R358	384.92	384.58	21	0.0162	4.5333	0.0775	4.6108	75	1178	1200	1200	4.28	4.83	0.95	1.139	0.77	4.873	1.491	0.925	0.41	0.0292	Autocurage vérifie
	R358-R420	383.23	382.85	23.81	0.016	4.5333	0.0775	4.6108	75	1181.18	1200	1200	4.25	4.8	0.96	1.139	0.78	4.838	1.485	0.931	0.4	0.0295	Autocurage vérifie
B12	R359-R360	517.26	515.93	20	0.0665	0.2284	0.0026	0.231	100	264.05	315	289	4.47	0.29	0.79	1.108	0.67	4.955	1.264	0.193	0.03	0.0003	Autocurage vérifie
	R360-R361	513.53	512.2	20	0.0665	0.2284	0.0026	0.231	100	264.05	315	289	4.47	0.29	0.79	1.108	0.67	4.955	1.264	0.193	0.03	0.0003	Autocurage vérifie
	R361-R362	509.4	508.07	20	0.0665	0.2284	0.0026	0.231	100	264.05	315	289	4.47	0.29	0.79	1.108	0.67	4.955	1.264	0.193	0.03	0.0003	Autocurage vérifie
	R362-R363	505.27	503.94	20	0.0665	0.2284	0.0026	0.231	100	264.05	315	289	4.47	0.29	0.79	1.108	0.67	4.955	1.264	0.193	0.03	0.0003	Autocurage vérifie
	R363-R364	501.14	499.81	20	0.0665	0.2284	0.0026	0.231	100	264.05	315	289	4.47	0.29	0.79	1.108	0.67	4.955	1.264	0.193	0.03	0.0003	Autocurage vérifie
	R364-R365	496.16	495.44	21	0.0343	0.641	0.0055	0.6465	100	439.79	500	459	4.37	0.72	0.89	1.138	0.73	4.976	1.178	0.337	0.07	0.0017	Autocurage vérifie
	R365-R366	493.48	492.76	21	0.0343	0.641	0.0055	0.6465	100	439.79	500	459	4.37	0.72	0.89	1.138	0.73	4.976	1.178	0.337	0.07	0.0017	Autocurage vérifie
	R366-R367	491.16	490.46	21	0.0333	0.641	0.0055	0.6465	100	442.12	500	459	4.31	0.71	0.91	1.139	0.74	4.91	1.166	0.34	0.07	0.0016	Autocurage vérifie
	R367-R368	488.51	487.83	21	0.0324	0.641	0.0055	0.6465	100	444.53	500	459	4.25	0.7	0.92	1.139	0.75	4.841	1.155	0.344	0.06	0.0015	Autocurage vérifie
	R368-R369	485.68	484.99	21	0.0329	0.641	0.0055	0.6465	100	443.31	500	459	4.28	0.71	0.91	1.139	0.75	4.876	1.16	0.342	0.07	0.0016	Autocurage vérifie
	R369-R370	482.79	482.07	21	0.0343	0.641	0.0055	0.6465	100	439.79	500	459	4.37	0.72	0.89	1.138	0.73	4.976	1.178	0.337	0.07	0.0017	Autocurage vérifie
	R370-R371	479.87	479.17	21	0.0333	0.641	0.0055	0.6465	100	442.12	500	459	4.31	0.71	0.91	1.139	0.74	4.91	1.166	0.34	0.07	0.0016	Autocurage vérifie
	R371-R372	476.77	476.08	21	0.0329	0.641	0.0055	0.6465	100	443.31	500	459	4.28	0.71	0.91	1.139	0.75	4.876	1.16	0.342	0.07	0.0016	Autocurage vérifie
	R372-R373	473.43	472.72	21	0.0338	0.641	0.0055	0.6465	100	440.94	500	459	4.34	0.72	0.9	1.139	0.74	4.944	1.172	0.339	0.07	0.0017	Autocurage vérifie

Coll	Tron	CR _{am} (m)	CR _{av} (m)	Dist (m)	I (m/m)	Q _{pl} (m ³ /s)	Q _{eu} (m ³ /s)	Q _t (m ³ /s)	K _s	D _{cal} (mm)	D _{nor} (mm)	D _{int} (mm)	V _{ps} (m/s)	Q _{ps} (m ³ /s)	R _q	R _v	R _h	V (m/s)	V _{min} (m/s)	H (mm)	Q _{ps} /10- Q _{eu}	Q _{ps} /100- Q _{eu}	Vitesse Autocurage
B12	R373-R374	470.47	469.74	21.5	0.034	0.641	0.0055	0.6465	100	440.59	500	459	4.35	0.72	0.9	1.138	0.74	4.954	1.174	0.338	0.07	0.0017	Autocurage vérifie
	R374-R375	467.54	466.88	19.3	0.0342	0.641	0.0055	0.6465	100	440	500	459	4.37	0.72	0.9	1.138	0.73	4.97	1.177	0.337	0.07	0.0017	Autocurage vérifie
	R375-R376	464.78	464.07	21	0.0338	0.641	0.0055	0.6465	100	440.94	500	459	4.34	0.72	0.9	1.139	0.74	4.944	1.172	0.339	0.07	0.0017	Autocurage vérifie
	R376-R377	462.02	461.3	21	0.0343	0.641	0.0055	0.6465	100	439.79	500	459	4.37	0.72	0.89	1.138	0.73	4.976	1.178	0.337	0.07	0.0017	Autocurage vérifie
	R377-R378	459.4	458.68	21	0.0343	0.641	0.0055	0.6465	100	439.79	500	459	4.37	0.72	0.89	1.138	0.73	4.976	1.178	0.337	0.07	0.0017	Autocurage vérifie
	R378-R379	456.88	456.19	21	0.0329	0.641	0.0055	0.6465	100	443.31	500	459	4.28	0.71	0.91	1.139	0.75	4.876	1.16	0.342	0.07	0.0016	Autocurage vérifie
	R379-R380	454.44	453.72	21	0.0343	0.641	0.0055	0.6465	100	439.79	500	459	4.37	0.72	0.89	1.138	0.73	4.976	1.178	0.337	0.07	0.0017	Autocurage vérifie
	R380-R381	452.27	451.57	21	0.0333	0.641	0.0055	0.6465	100	442.12	500	459	4.31	0.71	0.91	1.139	0.74	4.91	1.166	0.34	0.07	0.0016	Autocurage vérifie
	R381-R382	449.57	448.89	21	0.0324	0.641	0.0055	0.6465	100	444.53	500	459	4.25	0.7	0.92	1.139	0.75	4.841	1.155	0.344	0.06	0.0015	Autocurage vérifie
	R382-R383	447.14	446.42	21	0.0343	0.641	0.0055	0.6465	100	439.79	500	459	4.37	0.72	0.89	1.138	0.73	4.976	1.178	0.337	0.07	0.0017	Autocurage vérifie
	R383-R384	444.67	443.97	21	0.0333	0.641	0.0055	0.6465	100	442.12	500	459	4.31	0.71	0.91	1.139	0.74	4.91	1.166	0.34	0.07	0.0016	Autocurage vérifie
	R384-R385	442.27	441.59	21	0.0324	0.641	0.0055	0.6465	100	444.53	500	459	4.25	0.7	0.92	1.139	0.75	4.841	1.155	0.344	0.06	0.0015	Autocurage vérifie
	R385-R386	439.84	439.16	21	0.0324	0.641	0.0055	0.6465	100	444.53	500	459	4.25	0.7	0.92	1.139	0.75	4.841	1.155	0.344	0.06	0.0015	Autocurage vérifie
	R386-R387	438.01	437.15	25	0.0344	0.641	0.0055	0.6465	100	439.51	500	459	4.38	0.72	0.89	1.138	0.73	4.984	1.179	0.336	0.07	0.0017	Autocurage vérifie
	R387-R388	435.8	435.33	20	0.0235	0.9844	0.0079	0.9923	100	554.35	630	580	4.23	1.12	0.89	1.137	0.73	4.813	1.116	0.424	0.1	0.0033	Autocurage vérifie
	R388-R389	433.48	432.98	20	0.025	0.9844	0.0079	0.9923	100	547.95	630	580	4.36	1.15	0.86	1.133	0.71	4.944	1.141	0.414	0.11	0.0036	Autocurage vérifie
	R389-R390	431.53	431.03	20	0.025	0.9844	0.0079	0.9923	100	547.95	630	580	4.36	1.15	0.86	1.133	0.71	4.944	1.141	0.414	0.11	0.0036	Autocurage vérifie
	R390-R391	429.73	429.24	20	0.0245	0.9844	0.0079	0.9923	100	550.03	630	580	4.32	1.14	0.87	1.135	0.72	4.902	1.132	0.417	0.11	0.0035	Autocurage vérifie
	R391-R392	428.04	427.55	20	0.0245	0.9844	0.0079	0.9923	100	550.03	630	580	4.32	1.14	0.87	1.135	0.72	4.902	1.132	0.417	0.11	0.0035	Autocurage vérifie
	R392-R393	426	425.5	20	0.025	0.9844	0.0079	0.9923	100	547.95	630	580	4.36	1.15	0.86	1.133	0.71	4.944	1.141	0.414	0.11	0.0036	Autocurage vérifie
	R393-R394	424.15	423.68	20	0.0235	0.9844	0.0079	0.9923	100	554.35	630	580	4.23	1.12	0.89	1.137	0.73	4.813	1.116	0.424	0.1	0.0033	Autocurage vérifie
	R394-R395	422.48	421.99	20	0.0245	0.9844	0.0079	0.9923	100	550.03	630	580	4.32	1.14	0.87	1.135	0.72	4.902	1.132	0.417	0.11	0.0035	Autocurage vérifie
	R395-R396	420.79	420.31	20	0.024	0.9844	0.0079	0.9923	100	552.16	630	580	4.28	1.13	0.88	1.136	0.72	4.858	1.124	0.42	0.11	0.0034	Autocurage vérifie
	R396-R397	419.11	418.62	20	0.0245	0.9844	0.0079	0.9923	100	550.03	630	580	4.32	1.14	0.87	1.135	0.72	4.902	1.132	0.417	0.11	0.0035	Autocurage vérifie
R397-R398	417.42	416.94	20	0.024	0.9844	0.0079	0.9923	100	552.16	630	580	4.28	1.13	0.88	1.136	0.72	4.858	1.124	0.42	0.11	0.0034	Autocurage vérifie	
R398-R399	415.49	415	20	0.0245	0.9844	0.0079	0.9923	100	550.03	630	580	4.32	1.14	0.87	1.135	0.72	4.902	1.132	0.417	0.11	0.0035	Autocurage vérifie	
R399-R400	413.55	413.07	20	0.024	0.9844	0.0079	0.9923	100	552.16	630	580	4.28	1.13	0.88	1.136	0.72	4.858	1.124	0.42	0.11	0.0034	Autocurage vérifie	
R400-R401	411.72	411.21	20	0.0255	0.9844	0.0079	0.9923	100	545.92	630	580	4.41	1.16	0.85	1.131	0.71	4.984	1.149	0.411	0.11	0.0037	Autocurage vérifie	
R401-R402	409.96	409.45	20	0.0255	0.9844	0.0079	0.9923	100	545.92	630	580	4.41	1.16	0.85	1.131	0.71	4.984	1.149	0.411	0.11	0.0037	Autocurage vérifie	
R402-R403	407.75	407.05	20	0.035	1.3249	0.0103	1.3352	75	640.52	800	800	4.8	2.41	0.55	1.03	0.53	4.942	1.116	0.422	0.23	0.0138	Autocurage vérifie	
R403-R404	405.45	404.74	20	0.0355	1.3249	0.0103	1.3352	75	638.82	800	800	4.83	2.43	0.55	1.028	0.53	4.968	1.122	0.421	0.23	0.014	Autocurage vérifie	

Coll	Tron	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qpl (m³/s)	Qeu (m³/s)	Qt (m³/s)	Ks	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Dint (mm)	Vps (m/s)	Qps (m³/s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	Vmin (m/s)	H (mm)	Q _{ps} /10- Q _{eu}	Q _{ps} /100- Q _{eu}	Vitesse Autocurage
B12	R404-R405	403.29	402.57	20	0.036	1.3249	0.0103	1.3352	75	637.15	800	800	4.87	2.45	0.55	1.026	0.52	4.994	1.128	0.419	0.23	0.0142	Autocurage vérifie
	R405-R406	401.82	401.1	20	0.036	1.3249	0.0103	1.3352	75	637.15	800	800	4.87	2.45	0.55	1.026	0.52	4.994	1.128	0.419	0.23	0.0142	Autocurage vérifie
	R406-R407	401.1	400.38	20	0.036	1.3249	0.0103	1.3352	75	637.15	800	800	4.87	2.45	0.55	1.026	0.52	4.994	1.128	0.419	0.23	0.0142	Autocurage vérifie
	R407-R408	400.33	399.62	20	0.0355	1.3249	0.0103	1.3352	75	638.82	800	800	4.83	2.43	0.55	1.028	0.53	4.968	1.122	0.421	0.23	0.014	Autocurage vérifie
	R408-R409	399.17	398.48	20	0.0345	1.3249	0.0103	1.3352	75	642.25	800	800	4.76	2.39	0.56	1.032	0.53	4.915	1.109	0.424	0.23	0.0136	Autocurage vérifie
	R409-R410	397.78	397.08	20	0.035	1.3249	0.0103	1.3352	75	640.52	800	800	4.8	2.41	0.55	1.03	0.53	4.942	1.116	0.422	0.23	0.0138	Autocurage vérifie
	R410-R411	396.18	395.49	20	0.0345	1.3249	0.0103	1.3352	75	642.25	800	800	4.76	2.39	0.56	1.032	0.53	4.915	1.109	0.424	0.23	0.0136	Autocurage vérifie
	R411-R412	394.54	393.86	20	0.034	1.3249	0.0103	1.3352	75	644.01	800	800	4.73	2.38	0.56	1.034	0.53	4.888	1.103	0.426	0.23	0.0135	Autocurage vérifie
	R412-R413	392.71	392.02	20	0.0345	1.3249	0.0103	1.3352	75	642.25	800	800	4.76	2.39	0.56	1.032	0.53	4.915	1.109	0.424	0.23	0.0136	Autocurage vérifie
	R413-R414	391.17	390.43	21	0.0352	1.3249	0.0103	1.3352	75	639.71	800	800	4.81	2.42	0.55	1.029	0.53	4.954	1.119	0.422	0.23	0.0139	Autocurage vérifie
	R414-R415	389.98	389.25	21	0.0348	1.3249	0.0103	1.3352	75	641.34	800	800	4.78	2.4	0.56	1.031	0.53	4.929	1.113	0.423	0.23	0.0137	Autocurage vérifie
	R415-R416	388.7	387.99	21	0.0338	1.3249	0.0103	1.3352	75	644.69	800	800	4.72	2.37	0.56	1.034	0.53	4.878	1.101	0.427	0.23	0.0134	Autocurage vérifie
	R416-R417	387.49	386.76	21	0.0348	1.3249	0.0103	1.3352	75	641.34	800	800	4.78	2.4	0.56	1.031	0.53	4.929	1.113	0.423	0.23	0.0137	Autocurage vérifie
	R417-R418	386.31	385.56	21	0.0357	1.3249	0.0103	1.3352	75	638.1	800	800	4.85	2.44	0.55	1.027	0.53	4.979	1.125	0.42	0.23	0.0141	Autocurage vérifie
	R418-R419	385.16	384.42	21	0.0352	1.3249	0.0103	1.3352	75	639.71	800	800	4.81	2.42	0.55	1.029	0.53	4.954	1.119	0.422	0.23	0.0139	Autocurage vérifie
R419-R420	384.07	383.35	21	0.0343	1.3249	0.0103	1.3352	75	643	800	800	4.75	2.39	0.56	1.033	0.53	4.904	1.107	0.425	0.23	0.0136	Autocurage vérifie	
B13	R420-R421	381.15	380.7	35	0.0129	6.4207	0.1431	6.5638	75	1404.22	1500	1500	4.42	7.81	0.84	1.127	0.7	4.985	1.624	1.053	0.64	0.065	Autocurage vérifie
	R421-R422	379.15	378.69	38.5	0.0119	6.4207	0.1431	6.5638	75	1423.66	1500	1500	4.26	7.53	0.87	1.135	0.72	4.839	1.588	1.081	0.61	0.0678	Autocurage vérifie
	R422-R423	376.59	375.91	55	0.0124	6.4207	0.1431	6.5638	75	1414.56	1500	1500	4.34	7.66	0.86	1.132	0.71	4.908	1.605	1.068	0.62	0.0665	Autocurage vérifie
	R423-R424	374.31	373.73	45	0.0129	6.4207	0.1431	6.5638	75	1403.57	1500	1500	4.43	7.82	0.84	1.127	0.7	4.99	1.625	1.052	0.64	0.0649	Autocurage vérifie
	R424-R425	372.68	372.2	40	0.012	6.4207	0.1431	6.5638	75	1422.5	1500	1500	4.27	7.55	0.87	1.135	0.72	4.848	1.59	1.079	0.61	0.0676	Autocurage vérifie
	R425-R426	371.35	370.86	40	0.0123	6.4207	0.1431	6.5638	75	1417.01	1500	1500	4.32	7.62	0.86	1.133	0.71	4.89	1.6	1.071	0.62	0.0669	Autocurage vérifie
	R426-R427	370.86	370.37	40	0.0122	6.4207	0.1431	6.5638	75	1417.01	1500	1500	4.32	7.62	0.86	1.133	0.71	4.89	1.6	1.071	0.62	0.0669	Autocurage vérifie
	R427-R428	370.12	369.64	40	0.012	6.4207	0.1431	6.5638	75	1422.5	1500	1500	4.27	7.55	0.87	1.135	0.72	4.848	1.59	1.079	0.61	0.0676	Autocurage vérifie
	R428-R429	368.44	367.93	40	0.0128	6.4207	0.1431	6.5638	75	1406.42	1500	1500	4.4	7.78	0.84	1.128	0.7	4.969	1.62	1.056	0.63	0.0653	Autocurage vérifie
	R429-R430	366.38	365.65	60	0.0122	6.4207	0.1431	6.5638	75	1418.83	1500	1500	4.3	7.6	0.86	1.133	0.72	4.876	1.597	1.074	0.62	0.0671	Autocurage vérifie
	R430-R431	365.65	365.16	40	0.0123	6.4207	0.1431	6.5638	75	1417.01	1500	1500	4.32	7.62	0.86	1.133	0.71	4.89	1.6	1.071	0.62	0.0669	Autocurage vérifie
	R431-R432	364.31	363.87	40	0.011	7.6995	0.1522	7.8517	75	1546.38	1800	1800	4.62	11.75	0.67	1.067	0.59	4.931	1.487	1.068	1.02	0.0347	Autocurage vérifie
	R432-R433	363.87	363.4	50	0.0094	7.6995	0.1522	7.8517	75	1592.64	1800	1800	4.27	10.86	0.72	1.083	0.63	4.625	1.415	1.13	0.93	0.0436	Autocurage vérifie
R433-DO	363.4	362.89	50	0.0102	7.6995	0.1522	7.8517	75	1568.43	1800	1800	4.45	11.31	0.69	1.074	0.61	4.779	1.452	1.097	0.98	0.0391	Autocurage vérifie	