

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي



NATIONAL HIGHER SCHOOL FOR  
HYDRAULICS

"The Mujahid Abdellah ARBAOUTI"

المدرسة الوطنية العليا للري  
"المجاهد عبد الله عرباوي"

ⵎⴰⵎⴻⵔ ⵏ ⵓⵎⵎⴰⵔ ⵏ ⵓⵎⵎⴰⵔ ⵏ ⵓⵎⵎⴰⵔ

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 Sidi Yagoub (w.Sidi Bel Abbes)**

**Présenté par :**

**ABDELMALEK OUSSAMA**

**Devant les membres du jury**

<b>Nom et Prénoms</b>	<b>Grade</b>	<b>Qualité</b>
. WAHIBA MOKRANE	M.C.B	Président
. SALHI CHAHRAZED	M.C.B	Examineur
.KADI LATIFA	M.A.A	Examineur
.TOUAHIR SABAH	M.A.A	Promoteur

**Session : septembre 2024**

## Remerciement

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à toutes les personnes qui ont contribué, de près ou de loin, à la réalisation de ce mémoire.

Tout d'abord, je souhaite remercier chaleureusement mon Encadrante, Mme Touahir Sabah pour sa disponibilité, ses précieux conseils, et son encadrement bienveillant tout au long de ce projet. Son expertise et ses encouragements ont été d'une grande aide et m'ont permis de surmonter les nombreux défis rencontrés.

Je tiens également à remercier l'ensemble des enseignants de l'École nationale Supérieure d'Hydraulique pour la qualité de leur enseignement et le savoir qu'ils m'ont transmis durant ces années d'études.

Je voudrais exprimer ma gratitude à mes collègues et amis, qui ont été d'un soutien inestimable par leurs discussions enrichissantes, leurs suggestions pertinentes, et leur amitié indéfectible.

Enfin, je remercie ma famille pour leur soutien moral, leur patience et leur encouragement constant, sans lesquels ce travail n'aurait pas été possible. Leur confiance en moi m'a toujours motivé à donner le meilleur de moi-même.

À toutes ces personnes, je vous adresse mes plus sincères remerciements.

Oussama ABDELMALEK

## **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.

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 Salim,Nizar,iheb,M'hamed,Imad,Djawed,alaa,amine, mes enseignants et pour ceux qui m'ont donné de l'aide un jour, que dieu vouspaye pour tout vos bienfaits.

Oussama Abdelmalek

تهدف دراستنا إلى تلبية احتياجات الصرف الصحي لمدينة سيدي يعقوب، سيدي بلعباس، من خلال استبدال الشبكة الحالية، التي حالتها متقدمة جداً، وغير صالحة لإخلاء النفايات ومياه الأمطار، بشبكة مخططة جديدة مناسبة. ويتضمن المشروع مساراً معدلاً تبعاً للتضاريس المعقدة، مع غرف تفنيس لتصحيح المنحدرات. سيتم توجيه المياه إلى منفذ طبيعي مجهز بمحطة معالجة، مع احترام معايير الصحة العامة والبيئة والشروط الهيدروليكية لمنع انسداد المجمعات.

الكلمات المفتاحية: الصرف الصحي، الشبكة المتهاكلة، المياه العادمة، مياه الأمطار، المخرج، التنقية، الظروف الهيدروليكية.

#### Resume:

Notre étude vise à répondre aux besoins d'assainissement de la ville de Sidi Yagoub, Sidi Bel Abbes, 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 hydrauliques 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 Sidi Yagoub, Sidi Bel Abbes, 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 pipeblockages.

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

## Table des matières

<b>INRODUCTION GENERALE</b>	<b>01</b>
<b>Chapitre I : Présentation de l'agglomération</b>	<b>02</b>
I.1. Introduction	03
I.2. Situation géographique	03
I.3. Situation climatique	05
I.3.1. Climatologie	05
I.3.2. Températeures	05
I.3.3. Les précipitations	06
I.3.4. Le Vent	07
I.3.5. Le gel	07
I.3.6. L'humidité relative de l'air	07
I.4. Données naturelles du site	08
I.4.1. Topographie	08
I.4.2. Géologie et séismicité	08
I.5. Situation démographique	10
I.6. situation hydraulique	10
I.6.1. alimentation en eau potable	10
I.6.2. Etat des lieux du réseau d'assainissement	11
I.7. Conclusion	12
<b>Chapitre II : Etude hydrologique</b>	<b>14</b>
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 $\sigma_x$	19
II.9.1. Coefficient de variation	19
II.9.2. L'exposant climatique	19
II.10. Choix de la loi d'ajustement	20
II.11. Homogénéisation des données	20
II.12. Loïs 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
<b>Chapitre III : Calcul de base</b>	<b>33</b>
III.1. Introduction	34
III.2. Situation démographique	34
III.3. Découpage de l'aire d'étude en surfaces élémentaires	35
III.4. Systèmes d'évacuation	35
III.4.1 Systèmes fondamentaux	35
III.5. Choix du système d'évacuation	41
III.6. Schémas d'évacuation	41
III.7. Choix du schéma du réseau d'évacuation	43
III.8. Choix du coefficient de ruissellement	45
III.9. Calcul du nombre d'habitants pour chaque sous bassin	48
III.9.1. Coefficient de ruissellement pondéré	48
III.9.2. Calcul de la densité partielle	48
III.10. Conclusion	49
<b>Chapitre IV : Estimation des débits</b>	<b>50</b>
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
<b>Chapitre V : Dimensionnement du réseau d'assainissement</b>	<b>63</b>
V.1. Introduction	64
V.2. Principe de conception d'un réseau d'assainissement	64
V.3. Les collecteurs	64
V.3.1. Les regards	64
V.3.2. L'écoulement gravitaire	64
V.4. Mode de dimensionnement des canalisations	65
V.4.1. Base de calcul	65
V.4.2. Formule de Manning-Strickler	66
V.4.3. Formule de BAZIN	68
V.4.3.1. Réseau unitaire	68
V.3.2 Les abaques de Bazin	68
V.4.3.3. Procédé de calcul	69
V.4.3.4. Conditions d'auto curage	69
V.5. Normes d'écoulement et d'implantation	70

V.5.1.Dimensionnement du réseau d'assainissement	70
V.5.2.Choix des matériaux	70
V.6.Conclusion	71
<b>Chapitre VI : Eléments constitutifs du réseau et ouvrages annexes</b>	<b>72</b>
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
<b>Chapitre VII Organisation du chantier</b>	<b>90</b>
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
<b>CONCLUSION GENERALE</b>	<b>107</b>
<b>Références bibliographique</b>	<b>108</b>
<b>Annexes</b>	<b>109</b>

## 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 (1986-2022)	06
Tableau I.3:caractéristiques du	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 de Sidi Lahcen	17
Tableau II.2:série pluviométrique (station sidi lahcen) 1986-2022	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:**Calculde 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

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

### Chapitre II Etude hydrologique

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

### Chapitre III Calcul de base

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

### Chapitre VI Eléments constitutifs du réseau et ouvrages annexes

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

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

## **Chapitre VII Organisation du chantier**

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

### Introduction générale

L'assainissement urbain est une branche de l'hydraulique urbaine qui vise à rassembler et à transporter toutes les eaux polluées, pluviales ou usées à l'extérieur des agglomérations. Le transport de l'eau usée se fait à travers un réseau bien aménagé, qui permet de la rejeter dans un exutoire, dans le but de préserver la santé des personnes, de prévenir les inondations, de préserver la faune et la flore et enfin de préserver l'environnement.

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

Nous avons pour mission de réaliser une étude de dimensionnement d'un réseau d'assainissement sur la commune de Sidi Yagoub Daïra de Sidi Lahcen. Étant donné la nature rurale de la municipalité, la majorité de la population exerce son activité dans le domaine agricole et la localité présente un terrain difficile.

La particularité de cette région réside dans un réseau d'assainissement construit sans étude, dont l'état est dégradé et ne satisfait plus à ces exigences. La méthode d'évaluation des débits à évacuer, le type de système d'assainissement et le tracé du réseau sont étudiés dans cette région. La compatibilité du réseau proposé avec la projection d'une station d'épuration sera soulignée.

Dans les sept chapitres de notre étude, nous allons essayer de déterminer les solutions techniques et économiques adéquates pour éliminer les eaux usées et pluviales de la ville de Sidi Yagoub.

Différentes étapes d'étude seront illustrées 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 :

Il est essentiel de réaliser une étude approfondie du site avant de commencer tout projet d'assainissement pour saisir ses caractéristiques physiques et les éléments qui influencent la conception du projet.

Chaque emplacement possède des particularités qui ont un impact direct sur l'assainissement, incluant:

- Les données naturelles
- Les informations concernant l'agglomération
- Les prévisions de développement à venir
- Les informations concernant l'assainissement.

La mise en valeur de l'agglomération est donc une étape essentielle dans la mise en place du réseau d'assainissement pour la ville de Sidi Yagoub.

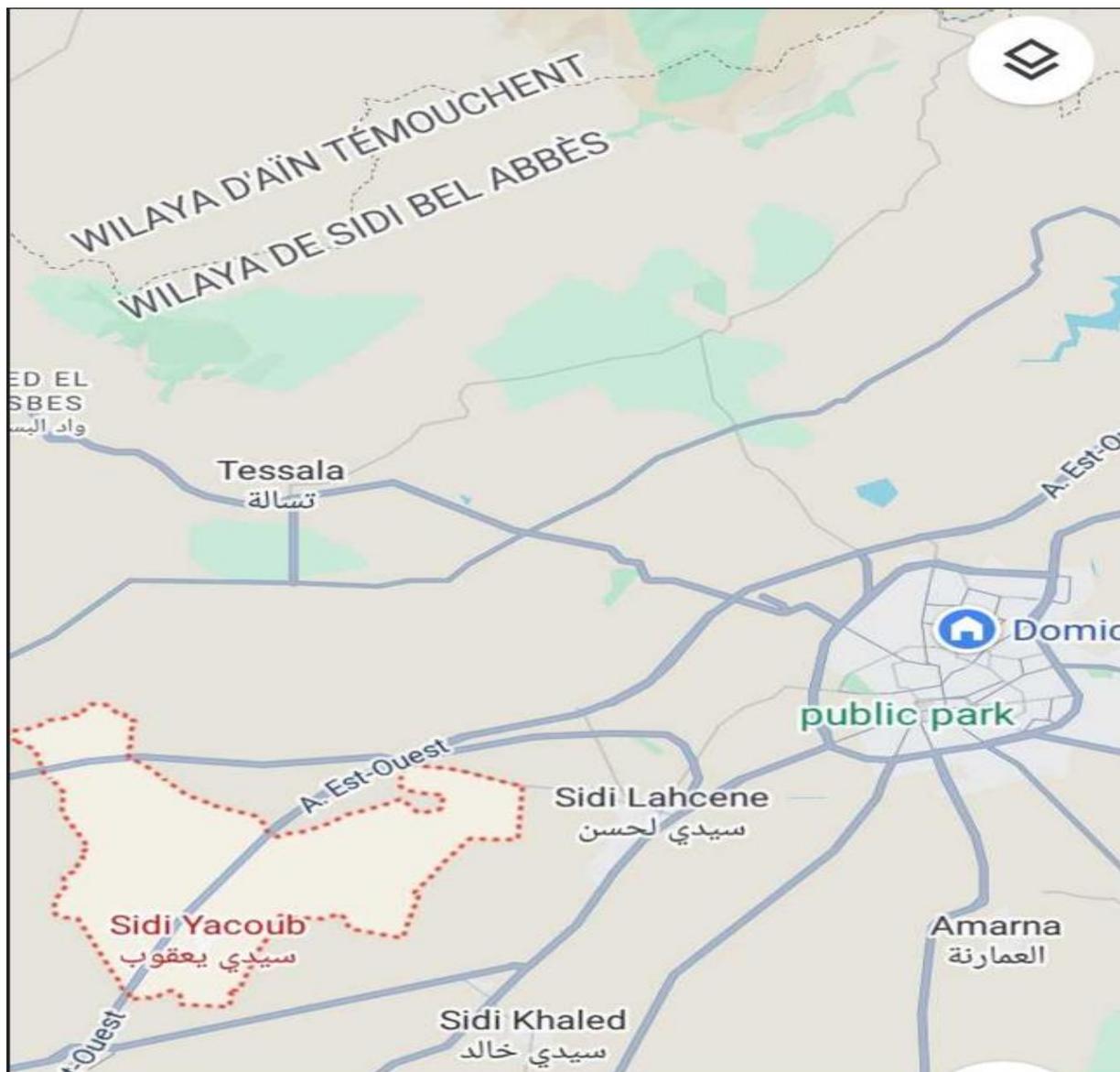
## I.2. Situation géographique:

Le centre de Sidi Yagoub est situé à 17 km à l'ouest-sud de la wilaya de Sidi Bel Abbès à proximité de la route nationale RN96. Il se trouve localisé dans la partie nord de l'Algérie dont la latitude est de 35° 08 '09' nord ; la longitude : 0° 47 ' 10'' ouest et d'une altitude varie de 595 à 550 m.

Sidi Yagoub s'étend sur une superficie de 70.54 ha ; la ville compte 5607 (en 2008) habitants depuis le dernier recensement de la population (d'après APC).

Elle est limitée comme suit :

- Au nord par la commune de Tessala (12 km).
- Au nord-ouest par la commune de Sehala Thaoura (8.4 km).
- À l'ouest, par la commune d'Ain Kada. (6.4 km).
- Au sud et au sud-ouest par la commune de Sidi Ali Boussidi. (5.7 km).
- À l'est et au nord-est : Sidi Lahcene (8,8 km).
- Au sud-est : Sidi Khaled (6.6 km).



**Figure I.1:** Plan de situation de la commune de sidi yagoub (PDAU)

### I.3. Situation climatique

#### I.3.1 Climatologie :

Le climat à Sidi Yagoub appartient à l'étage bioclimatique méditerranéen extratropical tempéré par l'influence continentale ; il est caractérisé par des saisons tranchées avec une période fraîche et humide et une période chaude et sèche. Les précipitations sont plus importantes en hiver qu'en été, la température moyenne annuelle est de 17.3°C. Il tombe en moyenne 425 mm de pluie par an. Climat semi-aride sec et froid.

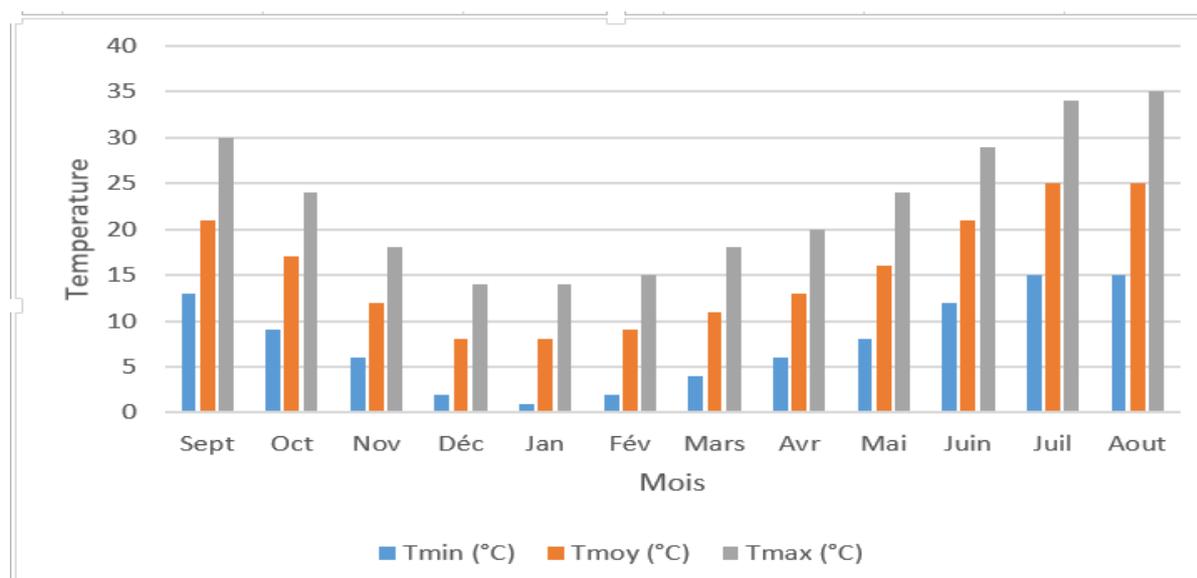
### I.3.2. Température :

Les étés sont chauds (29°C à 35°C) et les hivers rigoureux où la température minimale est de 1°C et la température moyenne de 15.5 °C font du mois d'aout le mois le plus chaud de l'année. Le mois de janvier est le plus froid de l'année.

**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)	13	9	6	2	1	2	4	6	8	12	15	15
Tmoy (°C)	21	17	12	8	8	9	11	13	16	21	25	25
Tmax (°C)	30	24	18	14	14	15	18	20	24	29	34	35

(Source: ANRHORAN)



**Figure I.2:** temperature maximales et minimales et moyen mensuelle durant (1986-2022)

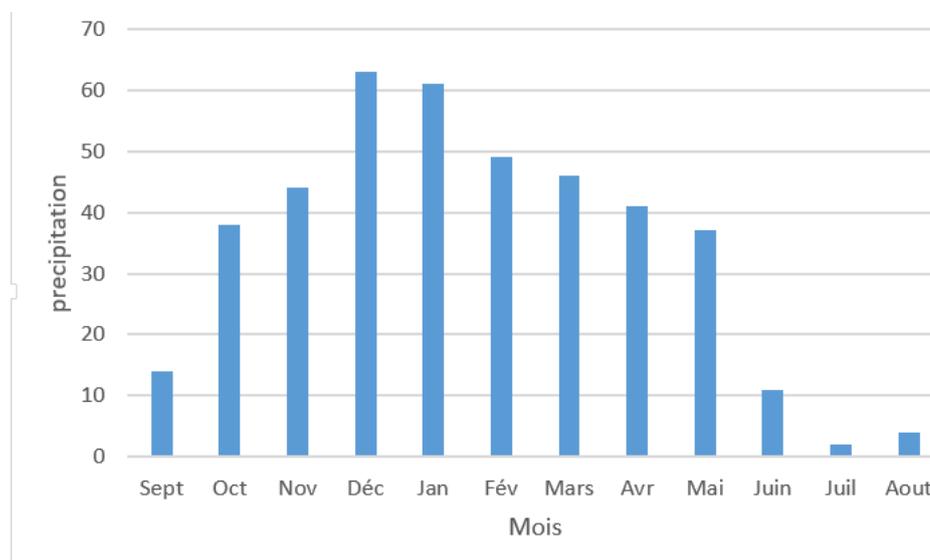
**I.3.3 Situation pluviométrique :**

La pluviométrie se situe entre 350 et 425 mm ; 2 mm font du mois de juillet le plus sec de l'année. Avec une moyenne de 63 mm entre le plus sec et le plus humide des mois, c'est le mois de décembre qui enregistre le plus haut taux de précipitations.

**Tableau I.2:** Données des moyennes mensuelles des précipitations, Période(1986-2022)

Mois	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout
$\bar{P}_{mm}$	14	38	44	63	61	49	46	41	37	11	2	4

(Source: ANRHORAN)



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

**I.3.4. Le Vent :**

Les vents sont déterminés par deux principales directions à deux périodes bien distinctes : une direction Nord-est/Nord-ouest de novembre à avril et une direction Sud-ouest le reste de l'année.

Généralement, les vents ont des vitesses moyennes et parfois très faibles ; ce sont des vents à direction Nord-Est.

**Tableau I.3:** valeurs moyennes de la Vitesse du vent (m/s) en 2022

Mois	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout
vitesse $\frac{m}{s}$	1.6	1.7	1.8	1.7	1.8	1.6	1.7	2.4	2.1	2.0	1.7	1.5

(Source: ANRHORAN)

**I.3.5. Le gel :**

La période de gelée peut atteindre jusqu'à 37 jours, elle est fréquente au printemps ; la température varie entre 3 °C et 5 °C.(ANRH ORAN)

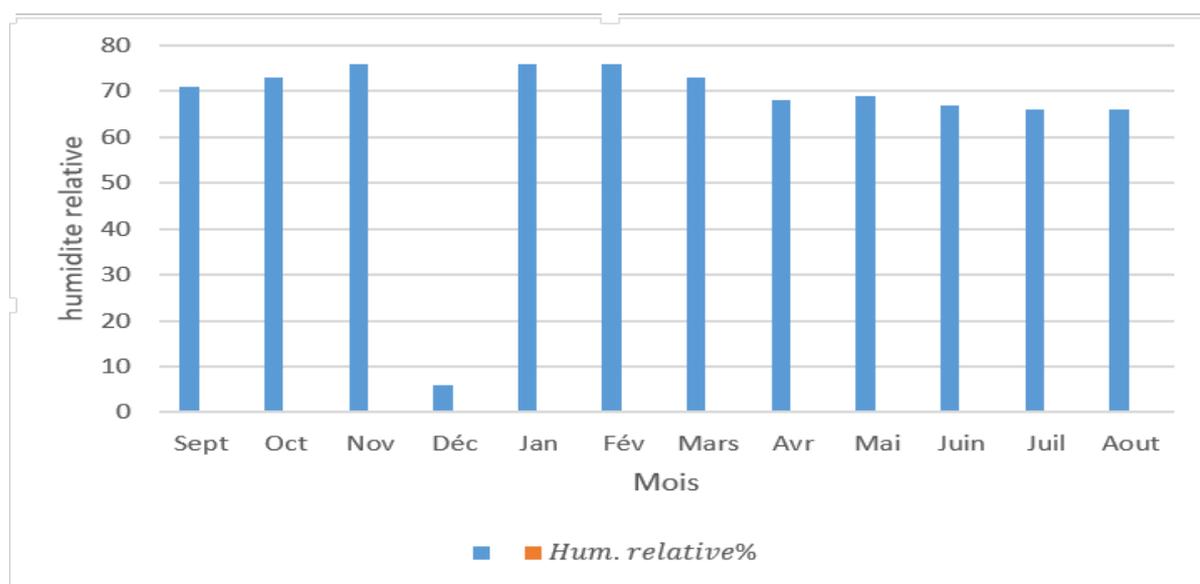
**I.3.6. L'humidité relative de l'air :**

Parfois très continental si elles arrivent à traverser les monts de Tessala ;chargées d'humidité.

**Tableau I.4 :** humidite relative a l'air de sidi bel abbes en 2022

Mois	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout
Hum.relative%	71	73	76	6	76	76	73	68	69	67	66	66

(Source : ANRHORAN)



**Figure I.4:** Humidité mensuelle durant l'année 2022

## I.4 Données naturelles du site

### I.4.1 La Topographie :

La topographie revêt une importance capitale dans l'étude d'un projet d'assainissement. En effet, elle joue un rôle essentiel dans les écoulements gravitaires et impose le plus souvent l'osature du réseau qui doit épouser au maximum le terrain naturel.

La topographie de la zone d'étude a été étudiée à partir du MNT (modèle numérique de terrain) ; c'est une représentation de la topographie (altimétrie et planimétrie).

La zone est caractérisée par un terrain non accidenté présentant des pentes variant de 0,2 % à 5 %.

### I.4.2 Géologie :

Le sol en général est constitué de sable graveleux argileux de couleur rougeâtre ; surmonté par du tuf jaunâtre ; le tout est couvert d'une couche de terre végétale d'une épaisseur allant jusqu'à 80 cm .

Profondeur	Description
0-0.80m	Terre végétale
0.80-2.00m	Miocène moyen marin / quaternaire à coque calcaire
2.00-10m	Sable graveleux

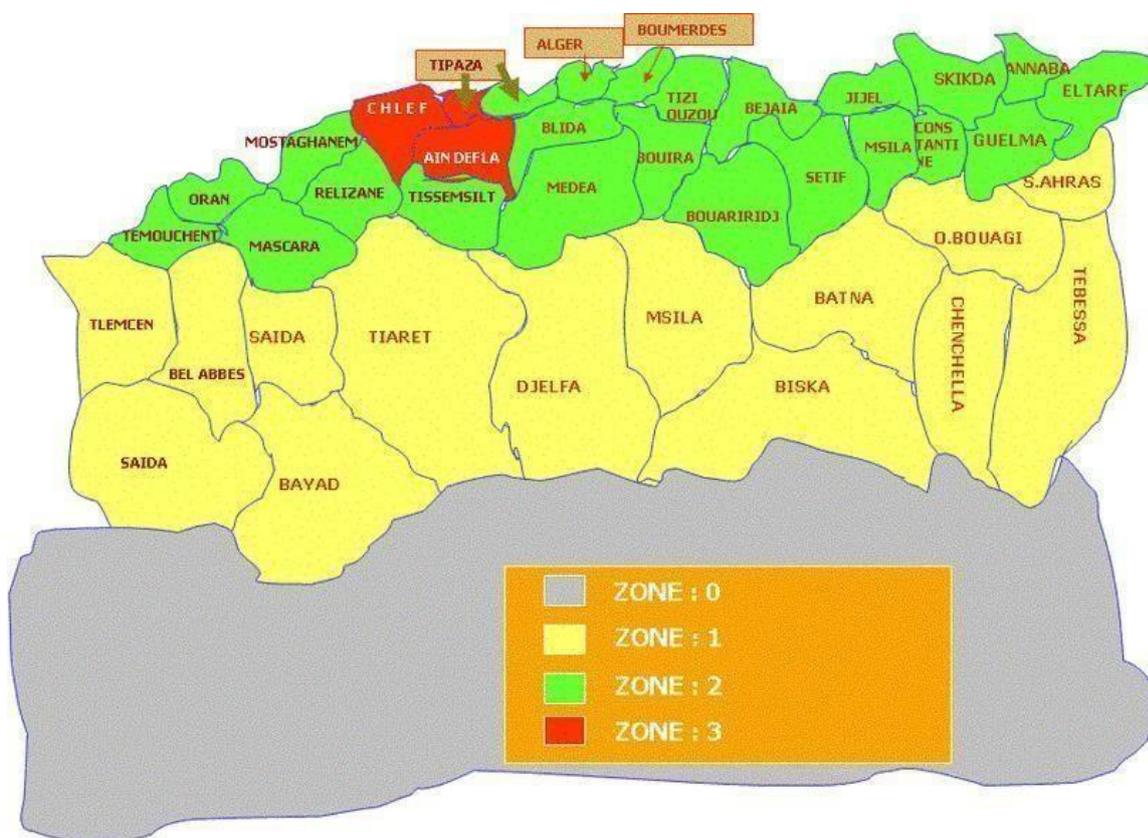
(bureau d'étude beverde)

### I.4.3. sismicité:

Le règlement parasismique algérien (R.P.A 2003) a mis en place un zonage sismique mis à jour à la suite du tremblement de terre du 21 mai 2003 qui a affecté la région de Boumerdes et ses environs. On a divisé le territoire national en cinq zones de sismicité croissante :

- Zone 0 : sismicité négligeable.
- Zone I : sismicité faible.
- Zones IIa et IIb : sismicité moyen.
- Zone III : sismicité forte.

**REMARQUE :** Dans cette nouvelle typologie, notre région d'étude est dans la zone sismique I avec une faible sismicité.



**Figure I.5:** carte du zonage sismique de territoire national (RPA; 2003)

### I.5. Situation démographique :

La population de Sidi Yagoub est estimée à 5607 habitants en 2008 (APC), avec un taux d'accroissement de 1,5%. Étant donné que l'évolution démographique en Algérie suit la loi des augmentations géométriques que l'on peut observer dans la relation suivante :

$$N = N_0 (1 + T)^n$$

Où :  $N$  : La population à l'horizon d'étude.

Le nombre de personnes à l'année de référence est indiqué.  $T$  :

Le taux de croissance démographique est de 1,5 %.

n : Écart d'âge entre l'horizon d'étude et l'année de prise en compte.

Ainsi, on peut observer l'évolution démographique dans l'agglomération dans le tableau I-5 :

**Tableau I.5:** détermination de la population pour les différents horizons

Horizons	2008	2023	2025	2030	2040
Habitants	5607	5777	6223	7222	8382

## I.6. situation hydraulique

### I.6.1. alimentation en eau potable

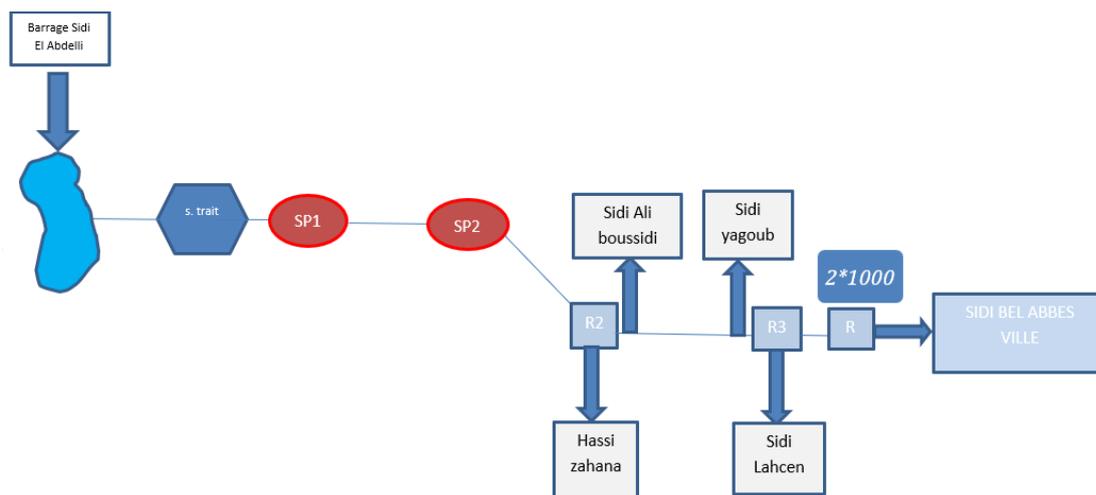
#### I.6.1. champ de captage :

La commune de Sidi Yagoub ne dispose d'aucune source d'eau potable, à l'exception d'un puits d'ausale destiné généralement à l'alimentation du bétail.

L'agglomération était alimentée à partir de la source principale. D'ain El Hadjer se situe à Sidi Ali Boussidi à 5 km de Sidi yagoub. Cette dernière étant devenue insuffisante, cela est dû à l'abaissement de la nappe et, par conséquent, le débit exploité pour l'alimentation n'assurera pas les besoins des deux communes ; à cet effet, Sidi yagoub, depuis 2003, est alimenté à partir du transfert du barrage de Sidi Abdelli. Voir le schéma synoptique du transfert à partir du barrage de Sidi Abdelli.

La commune de Sidi yagoub dispose d'un réseau d'alimentation en eau potable de type ramifié dans l'ensemble, réalisé en 1970 avec des extensions récentes ; la conduite de distribution à partir des deux réservoirs (2\*500 m<sup>3</sup>) est de diamètre DN Ø 200 mm en P.V.C ; PN16.

Le réseau existant est constitué entièrement de canalisations en PVC PN10 ayant pour conduite de diamètre Ø 125 mm ; Ø110 ; Ø90 ; Ø63 mm.



**Figure I.6 :** présentation des réservoirs alimentant Sidi Yagoub

### I.6.2. Etat des lieux du réseau d'assainissement :

Le réseau d'assainissement actuel du chef-lieu de la commune de Sidi Yagoub est assez ancien, étant donné l'âge de la plupart des collecteurs.

Sidi Yagoub est desservi par un réseau d'assainissement unitaire, où les eaux usées (depuis les boîtes de branchement) et les eaux pluviales (depuis les avaloirs situés en bordure des chaussées) sont regroupées dans un même collecteur et alimentent le centre du tissu urbain.

(D'après DRE Sidi Bel Abbes)

Selon l'enquête menée sur les lieux, on a pu faire les observations suivantes :

- De nombreux regards sont soit immergés dans le bitume, soit les cotes tampons sont très élevées par rapport à la cote de la route.
- Installation d'un système d'assainissement en béton armé.
- L'installation du réseau d'assainissement dans le centre-ville de la commune ne répond pas aux exigences du site.
- Il n'y a pas d'ouvrage de rejeté.
- Il ya des rejets facultatifs effectués par les résidents près de leurs bâtiments.
- L'ancienneté du réseau d'assainissement entraîne un colmatage dans l'ensemble du réseau.

**Conclusion :**

Au cours de ce chapitre, nous pouvons obtenir les diverses situations de reconnaissance du site d'étude, telles que la géographie, la topographie, la géologie, l'humidité relative, le climat et la démographie.

Nous utiliserons ces informations comme base pour développer le projet d'étude de l'assainissement de la commune.

# **Chapitre II**

## **Etude hydrologique**

## **II.1. Introduction**

L'hydrologie est l'étude de la phase du cycle d'eau qui débute à l'arrivée de l'eau sur la surface de la planète. Ses composantes incluent les précipitations, les eaux de ruissellement et les eaux souterraines. Les informations hydrologiques prises en considération dans les projets d'assainissement sont celles des averses.

L'averse désigne l'ensemble des précipitations causées par une même perturbation météorologique, dont la durée varie de quelques minutes à plusieurs dizaines d'heures environ.

## **II.2. Objectif de l'étude hydrologique**

Il est essentiel de mener des études hydrologiques sur la dimension des réseaux d'assainissement. Effectivement, les facteurs hydrologiques, comme les apports et les débits des eaux pluviales, ont un impact crucial sur le dimensionnement, la sécurité et la bonne exploitation des ouvrages. Cette évaluation est directement associée à des données hydrologiques, principalement les précipitations et les averses.

## **II.3. Les petites pluies**

Les « petites pluies » sont un terme répandu pour désigner les précipitations situées entre les bruines (une chute d'eau très faible qui ne ruisselle pas) et les averses orageuses.

Les débits dans les réseaux sont causés par une hauteur d'eau supérieure à 0,5 mm et les débits par une hauteur d'eau supérieure à 1 mm.

## **II.4. Les averses**

Une averse est une série de précipitations causées par une perturbation météorologique particulière. La durée d'une averse peut varier de quelques minutes à une centaine d'heures et s'étendre de quelques kilomètres carrés (orages) à quelques milliers (pluies cyclonique). Elle est définie comme une période de pluie continue, avec plusieurs niveaux d'intensité différents.

Le volume d'eau qui tombe est mesuré par un hydrogramme, après avoir analysé un pluviogramme qui enregistre la variation de la lame d'eau au cours du temps.

Les averses les plus dangereuses sont les orages, car ils se démarquent par leurs caractéristiques. La pluie s'intensifie rapidement et provoque un ruissellement important et rapide d'une eau habituellement très chargée. [4]

Les averses prises en compte dans les études de réseaux se distinguent par:

- Un volume considérable.
- Une intensité élevée par instant
- On observe un épiderme orageux, une rotation du foyer et une diffusion dans l'Univers.

Ces averses sont mesurées à l'aide des dispositifs suivants:

Les capteurs de pluie, Les pluviographes (les pluviographes à siphon et les pluviographes à augets basculeurs) permettent de mesurer les niveaux d'eau tombés en une période de 24 heures. [3]

## II.5. Période de retour

La période de retour est la période pendant laquelle une averse d'une intensité donnée se produit. Une période de retour de 10 ans est une période de pluie qui peut avoir lieu au moins une fois tous les 10 ans. En règle générale, pour les travaux d'assainissement, on opte pour une période de pluie de dix ans. La durée de retour est calculée à partir d'un calcul technico-économique du réseau d'assainissement qui assure l'évacuation des eaux dans des conditions acceptables pour la santé publique et par voie hydraulique le plus rapidement possible.

En Algérie, la tendance est à choisir une période de retour de dix ans ( $T=10$  ans). [3]

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

Dans le domaine de l'hydrologie urbaine, l'ingénieur hydrologue doit posséder des informations précises sur le projet étudié, mais les données spécifiques sont rares dans certaines situations. C'est la raison pour laquelle il faut disposer d'une base d'information la plus complète possible, pour permettre l'analyse statistique des phénomènes pluvieux et l'identification de leurs paramètres. Pour analyser une averse, il faut déterminer les intensités moyennes maximales qui sont calculées en fonction de la hauteur d'eau tombée pendant une période  $t$ , c'est-à-dire:  $I_m = \Delta h / \Delta t$  ..... 4.(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 évaluer l'intensité, il est nécessaire de:

- il est nécessaire d'étudier les données liées aux précipitations et faire le choix du type de loi à laquelle il faut ajuster nos résultats.
- Effectuer le calcul des paramètres de la loi sélectionnée et vérifier sa conformité.
- Déterminer l'intensité moyenne de précipitations.

## II.7. Etude des précipitations

Dans la plupart des cas, la première étape est d'examiner les informations disponibles afin d'étudier un projet d'assainissement. Pour cela, il faut créer une série pluviométrique comprenant les précipitations maximales quotidiennes pour une durée maximale.

Toutefois, en raison de l'absence de données, nous optons pour une méthode d'analogie en se basant sur la série pluviométrique de la station pluviométrique dont les coordonnées sont données dans le tableau ci-dessous :

**Tableau II.1:** Caractéristiques de la station pluviométrique de Sidi lahcen

Nom	Code	Coordonnées		Période d'observation
<b>Sidi lahcen</b>	110318	X (km)	191.2	1986-2022  <b>(37 ans)</b>
		Y (km)	212.9	

(Source: ANRHORAN)

La station fournit une série de données pluviométriques qui incluent les quantités de pluie maximum mensuelles et annuelles. Cette série a été enregistrée pendant 37 ans, de 1986 à 2022.

Tableau II.2: série pluviométrique (station de sidi lahcen) 1986-2022

Année	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Pjmax
1986	0	0	0	12	0	29.8	3.2	35.7	3.5	6.3	7.4	2	35.7
1987	7.8	13.6	39.3	25.7	5	17.1	12.2	15.2	6.8	0.5	1.3	2.7	39.3
1988	0	8.1	28.9	10.4	8.8	11.7	4.6	20.1	4.7	4.7	0	3.1	28.9
1989	9.1	3.7	50.1	6.8	5.3	4.7	12	8.2	3.3	0.7	0.2	0	50.1
1990	0	3.8	9.6	8.1	7.7	35.7	2.5	5.3	0.7	5.3	0	0	35.7
1991	11.8	40	5.5	7.8	16.5	10.9	0	0.3	0	0	0	0	40
1992	1.6	10.3	9.8	11.7	5.6	49.9	2.7	0	6.3	0	0	7.6	49.9
1993	1.7	1.2	6.4	2.7	0	0	36.5	10.4	0	0.4	7.1	0	36.5
1994	8	6.7	6.5	7.4	11.4	0	4.5	89.2	13.3	5.6	0.1	18.9	89.2
1995	9.8	14.6	16.5	13	14.6	6.4	12.6	9.1	1.9	0.3	0.3	6.3	16.5
1996	2.8	4.3	10.8	8.4	3.9	7.2	8.1	9.4	14.7	6.6	16	0	16
1997	7.8	0.7	0	5.9	0.2	8.2	11.3	10.2	19.7	0	0	4.5	19.7
1998	9.4	10	10.8	5.9	7.5	3.9	6.8	8.4	0.4	0	4.2	8.9	10.8
1999	29.8	11.6	13.4	2.3	7.8	8.9	17.8	12.8	0.1	3.9	0	7.4	29.8
2000	12	20.4	9.4	14.7	17.1	9.7	9.5	12.5	12	12	3.8	14.2	20.4
2001	8	7.4	1.9	4.1	9.9	0.5	0.3	34.6	3.7	0.1	4.3	8.1	34.6
2002	22.8	8.6	6.4	3.4	2.1	9.9	4.7	13.7	10.1	0.1	0.3	0.2	22.8
2003	1.8	0.4	6.7	4.9	12.5	9.3	32.3	0	0.2	0	0	0.3	32.3
2004	16.1	1.6	8	2	4	0	2	0.4	0.5	0	0	0	16.1
2005	31.5	6	17.5	5.4	19.1	18.1	3.6	0.4	1.4	2.3	0	8.6	31.5
2006	6.8	10	41.5	3.8	0	3.8	12.3	21.9	0.1	0.4	0.1	13.6	41.5
2007	0	26.2	13.6	3.6	15.5	10.6	3.1	9.2	4.6	0.2	0.1	4.2	26.2
2008	6	22	43.3	11.1	36.6	9.8	20.8	10.5	20	1	0.4	12	43.3
2009	2.6	9	10.6	4.4	26	7.5	15.4	8.3	2	3.1	4.2	0	15.4
2010	16.6	20.3	13	4	13.7	6.5	9.4	25.9	22.2	0.3	2	0.2	25.9
2011	2.5	6.8	3.3	33.3	17.3	5.2	17.2	9	8.4	0	0	2.3	33.3
2012	18.3	32.6	50.4	8.3	12	2.1	2.2	8.6	15.7	9.1	3.2	0	50.4
2013	8.3	37.5	21.1	16.4	22	8.2	9.4	16	7.1	2.5	0	0	37.5
2014	18.2	0	9.5	6.8	19	13.5	16.5	20.7	9.5	3.1	0	48.6	48.6
2015	0.2	44.6	10.1	4.5	7.3	8	12.2	14	8.4	0.1	0	10	44.6
2016	4.2	14.3	22.8	6.4	6.9	8.5	17.7	17	18.8	0.7	0	3	22.8
2017	2.5	7.7	72.8	12.4	48.2	12.2	10.2	45.6	21.5	1.6	1	7.3	72.8
2018	0	3.8	9.6	8.1	7.7	18.4	2.5	5.3	0.7	5.3	0	0	18.4
2019	11.8	39	5.5	7.8	16.5	10.9	0	0.3	0	0	0	0	39
2020	1.6	10.3	9.8	11.7	5.6	20.1	2.7	0	6.3	0	0	7.6	20.1
2021	6	22	45.3	11.1	36.6	9.8	20.8	10.5	20	1	0.4	12	45.3
2022	2.6	9	10.6	4.4	32.4	7.5	12.4	8.3	2	3.1	4.2	0	32.4

(Source: ANRHORAN, Station: Sidi Lahcen)

### II.8. Les précipitations maximales journalières

L'étude vise à adapter la série de données des précipitations maximales journalières en utilisant une loi théorique pour évaluer l'intensité des précipitations et la période de retour.

Pour notre étude, nous procédons en suivant les étapes suivantes:

- Les températures maximales mensuelles sont classées 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 valeurs et de leurs intervalles de confiance.
- Évaluation des températures extrêmes et des variations mensuelles afin de mieux appréhender les conditions climatiques [4].

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

La moyenne des précipitations maximales journalières  $\bar{P}_{max,j}$  durant 37 ans d'observations:

$$P_{moyj} = \frac{\sum_{i=1}^N p_{maxj}}{N} \dots\dots\dots (II.2)$$

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

N: nombre d'années d'observation (N=37 ans).

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

#### II.9.1. L'écart type

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

#### II.9.2. Coefficient de variation

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

#### 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	37
La valeur min	10.8
La valeur max	89.2
La moyenne	34.4
L'écart type	15.9
Coefficient de variation	0.463
Exposant climatique	0.31

### II.10. Choix de la loi d'ajustement

Les lois d'ajustement sont nombreuses et ne peuvent être appliquées sur un échantillon que si les conditions d'homogénéité sont satisfaites.

L'efficacité d'une méthode d'estimation est influencée par la loi de probabilité, la taille de l'échantillon et certaines caractéristiques de l'échantillon, car les séries pluviométriques peuvent être ajustées de diverses façons. Toutefois, de nombreuses études comparatives empiriques et théoriques ont été menées afin d'évaluer les conditions optimales d'utilisation d'une méthode d'estimation pour une loi donnée. Les lois d'adaptation choisies sont les suivantes:

- AJUSTEMENT à la LOI LOG NORMALE (LOI DE GALTON) .
- AJUSTEMENT DE LA LOI GEV (VRAISEMBLANCE maximale).
- AJUSTEMENT DE LA LOI GUMBE.

Le calcul des précipitations maximales journalières sera réalisé en utilisant le logiciel HYFRAN.

### II.12. Lois statistiques pour l'analyse fréquentielle

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 sont souvent les critères de sélection de la loi de probabilité la plus efficace. Par exemple, en Algérie, on utilise fréquemment les lois de Galton, Gumbel et GEV pour représenter les précipitations maximales journalières.

L'ajustement consiste à trouver la loi de probabilité la plus appropriée pour représenter les données de pluviométrie. L'efficacité de la méthode d'ajustement est influencée par plusieurs facteurs: la loi de probabilité, la taille de l'échantillon et certaines caractéristiques de celui-ci. Souvent, la pratique et l'expérience permettent de choisir la loi de probabilité la plus efficace. En Algérie, les précipitations maximales journalières sont souvent représentées par la loi de Galton, Gumbel et GEV [3].

**II.12.1. Ajustement à la loi de Gumbel**

La fonction de la répartition de la loi du Gumbel:

$$F(x) = e^{-e^{-\frac{x-x_0}{\alpha}}} \tag{II.7}$$

$$Y = \frac{(x-x_0)}{\alpha} = -[\ln(-\ln(F(x)))] \tag{II.8}$$

Avec :

- : La variable réduite de Gumbel.
- : Le paramètre de position (en mm).
- : Variable étudiée ( $P_{max, j}$ ) (en mm).
- : Paramètre d'échelle appelée Gradex. ( $\alpha > 0$ ).

La formule de Gumbel est donnée par la formule suivante :

$$x = \alpha \times y + x_0 \tag{II.9}$$

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

$$\alpha = 12.2 ; x_0 = 27.3$$

Donc, la formule de Gumbel devient :

$$x = 12.2 y + 27.3 \tag{II.10}$$

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

T	Q	X <sub>T</sub>	Écart-type	Intervalle de confiance (95%)
10000.0	0.9999	139	15.5	109 – 170
2000.0	0.9995	120	12.9	94.6 - 145
1000.0	0.9990	111	11.8	88.3 - 135
200.0	0.9950	91.8	9.30	73.6 - 110
100.0	0.9900	83.3	8.22	67.2 - 99.4
50.0	0.9800	74.8	7.14	60.8 - 88.8
20.0	0.9500	63.5	5.73	52.3 - 74.7
10.0	0.9000	54.7	4.67	45.6 - 63.9
5.0	0.8000	45.6	3.63	38.5 - 52.7
3.0	0.6667	38.3	2.88	32.7 - 44.0
2.0	0.5000	31.8	2.34	27.2 - 36.4

Tels que :

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

Avec :

- q : probabilité au non-dépassement
- T : période de retour.
- X<sub>t</sub> : 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 :

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

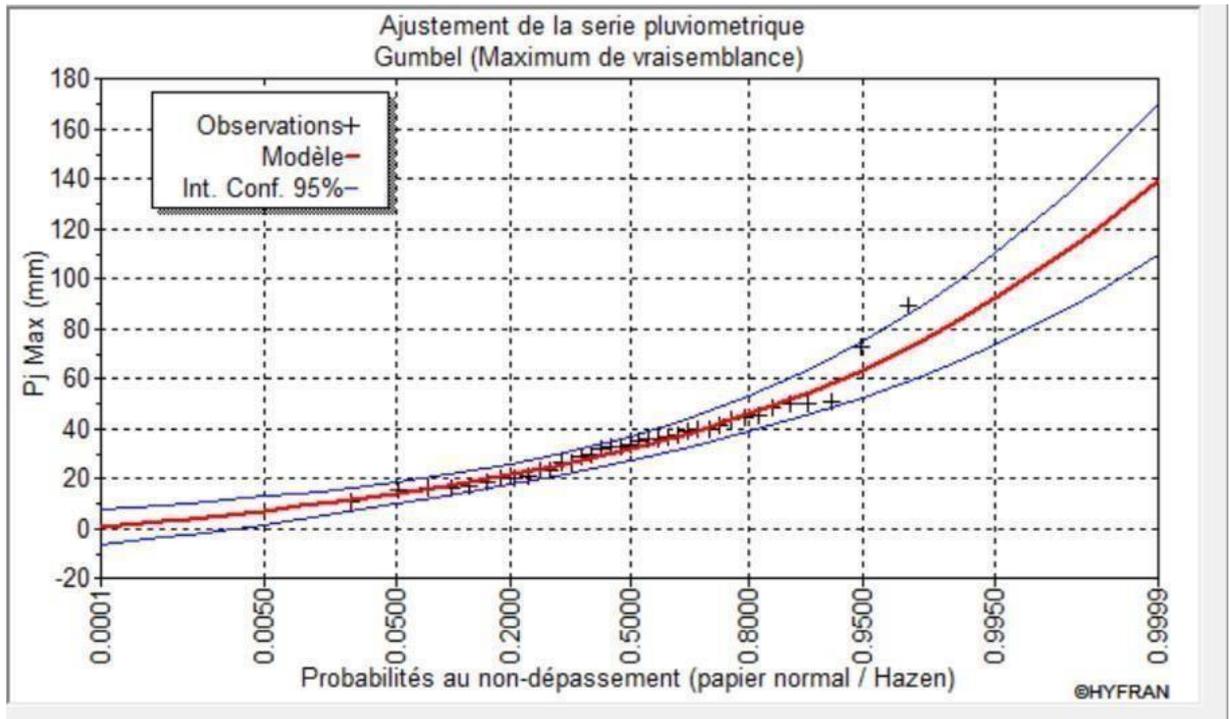


Figure II.1. Ajustement par la loi de Gumbel

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

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

$$F(X) = e - e^{-Y}$$

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

Avec :

**x**: variable étudiée (Pmax, j).

**u** : paramètre de position.

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

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

La formule de GEV est donnée par la formule suivante :

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

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

$$\alpha = 11.7559; \quad k = -0.0351217; \quad u = 27.2173$$

Donc, la formule de GEV devient :

$$X = 27.2173 - \frac{11.7559}{0.0351217}$$

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

<b>T</b>	<b>Q</b>	<b>X<sub>T</sub></b>	<b>Écart-type</b>	<b>Intervalle de confiance (95%)</b>
10000.0	0.9999	155	70.1	
2000.0	0.9995	130	45.9	
1000.0	0.9990	119	37.4	
200.0	0.9950	95.6	21.5	
100.0	0.9900	85.9	16.2	54.1 - 118
50.0	0.9800	76.4	11.9	53.1 - 99.7
20.0	0.9500	64.0	7.53	49.3 - 78.8
10.0	0.9000	54.7	5.22	44.5 - 65.0
5.0	0.8000	45.3	3.69	38.1 - 52.5
3.0	0.6667	38.0	2.93	32.3 - 43.7
2.0	0.5000	31.6	2.44	26.8 - 36.3

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

Avec :

- q** : probabilité au non-dépassement
- T** : période de retour.
- X<sub>t</sub>** : précipitations maximales journalières (mm).

- Pour une période de retour de 10 ans on a :

-La variable réduite est égale à :

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

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

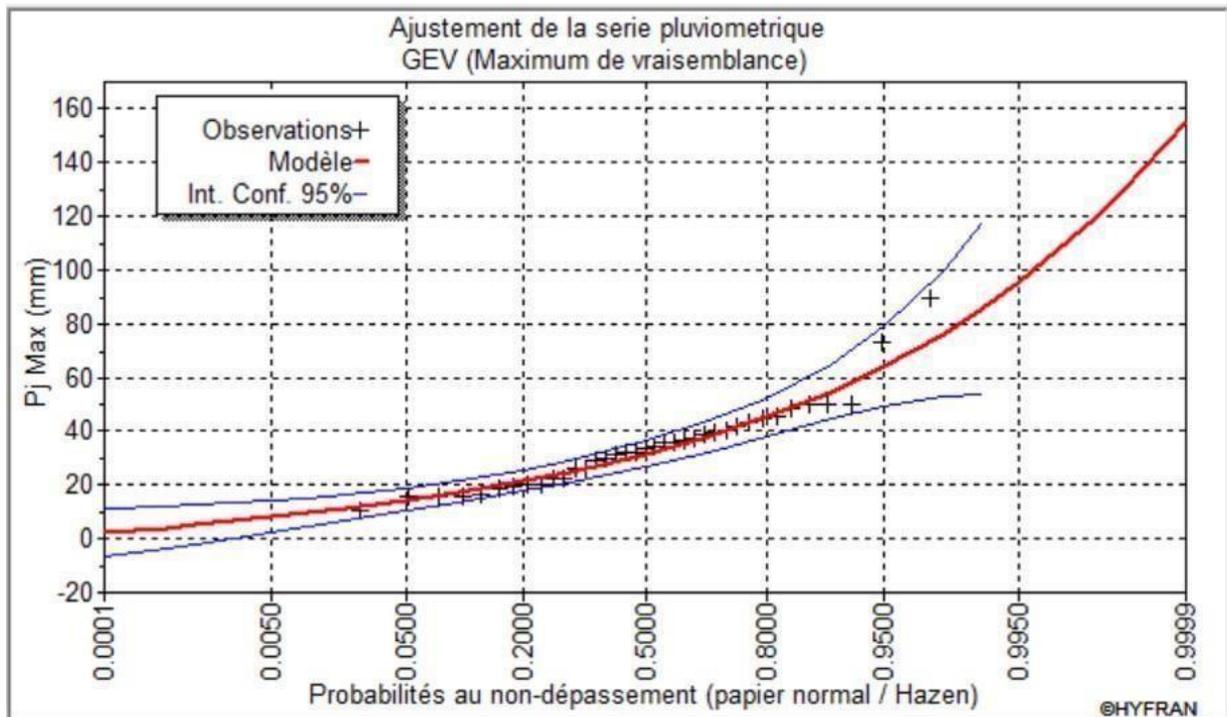


Figure II.2. Ajustement par la loi de GEV

### 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 :

$$U = \frac{\ln(x) - \ln(v)}{\sigma \ln(v)}$$

Avec:

- u**: la variable réduite de Gauss.
- ln(x)**: La moyenne des logarithmes de la variable x.
- $\sigma_{(x)}$** : L'écart type des logarithmes de la variable x.

La formule de Galton est donnée par la formule suivante:

$$\ln(x) = u \cdot \sigma \ln(v) + \ln(v) \dots \dots \dots (II.18)$$

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

$$\sigma_{\ln(x)} = 0.455609; \quad \ln = 3.43971$$

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 <sub>T</sub>	Écart-type	Intervalle de confiance (95%)
10000.0	0.9999	170	36.2	98.8 – 241
2000.0	0.9995	140	26.8	87.1 – 192
1000.0	0.9990	127	23.2	82.0 – 173
200.0	0.9950	101	15.9	69.7 – 132
100.0	0.9900	90.0	13.1	64.3 – 116
50.0	0.9800	79.5	10.6	58.7 – 100
20.0	0.9500	66.0	7.64	51.0 - 81.0
10.0	0.9000	53.9	5.69	44.8 - 67.1
5.0	0.8000	45.7	4.00	37.9 - 53.6
3.0	0.6667	37.9	2.97	32.1 - 43.8
2.0	0.5000	31.2	2.34	26.6 - 35.8

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

Avec:

**q:** probabilité au non-dépassement

**T:** période de retour.

**X<sub>t</sub>:** précipitations maximales journalières (mm).

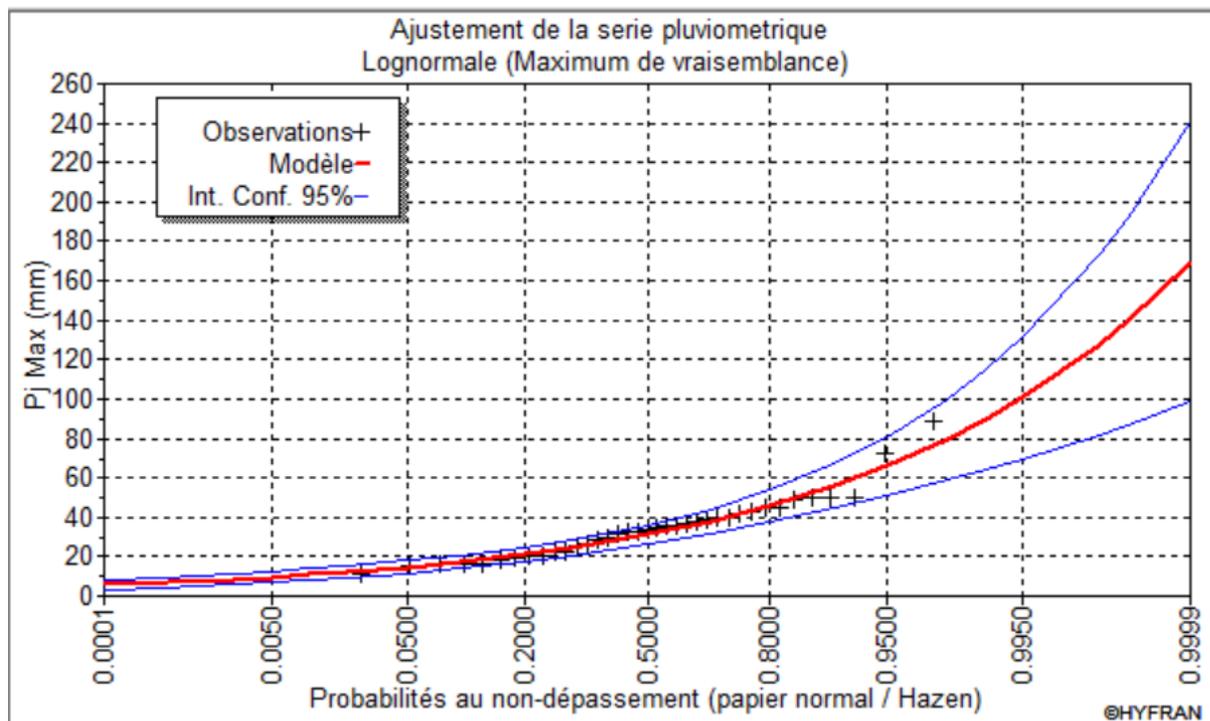


Figure II.3 : Ajustement graphique à la loi Log-normale

### II.13. Comparaison entre les lois d'ajustement

En utilisant le logiciel Hyfran, nous avons ajusté la série des précipitations maximales journalières en fonction de la loi de Gumbel, de la loi de Galton et de la loi de GEV pour notre étude. Les graphiques des droites de régression obtenues par ces deux ajustements ont été comparés. Le logiciel a été utilisé pour calculer directement les caractéristiques des échantillons, les tests d'adéquation des deux lois et l'homogénéité. À ce stade, il s'agit de savoir si l'une de ces lois est plus appropriée que l'autre. Les avantages et les inconvénients de chaque loi sont différents, mais nous opterons pour les valeurs des paramètres hydrologiques estimés (les précipitations décennales), l'analyse visuelle des graphiques et le test du  $\chi^2$ .

#### Observation des graphiques:

Les graphiques de régression sont examinés visuellement dans ce test afin de déterminer l'alignement des points. Il contrôle la conformité de la ligne de régression aux points et s'il n'y a pas de courbes ou de tendances étranges. Ce test permet de contrôler la qualité des données et des modèles statistiques. En utilisant Hyfran, nous avons effectué une comparaison entre les deux lois.

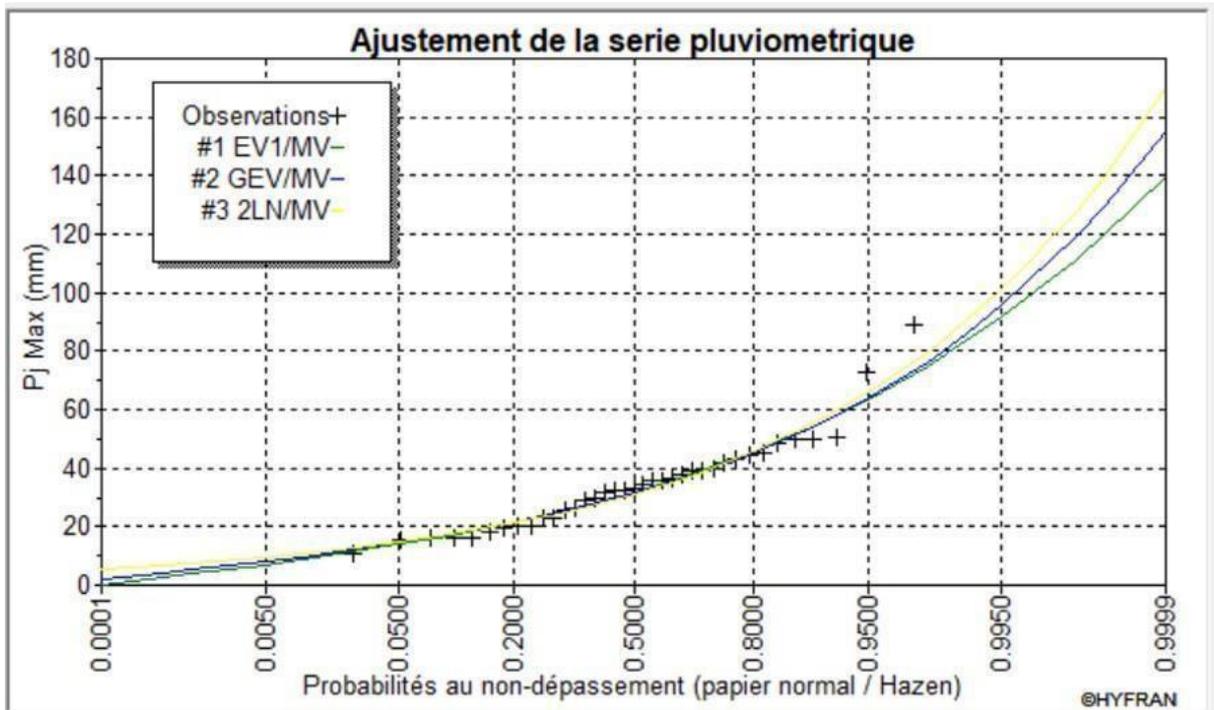


Figure II.4. Comparaison des trois lois d'ajustement

### Interprétation:

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

### II.14. Test d'adéquation de Khi-deux

Le test de Khi-deux, ou test de Khi-carré ou test de Pearson, est une méthode statistique qui permet d'évaluer la compatibilité

d'une loi statistique avec un échantillon de taille  $N$ . Les valeurs calculées et théoriques de  $\chi^2$  sont comparées lors du test afin de prendre une décision sur l'ajustement.

- Le calcul du  $\chi^2$  et le nombre de degrés de liberté  $\gamma$  sont obtenus en utilisant le logiciel HYFRAN.
- Le  $\chi^2$  théorique est calculé sur la table de Khi2 (voir l'annexe I).
- La loi appropriée en cas d'erreur.

Les précipitations décennales:

- $P_{\max,j}$  (Gumbel) = 54.7 mm.
- $P_{\max,j}$  (GEV) = 54.7 mm.
- $P_{\max,j}$  (Galton) = 53.9 mm.

La loi de Gumbel offre une précipitation maximale quotidienne (T=10 ans) supérieure à celle de GEV et Galton, ce qui implique que l'adaptation à la loi de Gumbel nous garantit davantage l'ajustement.

Le tableau ci-dessous présente les résultats du test de Khi-deux:

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

Loi d'ajustement	Nombre de classe	P	Degré de liberté	$\chi^2$ Calculé	$\chi^2$ théorique	Comparaison	Remarque
Loi de Gumbel	8	0.2640	5	6.46	11.07	6.46<11.07	Vérifié
Loi de Galton	8	0.1702	5	7.76	11.07	7.76<11.07	Vérifié
Loi de GEV	8	0.1971	4	6.03	9.49	6.03<9.49	Vérifié

Selon le test khi-carré, on confirme que la condition ( $\chi^2$  calculé <  $\chi^2$  théorique) est vérifiée, ce qui signifie que les trois lois sont adéquates.

**Sélection de la loi:**

Étant donné que l'ajustement est conforme aux trois lois et que les valeurs théoriques  $X_t$  sont proches pour les trois lois. Cependant, nous avons décidé de l'adopter: La loi de Gumbel parce que c'est la loi qui contient la valeur maximale.

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

Dans cette section, nous allons évaluer les valeurs de pluie de courte durée et leur intensité. En se référant aux résultats de l'ajustement de la loi Log-normale.

**Pluies de courte durée:**

Les précipitations de courte durée (les averses) sont calculées en se basant sur les précipitations maximales journalières, en utilisant 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

Afin de déterminer l'intensité moyenne des précipitations de courte durée à une fréquence de dépassement donnée, on utilise la formule de Montanari.

Selon Montanari, la formule est la suivante :

Nous utilisons la formule de Montanari pour calculer l'intensité moyenne «  $i_{t,p\%}$  » de précipitation «  $P_{t,p\%}$  (mm) » de courte durée «  $t$  (h) » à une fréquence de dépassement donnée «  $p\%$  ».

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

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).

Pour évaluer les débits pluviaux dans les projets d'assainissement, on se concentre sur l'intensité moyenne maximale correspondant à une courte période de  $t=15$  minutes ou 0,25 heure, ainsi qu'une période de retour de  $T=10$  ans. La sélection de cette méthode est adoptée par des raisons technico-économiques et de sécurité. Effectivement, une période de 15 minutes suffit pour tenir compte des précipitations intenses qui peuvent se produire rapidement et entraîner des dommages considérables.

$$I_{15\text{min},10\%} = 13.28/0.25 = 53.12\text{mm/h} = (53.12 \times 10000)/3600 = 147.55 \text{ l/s/ha.}$$

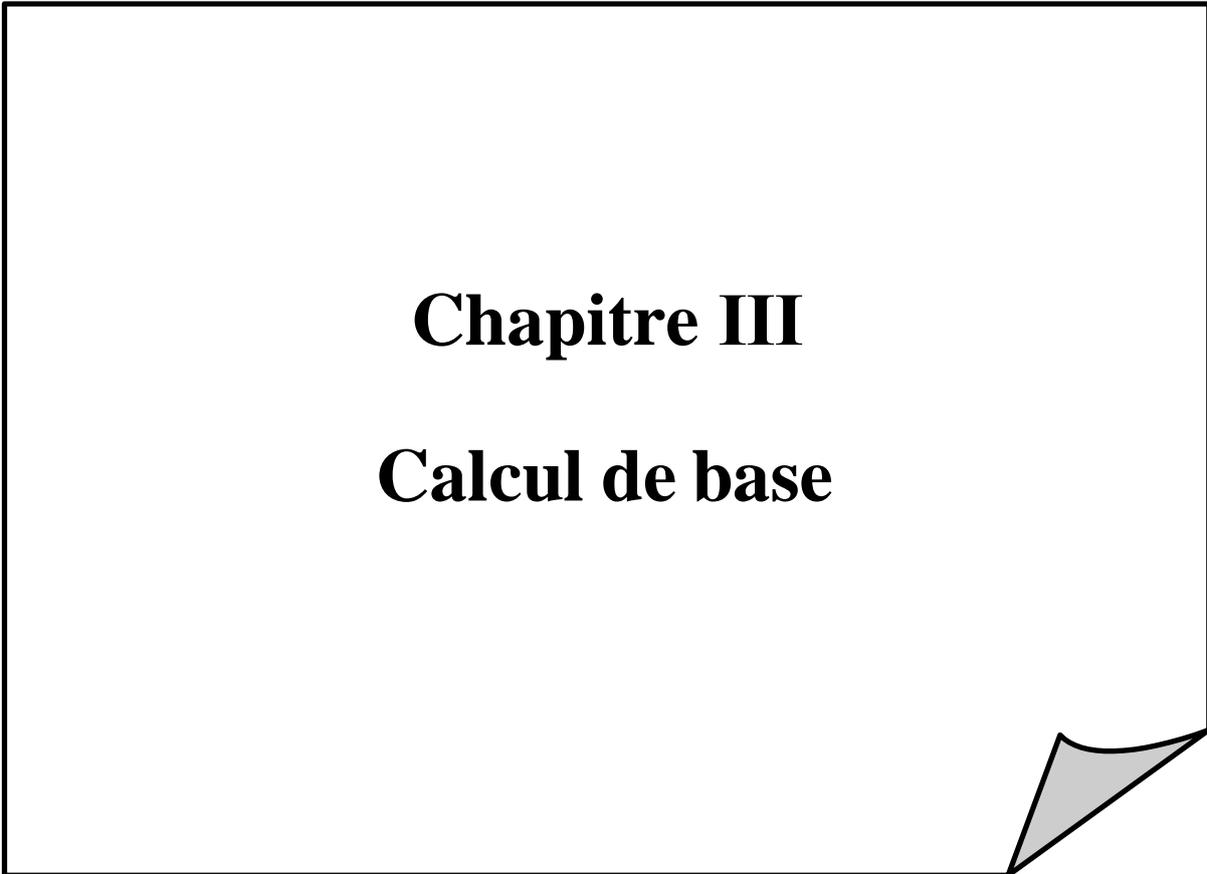
Les résultats de calcul de la pluie et de l'intensité de courte durée sont regroupés dans le tableau ci-dessous

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

T	5		10		20		50		100	
$X_t$	45.6		54.7		63.5		74.8		83.3	
t(h)	Pt (mm)	it(mm/h)								
0,1	8,339	83,387	10,003	100,028	11,612	116,120	13,678	136,784	15,233	152,328
0,2	10,338	51,688	12,401	62,003	14,396	71,978	16,957	84,786	18,884	94,421
0,25	11,078	44,312	13,289	53,155	15,427	61,706	18,172	72,687	20,237	80,947
0,5	13,733	27,467	16,474	32,948	19,124	38,249	22,528	45,055	25,088	50,175
0,75	15,573	20,764	18,681	24,907	21,686	28,915	25,545	34,060	28,448	37,930
1	17,025	17,025	20,423	20,423	23,709	23,709	27,928	27,928	31,101	31,101
2	21,107	10,553	25,319	12,659	29,392	14,696	34,622	17,311	38,557	19,278
3	23,934	7,978	28,710	9,570	33,329	11,110	39,259	13,086	43,721	14,574
4	26,166	6,542	31,388	7,847	36,437	9,109	42,921	10,730	47,799	11,950

**Conclusion :**

Grâce à l'analyse hydrologique, nous avons pu évaluer l'intensité moyenne maximale en se basant sur les précipitations maximales journalières. Grâce à l'application de la loi de Gumbel, nous avons réussi à calculer la valeur de l'intensité qui s'élève à 147.55 l/s/ha pour évaluer les débits pluviaux .



**Chapitre III**  
**Calcul de base**

**III.1. Introduction**

L'assainissement urbain consiste à évacuer par voie hydraulique, au prix le plus bas, le plus rapidement possible et sans stagnation, les eaux usées d'une agglomération ou d'un centre d'activité, afin d'éviter toute pollution de l'environnement.

Dans ce cas, il est nécessaire de dimensionner un réseau d'assainissement, ce qui implique des contraintes liées à certaines étapes préliminaires, dont le calcul de base, qui consiste à évaluer le nombre d'habitants pour un horizon de calcul donné, à choisir le système d'assainissement et à élaborer le plan de collecte et d'évacuation des eaux.

**III.2. Situation démographique**

D'après l'APC de Sidi Yagoub, on estime que la population a augmenté de 1,5 % à 5777 habitants à partir du dernier recensement .

Le calcul de l'évolution démographique utilise la loi d'accroissement géométrique donnée par la formule des intérêts composés (III.1).

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

Avec :

**P**: Population future.

**P<sub>0</sub>**: Population de référence

**t**: taux d'accroissement pris égal à 1,5 %

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

L'étude que nous menons s'étend sur une période de 30 ans, et l'estimation de la population est la suivante:

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

<b>Horizon</b>	<b>2023</b>	<b>2033</b>	<b>2043</b>	<b>2053</b>
<b>Population (hab)</b>	5777	6704	7781	9030

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

Les lignes de crête ou les lignes de partage des eaux limitent généralement le bassin versant.

La division du site en sous-bassins élémentaires doit être réalisée en fonction de:

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

### **III.3. Systèmes d'évacuation**

Il est essentiel de prendre en compte deux préoccupations principales lors de la construction d'un réseau d'assainissement pour une agglomération. Tout d'abord, la bonne évacuation des eaux pluviales est essentielle afin d'éviter les inondations des zones urbanisées et d'éviter les accumulations d'eau après les précipitations.

En outre, la conception du réseau doit permettre de faciliter l'évacuation des eaux usées domestiques et des effluents industriels résiduels [7].

#### **III.3.1. Les différents systèmes d'assainissement**

La mise en place du réseau urbain doit prendre en compte deux types de préoccupations:

- Garantir une bonne évacuation des eaux pluviales afin d'éviter la submersion des zones urbanisées et d'éviter toute stagnation après les averses;
- Garantir l'évacuation des eaux usées domestiques, des eaux vannes et, s'il y a lieu, des eaux résiduaires industrielles. On peut concevoir un ou plusieurs réseaux de canalisations dans lesquels l'effluent s'écoule habituellement de manière gravitaire.

Il est possible de mettre en place trois systèmes d'évacuation:

- Système unitaire.
- Système séparatif.
- Système pseudo séparatif.

##### **III.3.1.1. Le système unitaire :**

On désigne sous le nom de système unitaire la collecte des eaux usées et des eaux pluviales dans une

Même canalisation. Ce type de système est souvent présent dans les endroits urbains où les réseaux d'assainissement ont été construits avant que les règles environnementales ne deviennent plus strictes. Les eaux usées et les eaux pluviales sont transportées en commun vers une station d'épuration où elles sont traitées avant d'être rejetées dans l'environnement. [5]

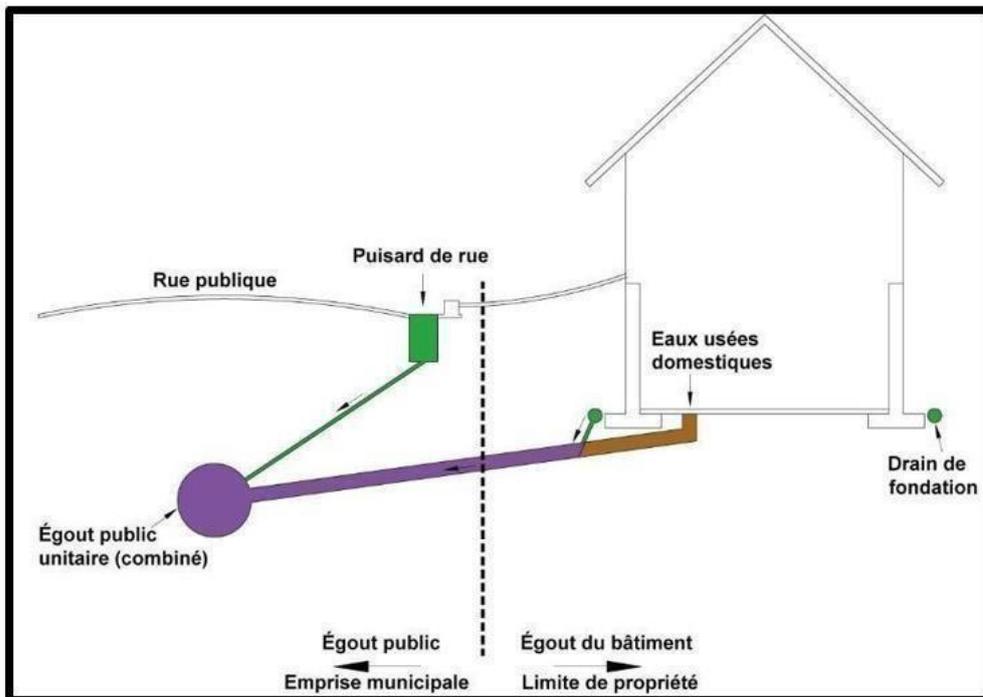


Figure III-1 : schéma représentatif des branchements dans le système unitaire

([www.soudureplastique.ma](http://www.soudureplastique.ma))

### a. Domaines d'utilisation privilégiés

- Les quartiers urbains où les réseaux d'assainissement ont été érigés avant l'introduction de nouvelles règles environnementales. Il n'est pas possible de construire un réseau séparatif dans les zones urbaines où les contraintes géographiques ou financières sont marquées.

### b. Avantages

- La construction initiale est moins coûteuse, car il n'y a qu'une seule canalisation pour la collecte des eaux usées et pluviales.
- L'utilisation des canalisations existantes peut être optimisée.
- La combinaison des flux d'eau permet de réduire les risques de pollution des eaux de surface.

**c. Inconvénients**

- En cas de fortes pluies, les eaux usées non traitées sont plus polluantes, car elles peuvent se déverser dans le milieu naturel
- Les capacités des stations d'épuration sont souvent limitées, 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**

- Afin d'éviter les obstructions et les débordements, une maintenance plus fréquente des réseaux unitaires est primordiale.
- Les précipitations fortes peuvent provoquer des inondations et des débordements d'eaux usées non traitées, ce qui peut engendrer des questions de santé publique.
- Il peut être plus coûteux de traiter les eaux usées car il est nécessaire de traiter les eaux pluviales et les eaux usées en même temps. [7]

**III.3.1.2. Réseau séparatif**

Les eaux usées et les eaux pluviales sont collectées dans des conduites distinctes grâce au réseau séparatif. Le but de ce type de réseau est de séparer les eaux usées, qui doivent être traitées avant d'être rejetées dans l'environnement, des eaux pluviales, qui peuvent être directement rejetées dans un cours d'eau ou la mer. Les eaux usées sont transportées vers une station d'épuration et les eaux pluviales sont directement acheminées vers l'environnement naturel [5].

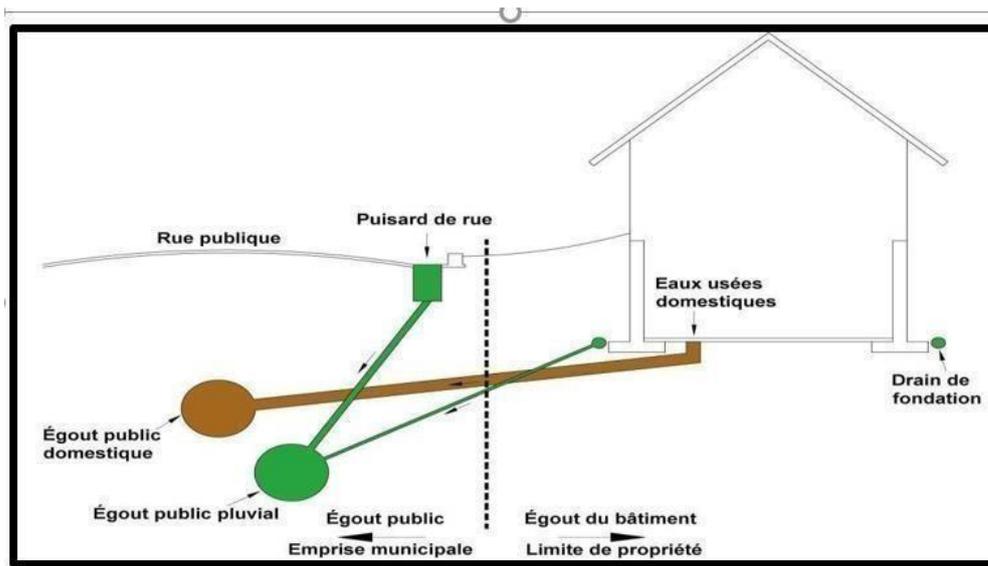


Figure III.3: schémas du réseau séparatif

([www.gatineau.ca](http://www.gatineau.ca))

### a. Domaines d'utilisation privilégiés

- Les villes qui imposent des règles environnementales plus strictes.
- Dans les villes où les terrains sont plat et les précipitations sont importantes, il est plus difficile de drainer les eaux pluviales.
- Les régions où les réseaux d'assainissement ont été mis en place suite à l'adoption de règles environnementales plus strictes.

### b. Avantages

- Le traitement des eaux usées et des eaux pluviales est amélioré grâce aux collectes séparées, ce qui permet de réduire les risques de pollution des eaux de surface.
- Il est possible d'ajuster les réseaux séparatifs en fonction des exigences de qualité de l'eau plus élevées.
- Les stations d'épuration ont la capacité de traiter les eaux usées sans qu'elles soient surchargées par les eaux pluviales .

### c. Inconvénients

- La construction est plus coûteuse en raison de la nécessité de deux réseaux de canalisations.
- Les installations existantes doivent être modifiées pour séparer les eaux usées et les eaux pluviales.
- Les eaux pluviales de fortes précipitations peuvent entraîner une surcharge des capacités des réseaux d'assainissement.

#### d. Contraintes d'exploitation

- Les réseaux séparatifs doivent être entretenus régulièrement pour éviter les obstructions et les débordements.
- Les stations d'épuration doivent être spécialement conçues pour le traitement des eaux usées, ce qui nécessite des investissements plus importants.
- Les réseaux séparatifs peuvent être plus vulnérables aux fuites d'eaux usées en raison de leur nombre accru de points d'accès [7].

#### III.3.1.3. Réseau pseudo-séparatif

Le pseudo-séparatif est un réseau composé de réseaux unitaires et séparatifs. Les eaux usées et les eaux pluviales sont collectées dans des conduites distinctes dans ce type de réseau, mais elles sont regroupées à certains points du réseau. C'est un type de réseau qui est utilisé quand les contraintes géographiques ou financières ne permettent pas de construire un réseau totalement séparatif. Une station d'épuration est utilisée pour les eaux usées, tandis que les eaux pluviales sont directement acheminées vers l'environnement naturel, après avoir été traitées pour éliminer les polluants tels que l'huile et les métaux lourds [5].

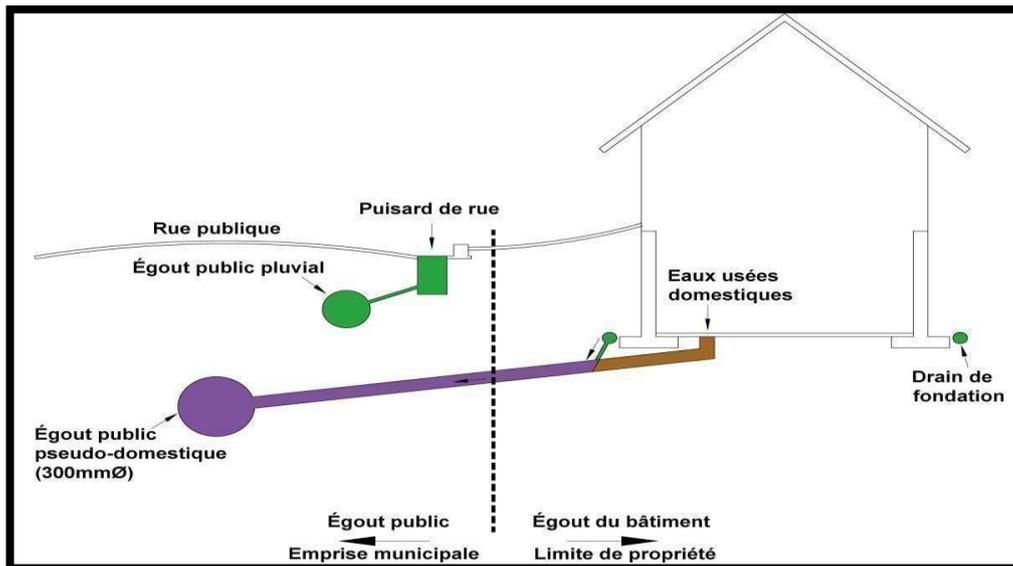


Figure III.4: schémas du réseau pseudo séparatif

(www.gatineau.ca)

**a. Domaines d'utilisation privilégiés**

- Les villes construites avant la mise en place de règles environnementales plus strictes.
- Les villes où les terrains sont en pente douce et où la collecte des eaux pluviales est plus difficile.

**b. Avantages**

- La réalisation d'un seul tuyau pour la collecte des eaux pluviales et des eaux usées permet de diminuer les dépenses de construction par rapport aux réseaux séparatifs.
- Les stations d'épuration traitent les eaux pluviales, ce qui permet une meilleure utilisation des installations existantes.
- Les réseaux pseudo-séparatifs sont plus flexibles que les réseaux séparatifs, car ils répondent aux exigences environnementales tout en diminuant les dépenses.

**c. Inconvénients**

- Les réseaux pseudo-séparatifs sont moins efficaces que les réseaux séparatifs en ce qui concerne le traitement des eaux pluviales. Il est essentiel de les entretenir régulièrement pour prévenir les obstructions et les débordements.
- En outre, leur nombre croissant de points d'accès peut les exposer davantage aux fuites d'eaux usées.

**d. Contraintes de fonctionnement**

Il est nécessaire de concevoir spécifiquement les stations d'épuration pour traiter les eaux pluviales et les eaux usées, ce qui nécessite des investissements plus importants. Les eaux pluviales peuvent surcharger les réseaux pseudo-séparatifs pendant les périodes de fortes précipitations. En raison des exigences environnementales plus strictes, les coûts de construction peuvent être plus élevés que pour les réseaux unitaires [7].

### III.4. Choix du système d'évacuation

Les facteurs essentiels qui impactent la sélection du système d'assainissement sont:

- Si l'on envisage d'étendre le réseau, il est primordial de prendre en compte le système déjà existant.
- Il est crucial d'avoir une structure du terrain naturel.
- L'aspect économique est également essentiel, ce qui nécessite une analyse comparative de différentes options.
- Il est important de prendre en compte les conditions de rejet.

#### Remarque:

Dans notre projet, nous avons choisi d'utiliser un système unitaire en raison de la faible intensité de pluie et de l'espace restreint des voies.

### III.5. Schémas d'évacuation

Un système d'assainissement est composé d'un réseau ramifié et les diverses structures peuvent être classées en fonction de différents schémas. Dans cette section, nous présentons les diverses configurations observées dans la réalité, qui sont influencées non seulement par la pente du relief, mais aussi par la structure de l'agglomération et par l'emplacement de l'exutoire [6].

#### III.5.1. Schéma perpendiculaire

C'est souvent le cas de villes ou de communes rurales qui ne s'occupent que de l'évacuation par les voies les plus économiques et les plus rapides, sans s'occuper d'un assainissement efficace des eaux rejetées.

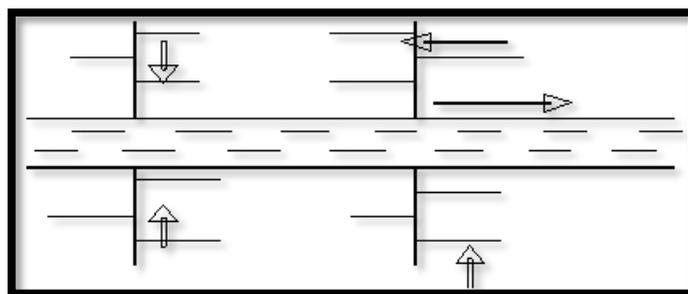


Figure III.5: Schéma perpendiculaire

(Polycopier Salah Boualam 2014)

#### III.5.2. Schéma par déplacement latéral

Ce genre de schéma est employé lorsqu'il est nécessaire de traiter les eaux usées ou lorsque toutes les eaux sont dirigées vers un seul point de manière maximale.

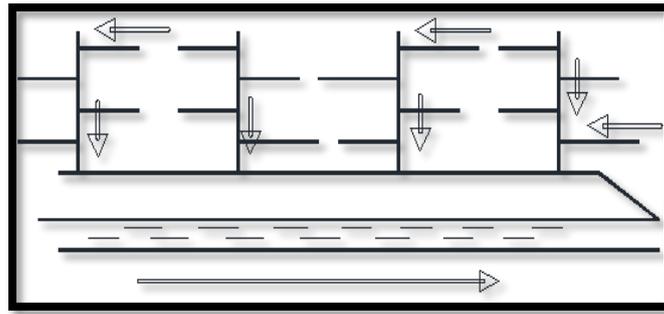


Figure III.6: Schéma par déplacement latéral

(Polycopier Salah Boualam 2014)

### III.5.3. Schéma à collecteur transversal ou oblique

On trace ce schéma pour augmenter la pente du collecteur lorsque celle de la rivière n'est pas suffisante, pour profiter de la pente du terrain vers la rivière.

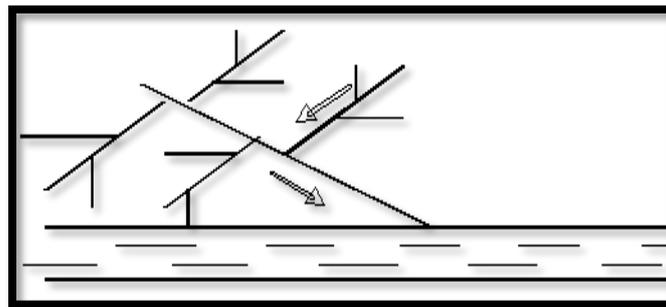


Figure III.7 : Schéma à collecteur transversal ou oblique

(Polycopier Salah Boualam 2014)

### III.5.4. Schéma à collecteur étagé

Lorsque notre ville est grande et que notre pente est relativement faible, il est nécessaire de procéder à l'assainissement à plusieurs niveaux.

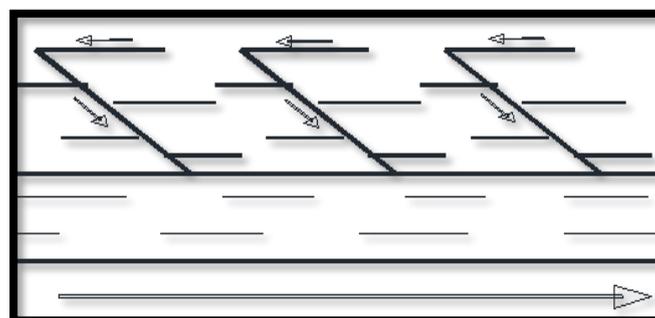


Figure III.8: Schéma à collecteur étagé

(Polycopier Salah Boualam 2014)

### III.5.5. Schéma de type radial

Si le terrain est plat dans notre agglomération, il faut donner une pente aux collecteurs en adaptant la profondeur de la tranchée à un bassin de collecte. Par la suite, un relevage doit être effectué au niveau ou à partir du bassin vers la station d'épuration.

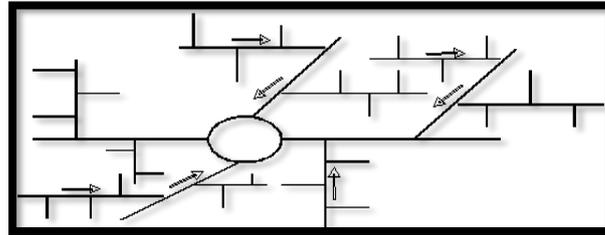


Figure III.9: Schéma de type radial

(Polycopier Salah Boualam 2014)

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

C'est souvent le cas de villes ou de communes rurales qui ne s'occupent que de l'évacuation par les voies les plus économiques et les plus rapides, sans s'occuper d'un assainissement efficace des eaux rejetées.

#### Remarque:

Notre projet nécessite un schéma oblique en raison de la topographie de la zone et de la pente.

### III.7. Choix du coefficient de ruissellement

Le coefficient de ruissellement « Cr » sera calculé en fonction du niveau d'imperméabilisation requis.

Dans le cas où « A » représente la surface totale du bassin versant, « A' » correspond à la surface recouverte.

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

Le débit d'eau pluviale peut varier du simple au double, c'est pourquoi il est important de rendre les sous-bassins aussi homogènes que possible lors du découpage, afin de réduire au minimum les erreurs commises lors de l'évaluation du coefficient de ruissellement. [6]

Il est influencé par divers éléments:

- La composition du sol.
- La pente du sol.
- La façon dont le sol est utilisé.
- La densité démographique.
- La durée de pluie.
- Humidité de l'air.

**III.7.1. Coefficient de ruissellement pondéré dans le temps**

Le coefficient de ruissellement pondéré est calculé lorsque la surface du bassin est constituée de plusieurs aires élémentaires « Ai » auxquelles on applique 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.7.1.Coefficient de ruissellement en fonction de la catégorie d'urbanisation**

Le coefficient de ruissellement augmente avec l'augmentation de la population, puisque la surface couverte est plus grande que celle perméable. Cela provoque une grande quantité de ruissellement [5].

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

Catégorie d'urbanisation	C <sub>r</sub>
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

(Water environment federation 1970)

**III.7.3. Coefficient de ruissellement relatif à diverses surfaces**

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

Nature de la surface	C <sub>r</sub>
Toits en métal, tuile, ardoise	0.9
Chaussée avec peu de joints	0.85 – 0.9
Pavés en pierres naturelles, brique avec jointscimentés	0.75 – 0.85
Pavage en blocages	0.40 – 0.50
Surfaces goudronnées	0.25 – 0.60
Chemin en gravier	0.25 – 0.30
Gare, terrain de sport	0.10 – 0.30
Parcs, jardins, gazons	0.05 – 0.25
Forêts	0.01 – 0.20

(Polycopier Salah Boualem 2014)

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

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

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

Densité de la population (habitant/ha)	$C_r$
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	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	$C_r$
Surface impermeable	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 :

Dans le cadre de notre projet, nous estimons le coefficient de ruissellement en prenant en compte les surfaces drainées et la densité des habitations.

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

N° SB	surface (ha)	$C_r$
1	8.67	0.75
2	4.68	0.66
3	3.97	0.6
4	4.04	0.7
5	7.20	0.85
6	6.53	0.61
7	6.21	0.64
8	6.61	0.6
9	4.84	0.63
10	7.30	0.66
11	3.98	0.72
12	6.51	0.88

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

En l'absence de connaissance du nombre exact d'habitants de chaque sous-bassin, on procède aux étapes suivantes afin d'évaluer ce dernier.

- On détermine le coefficient de ruissellement pour chaque sous-bassin.
- On calcule le coefficient de ruissellement pondéré total.
- On évalue la densité partielle de chaque sous-bassin.
- On détermine le nombre d'habitants dans chaque sous-bassin.

#### III.8.1. Coefficient de ruissellement pondéré

$$C_{rp} = \frac{\sum A_i * C_{ri}}{A} = \frac{49.23}{70.54} = 0,70$$

$$C_{rp} = 0,70$$

### III.8.2. Calcul de la densité partielle

$A=70.54\text{ha}$

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

Pt : La population totale à l'horizon 2053 est de 9030 habitants.

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

Le nombre d'habitants correspondant à chaque sous-bassin est ensuite calculé selon la relation suivante:

#### Remarque:

Le tableau N° III.8 présente les résultats du calcul du nombre d'habitants de chaque sous-bassin.

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

N° SB	surface (ha)	$C_r$	$C_r * A$	$D_i$	$N_{hab}$
1	8.67	0.75	6.50	137.15	1190
2	4.68	0.66	3.1	120.69	566
3	3.97	0.6	2.4	109.72	437
4	4.04	0.7	2.83	128.01	518
5	7.20	0.85	6.12	155.44	1120
6	6.53	0.61	3.98	111.55	729
7	6.21	0.64	3.97	117.03	727
8	6.61	0.6	3.96	109.72	726
9	4.84	0.63	3.04	115.21	559
10	7.30	0.66	4.81	120.69	882
11	3.98	0.72	2.86	131.66	525
12	6.51	0.88	5.72	160.92	1051

### III.9. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons étudié différents systèmes d'évacuation et avons décidé de sélectionner le système unitaire et le schéma d'évacuation oblique à entreprendre. Les habitants ont également été répartis par sous-bassin (12 sous-bassins) pour permettre un calcul hydraulique adéquat.

# **Chapitre IV**

## **Estimation des débits**

## IV.1. Introduction

Le réseau d'assainissement est crucial pour la collecte et l'évacuation des eaux de ruissellement et des eaux usées de différentes origines. Avant de réaliser les dimensions du réseau, il est donc primordial d'évaluer de manière précise les débits d'eaux usées et pluviales. L'objectif principal de cette évaluation est d'évaluer la quantité des émissions liquides provenant des habitations et des lieux d'activités, qui varient en fonction de la nature de chaque zone urbaine. Leur évacuation rapide et sécurisée est primordiale pour prévenir tout risque de contamination pour les personnes et de pollution de l'environnement. L'évaluation des quantités à traiter est donc primordiale pour garantir la santé publique et la préservation de l'environnement.

## IV.2. Origine et nature des eaux à évacuer

### IV.2.1. Les eaux usées

Quatre (04) origines sont identifiées en fonction de la nature des substances polluantes présentes dans l'effluent:

- Les eaux usées domestique.
- Les eaux usées des services publics.
- Les eaux usées provenant de l'industrie.
- Les eaux parasites.

#### IV.2.1.1. Les eaux usées domestiques

Les eaux de ménage sont issues des habitations des zones urbaines. Elles sont principalement constituées de:

**Eaux ménagères:** Les eaux de cuisine, de vaisselle, de lavage, de bains et de douche sont évacuées par les éviers des lavabos et des baignoires.

**Eaux vannes:** Les eaux provenant des installations sanitaires.

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

- Types de logements et leur niveau de confort.
- Environnement climatique.

### IV.2.1.2. Les eaux usées des services publics

Les eaux usées non domestiques proviennent de bâtiments ou d'installations publiques tels que les édifices administratifs, éducatifs, touristiques, sanitaires et autres services publics. On évalue ces eaux en se basant sur la quantité d'eau potable requise pour chaque activité, qui est exprimée en "équivalents habitants".

Cette idée permet de déterminer une unité de mesure homogène pour tous les utilisateurs.

### IV.2.1.3. Les eaux usées industrielles

Différents éléments ont un impact sur les eaux provenant des activités industrielles, tels que:

- Le secteur d'activité (production ou transformation).
- Les méthodes de production employées.
- La réalité du taux de recyclage mis en place.

La quantité d'eau évacuée par les industries peut être estimée en se basant sur deux principes différents: [9]

1. Les industries de production accordent une grande importance à la production de biens, ce qui nécessite l'estimation du nombre de produits et de la quantité d'eau nécessaire pour obtenir le produit final.
2. Dans les industries de la transformation, on se concentre sur le nombre d'employés et sur l'estimation de la quantité d'eau utilisée par chaque employé. Outre l'évacuation de la quantité d'eaux usées, il est essentiel de tenir compte d'autres facteurs lors de la collecte et de l'évacuation des eaux usées. Par exemple, la température élevée des eaux usées peut endommager les canalisations. Pour éviter cela, il faut que la température des eaux usées chaudes soit inférieure à 35°C.

### IV.2.2. Les eaux parasites

Les eaux claires parasites correspondent généralement à toutes les eaux issues du drainage, des infiltrations après une précipitation ou de la montée de la nappe phréatique. Ces eaux entrent généralement dans les collecteurs de la manière suivante: [7]

- En utilisant des joints mal fabriqués, souvent dûs à un mauvais raccordement ou à une installation inadéquate des canalisations.

L'hydropneumonie se produit lorsque les collecteurs sont fissés en raison du tassement du sol autour des conduites ou des racines des arbres qui cherchent de l'humidité.

Celles-ci perturbent le bon déroulement de la station d'épuration. Toutefois, leur évaluation est assez difficile et ne peut être évaluée que sur le terrain; seule la modélisation peut donner une méthode d'estimation du débit de ces eaux.

Dans la réalité et en l'absence de mesures, on recommande un débit d'eau parasite de 0,05 à 0,15 L/s/ha.

### IV.2.3. Les eaux pluviales

Les eaux pluviales sont des eaux de surface provenant principalement des précipitations atmosphériques, qui doivent être collectées et évacuées vers les canalisations d'évacuation pour prévenir les inondations.

Les eaux pluviales, telles que les eaux d'arrosage, de lavage des marchés, des rues, des espaces publics,

des jardins et des cours d'immeubles, sont collectées par des installations spécialement aménagées pour cela, à l'exception des systèmes unitaires. Les eaux pluviales contiennent plus de matières organiques au début d'une pluie en raison du lessivage des surfaces, en particulier dans les agglomérations industrielles. De plus, ces eaux provoquent la formation de sable dans les conduites en cas de ralentissement de l'écoulement [7].

### IV.3. Estimation des débits des eaux usées

La consommation quotidienne d'eau potable influence l'estimation quotidienne des eaux usées à évacuer. Les rejets sont différents en fonction de la nature de l'agglomération et des formes d'urbanisation, publiques ou privées, industrielles ou d'usines, etc. La consommation d'eau d'une agglomération fortement urbanisée est habituellement plus élevée [5].

### IV.3.1. Débits des eaux usées domestiques

Il est important de noter que l'eau utilisée par l'utilisateur ne quitte pas entièrement le réseau. Il est en effet reconnu que l'eau évacuée ne constitue que 70 à 80 % de l'eau consommée.

#### IV.3.1.1. Débit moyen journalier

On calcule les eaux usées à évacuer en se basant sur la quantité d'eau potable consommée. Le débit moyen journalier des rejets peut être calculé en utilisant la formule suivante :

$$Q_{moy,j} = \frac{N \cdot D \cdot K_r}{86400} \dots \dots \dots (IV.1)$$

Avec:

**Q<sub>moy,j</sub>**: débit moyen journalier des eaux usées domestiques en (L/s).

**N<sub>hab</sub>** : nombre d'habitants à l'horizon d'étude (habitant).

**K<sub>r</sub>** : coefficient de rejet pris égal à 80%.

**D** : dotation journalière estimée à 150 L/hab/j.

Le terme 1/86400 est pour la conversion de (L/j) en (L/s).

#### IV.3.1.2. Débit de pointe d'eaux usées

À l'instar de la consommation, les émissions d'eaux usées varient aussi au cours de la journée. La tâche consiste donc à établir le débit de pointe des eaux usées, qui peut être calculé en utilisant la formule suivante:

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

Avec:

**K<sub>p</sub>** : Coefficient de pointe, Ce coefficient de pointe peut être :

$$K_p = 1.5 + \frac{2.5}{\sqrt{Q_{moy,j}}} \quad \text{si } Q_{moy,j} \geq 2,81 / s \quad (IV-3)$$

$$K_p = 3 \quad \text{si } Q_{moy,j} < 2,81 / s$$

**Remarque :** les résultats de calcul des débits domestique (tableau IV.3)

#### **IV.4. Evaluation des débits des équipements**

Les différents équipements déjà en place et prévus dans la commune ont déjà été évoqués. Maintenant, on calculera les débits de ces équipements pour évaluer le débit des eaux usées dans chaque surface élémentaire.

Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau IV.1 de la manière suivante:

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 <sup>3</sup> /j)	$K_p$	$Q_p$ (m <sup>3</sup> /j)	$Q_{usée}$ (m <sup>3</sup> /j)	$Q_{usée\ tot}$ (m <sup>3</sup> /j)	$Q_{usée\ tot}$ (L /s)
5	mosquée	Fidèle	450	15	6.75	3	20.25	16.2	16.2	0.187
6	mosquée	Fidèle	450	15	6.75	3	20.25	16.2	63.72	0.737
	CEM	élève	660	20	19.8	3	59.4	47.52		
7	bibliothèque	visiteurs	200	10	2	3	6	4.8	6	0.069
	Maison des jeunes	visiteurs	50	10	0.5	3	1.5	1.2		
9	2 école primaire	élève	700	20	21	3	63	50.4	52.56	0.608
	Police communal	agent	20	15	0.3	3	0.9	0.72		
	Siege APC	employé	30	20	0.6	3	1.8	1.44		
10	poste	employé	10	20	0.2	3	0.6	0.48	0.48	0.005
11	locaux commerciaux	employé	10	20	0.2	3	0.6	0.48	10.8	0.125
	Hamman	Usagers	40	15	2	3	6	4.8		
	Cafeteria	usagers	100	20	2	3	6	4.8		
	Salle des soins	Lit	10	30	0.3	3	0.9	0.72		

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

#### IV.4. Evaluation des débits des eaux pluviales

Les eaux de surface proviennent principalement des ruissellements et comprennent les eaux d'arrosage, de lavage des voies publiques et privées, des jardins, des cours d'immeubles et les eaux de vidange des bassins de natation.

Un coefficient de ruissellement pondéré est ensuite attribué à chaque surface élémentaire en fonction de la nature du sol drainé. Les eaux de ruissellement sont mesurées de différentes manières, comme la méthode rationnelle et la méthode superficielle [9].

##### IV.5.1. Méthode rationnelle

La méthode rationnelle repose entièrement sur l'élargissement de la surface urbaine en secteurs définis par des lignes isochrones. Les débits pluviaux obtenus d'une averse d'intensité moyenne «  $i$  » constante pendant la période de précipitation sont évalués dans cette étude sur des zones d'influence de surface «  $A$  » avec un coefficient de ruissellement «  $C_r$  ». Toutefois, la non-uniformité de l'intensité de la pluie n'est pas prise en considération, car l'aire des surfaces élémentaires est inférieure à dix hectares, ce qui implique qu'il n'est pas nécessaire d'appliquer un coefficient de répartition de la pluie pour une estimation précise ( $\alpha = 1$ ) [6].

La méthode rationnelle peut être formulée de la manière suivante:

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

Avec:

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

**A**: surface d'apport (ha).

**C<sub>r</sub>**: coefficient de ruissellement.

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

prise égale à  $i = 147.55$  (l/s/ha).

### IV.5.1. Hypothèses de la méthode

Lorsque l'averse dure plus longtemps que le temps nécessaire pour que l'eau s'écoule du bassin versant vers cet endroit, le débit de pointe  $Q_{pl}$  est mesuré au point de sortie. Le débit de pointe correspond à l'intensité moyenne de la pluie qui le produit, avec la même période de retour. Le débit de pointe est directement associé à l'intensité moyenne sur une période équivalente au temps de concentration du bassin versant [5].

#### IV.5.1.2. Validité de la méthode rationnelle

Cette méthode est particulièrement adaptée aux surfaces de taille relativement limitée. Les surfaces plus petites permettent d'obtenir des résultats plus précis en estimant le coefficient de ruissellement. Elle convient principalement aux surfaces de petite taille où l'écoulement de l'eau ne dépasse pas 30 minutes [7].

#### IV.5.1.3. Temps de concentration

On définit le temps de concentration comme le temps nécessaire pour que la pluie tombe au point le plus éloigné.

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

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

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

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

Tel que:

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

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

$t_3$ : Temps de ruissellement dans une surface ne comportant pas de canalisations;

Avec:

**I**: La pente du terrain (%).

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

Trois scénarios peuvent être pris en compte:

1. En l'absence de canalisation dans le bassin, le temps de concentration est de  $t_3$ .
2. En cas de présence d'un parcours en surface suivi d'une canalisation dans le bassin, le temps de concentration est égal à la somme de  $t_1$  et  $t_3$ .
3. Dans le cas où le bassin est urbanisé et qu'il est équipé d'une canalisation, le temps de concentration est compris entre  $t_1$  et  $t_2$ .

En règle générale, pour les zones peu allongées, le temps de concentration est calculé en utilisant la formule suivante:

Avec:

I: La pente du terrain (%).

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

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

$$i(t, F) = a(F)tb(F) \dots\dots\dots (VI.10)$$

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

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

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

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

## IV.5.2 Méthode superficielle

Grâce aux travaux de M. Caquot, il a été possible de déterminer directement le débit d'un bassin versant urbanisé pour une fréquence « F ». La valeur numérique des coefficients de cette expression a été déterminée par des recherches récentes, soutenues par des tests expérimentaux. La formule superficielle suivante représente le débit de fréquence de dépassement "F" [8].

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

### IV.5.2.1. Validité de la méthode superficielle

Actuellement, pour vérifier l'ajustement du modèle de M. Caquot, les formules d'expression du débit, quelle que soit la période de retour choisie, sont validées de la manière suivante: [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

En fonction des limites de chacune de ces méthodes, la méthode rationnelle est la plus appropriée à notre situation, en tenant compte des caractéristiques de notre agglomération en termes de surface, de pente et de coefficient de ruissellement.

Nous avons supposé dans notre projet que le tissu sera urbanisé à l'avenir, ce qui implique que le temps de concentration sera égal à  $T_c = t_1 + t_2$ .

Le tableau ci-dessous présente les résultats obtenus par la méthode rationnelle :

**Tableau IV.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 <sup>3</sup> /s)
1	8.67	0.75	147.55	959.44	0.9594
2	4.68	0.66	147.55	455.75	0.4557
3	3.97	0.6	147.55	351.46	0.3514
4	4.04	0.7	147.55	417.27	0.4172
5	7.20	0.85	147.55	903.01	0.9030
6	6.53	0.61	147.55	587.73	0.5877
7	6.21	0.64	147.55	586.42	0.5864
8	6.61	0.6	147.55	585.18	0.5851
9	4.84	0.63	147.55	449.90	0.4499
10	7.30	0.66	147.55	710.89	0.7108
11	3.98	0.72	147.55	422.81	0.4228
12	6.51	0.88	147.55	845.28	0.8452

#### IV.5. Calcul du débit total

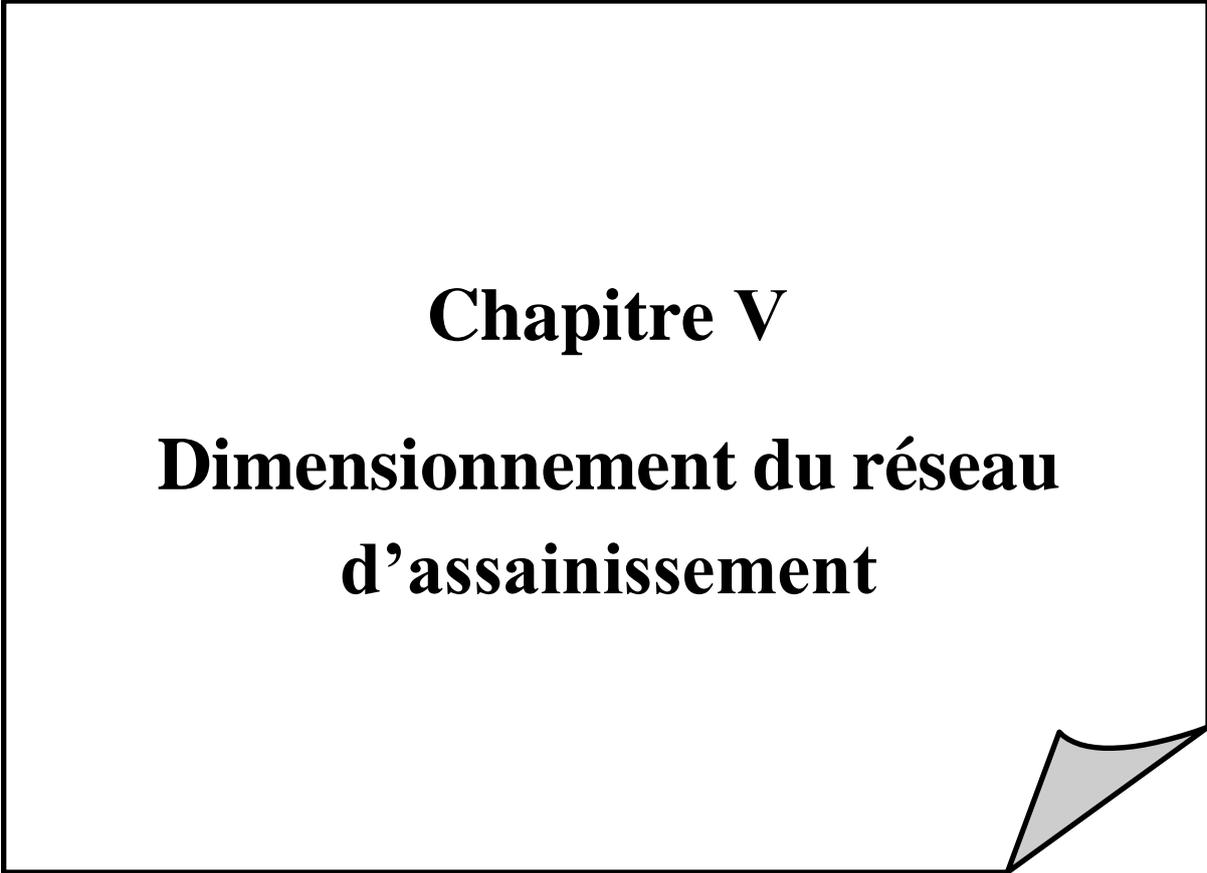
Lorsque nous avons choisi un réseau unitaire, il est encore nécessaire de calculer le débit total dans chaque surface élémentaire, qui représente la somme des débits pluviaux, parasites et usés. Le tableau IV.3 ci-dessous résume le débit total dans chaque surface élémentaire:

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

N° S.B	Q <sub>usé</sub> (l/s)	Q <sub>equip</sub> (l/s)	Q <sub>parasite</sub> , (l/s)	Q <sub>pl</sub> (l/s)	Q <sub>total</sub> (l/s)	Q <sub>total</sub> (m <sup>3</sup> /s)
1	4.958		1.3	959.44	965.698	0.9656
2	2.358		0.702	455.75	458.81	0.4588
3	1.820		0.595	351.46	353.875	0.3538
4	2.158		0.606	417.27	420.034	0.4200
5	4.666	0.187	1.08	903.01	908.943	0.9089
6	3.037	0.737	0.979	587.73	592.483	0.5924
7	3.029	0.069	0.931	586.42	590.449	0.5904
8	3.025		0.991	585.18	589.196	0.5891
9	2.329	0.608	0.726	449.90	453.563	0.4535
10	3.675	0.005	1.09	710.89	715.66	0.7156
11	2.187	0.125	0.59	422.81	425.712	0.4257
12	4.379		0.97	845.28	850.629	0.8506

#### IV.6. Conclusion

Grâce à ce chapitre, nous avons pu établir la quantité totale d'eau à évacuer, incluant les débits d'eaux usées et pluviales. Cela a permis de mesurer les surfaces et les débits pour chaque unité de surface. Ces zones ont une superficie allant de 3.97 hectares à 8.67 hectares, avec des débits allant de 0.3538 m<sup>3</sup>/s à 0.9656 m<sup>3</sup>/s. Ces valeurs seront indispensables pour réaliser un calcul hydraulique précis et dimensionner correctement toutes les composantes du réseau choisi ainsi que ses infrastructures annexes.



**Chapitre V**

**Dimensionnement du réseau  
d'assainissement**

## V.1. Introduction

Le sujet de ce chapitre sera le dimensionnement du réseau d'évacuation de notre région, dans le but d'assurer une gestion optimale des eaux pluviales et usées. La réalisation de ce processus complexe requiert une expertise en hydraulique, des particularités géographiques et des besoins particuliers de la communauté desservie. L'objectif de l'optimisation de la capacité du réseau est de réduire au minimum les risques de débordement et de pollution environnementale. Dans cette partie, nous examinons les principes essentiels du dimensionnement, les techniques de calcul et les aspects concrets pour élaborer un système solide et durable qui répond aux exigences.

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

Les éléments suivants doivent être pris en compte lors de la conception d'un réseau d'assainissement:

### V.2.1. Les collecteurs

Les réseaux de d'assainissement sont élaborés afin de transmettre de manière efficace les débits provenant des conduites reliées. Les canalisations sont dimensionnées de manière précise en fonction de leur localisation, de leur profondeur, de leurs dimensions intérieures et extérieures ainsi que de leurs pentes. Les paramètres sont soigneusement établis afin de garantir un déplacement fluide des eaux usées et des eaux pluviales.

### V.2.2. Les regards

Le rôle des regards de visite et de jonction dans le réseau d'assainissement est essentiel. Il est essentiel de planifier minutieusement leur position stratégique, leur profondeur et leurs dimensions afin de garantir une inspection régulière, une maintenance efficace et un bon fonctionnement du système.

### V.2.3. L'écoulement gravitaire

L'écoulement gravitaire est le mode de fonctionnement du réseau d'assainissement, où les eaux usées s'écoulent naturellement vers les points les plus bas du réseau. Toutefois, dans des cas particuliers comme les contre-pentes, il peut être nécessaire d'utiliser des stations de relevage afin d'assurer un bon débit des eaux vers les installations de traitement appropriées. En tenant compte de ces éléments essentiels, il est envisageable de développer un système d'assainissement performant et fonctionnel. Avant de procéder au calcul hydraulique d'un

Réseau d'assainissement, nous considérons les hypothèses suivantes: [9]

- L'écoulement est uniforme à surface libre.
- L'énergie potentielle perdue correspond à la différence entre les côtes du plan d'eau en amont et en aval.
- Les canalisations d'égouts sont mesurées pour un débit maximal en pleine section appelé « Qps ».

### V.3. Mode de dimensionnement des canalisations

#### V.3.1. Base de calcul

La formule de continuité (écoulement à surface libre) permet de calculer le débit de l'écoulement dans les collecteurs :

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

Avec:

**Q:** le débit capable de l'ouvrage (m<sup>3</sup>/s).

**S<sub>m</sub>:** Section mouillée (m<sup>2</sup>).

**V:** vitesse d'écoulement (m/s).

Le calcul des collecteurs est effectué en utilisant la formule d'écoulement de CHEZY, où la vitesse d'écoulement est déterminée 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<sub>h</sub>:** Rayon hydraulique (m), donné par:

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

$S_m$  : la surface mouillée (m)

$P_m$  : 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:

$Q_{eu}$  ( $m^3/s$ ) : 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

1. 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))

2. 3-Fixer le diamètre normalisé de la conduite « DN ».
3. 4-La vitesse à pleine section est calculée

On a:

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

Le débit à pleine section:

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

4. Le rapport des débits :

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

**V.3.3. Formule de BAZIN**

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

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

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

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

Où :

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

**V.3.3.1. Réseau unitaire**

Il faut noter que des dépôts peuvent s'établir, ce qui permet d'admettre un écoulement sur des parois semi-rugueuses. Ainsi, le coefficient relatif à la relation de Bazin a été employé. [5]

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

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

Ainsi, la vitesse d'écoulement et le débit de l'ouvrage peuvent être représentés de la façon suivante:

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

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

### V.3.3.2. Les abaques de Bazin

Les abaques présentées en pièce jointe ont été construites selon la formule de Chézy-Bazin. La formule de Manning Strickler a calculé le coefficient "K" en tenant compte de la nature de l'effluent, du matériau de la canalisation et du type de joint.

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

Ils sont classés de la manière suivante:

- Abaque 1: conçu pour les réseaux pluviaux en tant que système séparatif ou unitaire.
- Abaque 2-a: conçu pour les conduites circulaires.
- Abaque 2-b: conçu pour les conduites ovoïdes.

En outre, les deux diagrammes 3-a et 3-b illustrent les variations des débits et des vitesses en fonction de la hauteur de remplissage. Ces nomogrammes sont proposés pour évaluer les propriétés de capacité des conduites ou pour évaluer les possibilités d'auto-curage. Le 3-a correspond aux structures circulaires, tandis que le 3-b correspond aux structures ovoïdes normalisées.

### V.3.3.1 Procédé de calcul

**a. En utilisant l'abaque (1), (2-a) ou (2-b) :** Il est nécessaire de fournir la pente et le débit afin d'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 connaissant le rapport des débits «  $R_q$  », on peut obtenir le rapport des vitesses «  $R_v$  » et le rapport des hauteurs «  $R_h$  », ce qui permet de calculer la vitesse d'écoulement «  $V$  » et la hauteur de remplissage «  $H$  » [5].

### V.3.3.4. Conditions d'auto curage

Le système d'assainissement doit être auto-curé, c'est-à-dire qu'il puisse évacuer le sable à des débits acceptables pour éviter sa décantation et les dépôts, sans érosion de la paroi de la conduite [8].

Ces limites sont respectées avec:

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

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

Il est essentiel que les pentes dans la canalisation amont soient suffisantes pour faciliter l'auto-curage, avec une pente minimale de 0,2%.

- Il est recommandé d'éviter autant que possible de relever les eaux usées.
- La couverture minimale de la canalisation doit être d'au moins 80 cm.
- Il est nécessaire que la vitesse maximale à pleine section soit d'environ 4 m/s, et cette limite est indiquée sur les abaques [9].

##### V.4.1. Dimensionnement du réseau d'assainissement

Les tableaux en annexe résument le dimensionnement de tous les collecteurs et les paramètres hydrauliques à leur détermination.

- $C_r$  : cotes projets (m)
- $L$  : longueur de conduite entre deux regards(m)
- $I$ : pente (%)

a. Pour  $\frac{1}{10} Q_{ps}$  :  $V \geq 0.6 \text{ m/s}$

b. Pour  $\frac{1}{100} Q_{ps}$  :  $V \geq 0.3 \text{ m/s}$

- $Q$  : débit total (m<sup>3</sup> /s)

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

- $V_{ps} = 0.9 \text{ m/s}$ ; pour une section ovoïde.
- $Q_{ps}$ : débit à pleine section (m<sup>3</sup> /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  $D < 630$  mm  $\Rightarrow$  Conduite en PVC PN 10.
- Pour  $D > 630$  mm  $\Rightarrow$  Conduite en Béton Armé Type 135A

Les tableaux joints résument la taille de tous les collecteurs ainsi que les paramètres hydrauliques nécessaires [8].

#### V.5. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons abordé le dimensionnement du projet, en mettant l'accent sur le dimensionnement du réseau de secours. Une fois que nous avons mesuré les collecteurs et établieurs caractéristiques hydrauliques, nous avons vérifié que les vitesses nécessaires pour l'auto-curage sont respectées et conformes aux lois en vigueur.

# **Chapitre VI**

**ELEMENTS CONSTITUTIFS**

**DU RESEAU ET**

**OUVRAGES ANNEXES**

# **Chapitre VI Éléments constitutifs du réseau et ouvrages annexes**

## **Introduction**

L'objectif d'un réseau d'assainissement est de recueillir les eaux usées et pluviales, et son objectif est de préserver le milieu naturel.

Il est un équipement public indispensable. Il est essentiel qu'il soit complètement imperméable, même en cas de mouvement de sol. Il garantit le débit rapide des eaux usées ou des eaux pluviales, et doit être extrêmement durable.

Les ouvrages d'assainissement incluent des éléments essentiels du réseau d'égout ainsi que des ouvrages annexes:

### **VI.1. Éléments constitutif du réseau d'égout**

Les éléments qui composent le réseau d'égout sont:

- Des conduites circulaires avec un diamètre standard, qui peuvent être visitables ou non.
- Des conduites ovoïdes visitables, construites sur le chantier et également normalisées.

Dans notre situation, les ouvrages principaux se composent de quatre principaux collecteurs de données.

#### **VI.1.1. Canalisations**

Ces formes cylindriques préfabriquées en usine sont différentes. Elles sont identifiées à l'aide de leurs diamètres intérieurs, appelés diamètres nominaux, exprimés en millimètres, ou ovoïdes préfabriqués, qui sont caractérisés par leur hauteur exprimée en centimètres, et se distinguent comme des ouvrages visitables.

Notre projet se concentre sur l'utilisation de canalisations de forme circulaire. Différents types de conduites sont disponibles, selon le type de matériaux utilisés et leur destination.

##### **V.1.1.1. Conduites circulaires**

###### **a) Conduites en béton non armé**

Les tuyaux en béton non armé sont conçus de manière mécanique en utilisant différentes techniques pour garantir une grande compacité du béton (compression radiale, vibration, centrifugation, etc.). La longueur utile doit être inférieure à 2,5 mètres.

## **Chapitre VI Éléments constitutifs du réseau et ouvrages annexes**

La rupture brutale des tuyaux non armés se produit aux premiers âges de la canalisation, à moins que la hauteur de recouvrement soit insuffisante.

Les tuyaux non armés ne sont pas recommandés pour des canalisations visitables.

Le test d'étanchéité est réalisé à une pression de 1 bar pendant une durée de 30 minutes. Tous les joints principaux sont de type emboîtement à gorge pour les joints élastomères.

### **b) Conduites en béton armé**

Les tuyaux en béton armé sont réalisés de manière mécanique en utilisant différentes techniques pour garantir une grande compacité du béton (centrifugation, compression radiale, vibration, ... etc.).

Afin d'être qualifié d'« armé », un tuyau doit être composé de deux séries d'armatures:

- Des barres rectilignes que l'on nomme « génératrice »;
- Des spires continues en forme d'hélice, avec un pas régulier maximal de 15cm.

La résistance à la rupture et l'étanchéité doivent être réalisées sur ces tuyaux (sous une pression de 1 bar pendant 30 minutes).

Par exemple, il est envisageable de se procurer les tuyaux dont les caractéristiques sont représentées dans le tableau ci-dessous:

**Tableau N° VI-1: Epaisseurs minimales des parois des tuyaux en béton armé en fonction du diamètre:**

<b>Diamètre nominal (mm)</b>	<b>Epaisseur minimale (mm)</b>	<b>Diamètre nominal (mm)</b>	<b>Epaisseur minimale (mm)</b>
800	De 66 à 116	1600	De 130 à 158
1000	De 66 à 116	1800	De 133 à 177
1200	De 71 à 121	2000	De 141 à 194
1400	De 119 à 146	-	-

## **Chapitre VI Éléments constitutifs du réseau et ouvrages annexes**

### **c) Conduites en amiante – ciment**

Les tuyaux et les pièces de raccord en amiante-ciment sont fabriqués en utilisant un mélange de ciment Portland et d'amiante en fibre, en présence d'eau.

En fonction du mode d'assemblage, ce type est disponible en deux versions : à emboîtement ou sans emboîtement, avec deux bouts lisses. Les diamètres sont compris entre 60 et 500 mm et les longueurs sont comprises entre 4 et 5 m. Les joints sont uniquement fabriqués en préformé.

### **d) Conduite en fonte**

Il est rare d'utiliser des conduites pour l'assainissement, à l'exception de cas spécifiques tels que:

- Traversée d'un bassin hydro-minéral;
- Les situations de refoulement;
- La traversée des cours d'eau par un siphon;
- Pour évacuer les eaux usées provenant des industries;

### **e) Conduites en grès**

Le grès utilisé pour la construction des tuyaux est fabriqué en mélangeant de l'argile et du sable argileux, qui sont cuits à une température de 1200°C à 1300°C. Le matériau produit est extrêmement résistant. Il est insensible aux substances chimiques, à l'exception de l'acide fluorhydrique. Il est conseillé d'utiliser ce type dans les zones industrielles. La taille minimale est de 1 mètre, et les parois intérieures sont extrêmement lisses, ce qui permet une perte de charge très faible.

### **f) Conduite en P.V.C**

Le PVC est une résine synthétique qui appartient à la famille des thermoplastiques. Il est produit par polymérisation du chlorure de vinyle monomère, qui est synthétisé à partir du chlorure d'hydrogène. Le PVC rigide non plastifié utilisé dans le domaine de l'assainissement est transparent et d'un gris clair standard. Il présente une résistance remarquable à l'attaque chimique, ce qui peut être intéressant pour les installations industrielles internes.

En cas d'assemblage par manchons à doubles bagues d'étanchéité, les tuyaux sont munis d'une emboîture fabriquée en usine, équipée d'un dispositif pour loger ou retenir une bague en

## **Chapitre VI Éléments constitutifs du réseau et ouvrages annexes**

élastomère.

Il est interdit d'utiliser des joints collés pour les tuyaux de faible diamètre, c'est-à-dire pour les branchements.

Les canalisations en PVC non plastifiées sont vulnérables aux changements de température.

### **V.1.1.2. – les conduites Ovoïdes**

Il s'agit de conduites évasées de forme parabolique, fermées en haut. Jusqu'à récemment, quand les calculs indiquent qu'un tuyau de plus de 0,6m de diamètre était requis, il est préférable d'utiliser des tuyaux ovoïdes préfabriqués.

Il est recommandé de fixer la longueur utile minimale à 1m, avec une tolérance de  $\pm 1\%$ . Les dimensions intérieures ne doivent pas être inférieures aux dimensions nominales de plus de 3mm.

Les conduites ovoïdes sont généralement utilisées en remplacement du profil circulaire lorsque celui-ci dépasse 800mm de diamètre (problème d'auto-curage).

Ils peuvent être fabriqués à partir de béton armé ou non armé.

### **V.1.1.3. Choix du type de matériaux à utiliser**

**Dans notre projet nous décidons d'utiliser des conduites en pvc et en béton .**

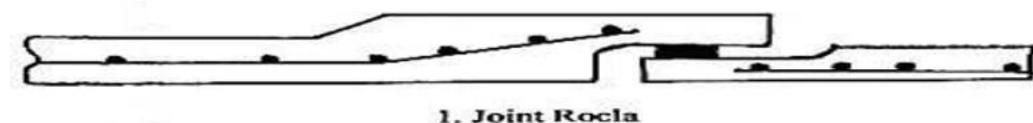
### **V.1.2. Joints des conduites**

La qualité du joint est liée à la sélection réfléchie des assemblages, en fonction de la nature des eaux et de leur adaptation à la stabilité du sol, ainsi que de la nature des tuyaux et de leurs caractéristiques (diamètre, épaisseur). Par conséquent, on choisit des joints à mortier de ciment pour les collecteurs de petit diamètre, tandis que les joints type ROCLA sont privilégiés pour les collecteurs de grand diamètre en raison de leur attractivité.

On peut utiliser divers types de joints pour les tuyaux en béton armé :

#### **a) Joint type Rocla**

Il s'agit d'un modèle à emboîtement où l'anneau en élastomère garantit l'étanchéité. L'immobilité de cet anneau dans son logement permet à ce joint de s'adapter aux terrains en pente.



## Chapitre VI Éléments constitutifs du réseau et ouvrages annexes

### b) Joint à demi-empoîtement

Il est employé uniquement dans les sous-sols, car il ne résiste pas aux fortes pressions. Il est employé pour des tronçons de faible longueur (environ 1m). La connexion entre les deux extrémités est réalisée en utilisant du ciment.



2. Joint à demi empoîtement

### c) Joint torique

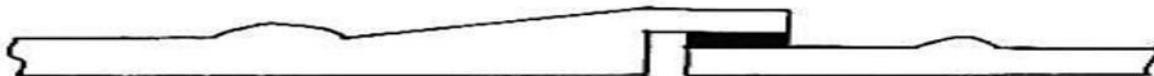
Il convient parfaitement aux sols faibles et offre une excellente étanchéité même en cas de pression faible. Il est employé pour des diamètres allant de 700 à 900 mm.



3. Joint torique

### d) Joint à collet

Il s'agit d'un joint rigide à empoîtement, avec un collage en ciment. On utilise ce genre de joint uniquement dans les sols appropriés et les terrains à faible pente, à éviter dans les terrains argileux.

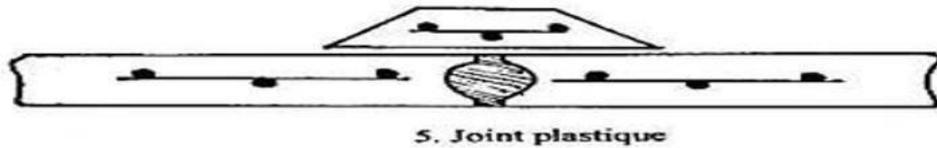


4. Joint à collet

## Chapitre VI Éléments constitutifs du réseau et ouvrages annexes

### e) Joint plastique

La présence du cordon de butée en bi-tume et de la bague ou du manchon en matière plastique garantit une étanchéité optimale, s'adaptant à presque tous les sols si la fabrication est correcte.



### f) Joint mécanique

Le joint mécanique a pour fonction de relier le bout unique d'un tuyau à un manchon de scellement ou à un raccord dans le cas d'une conduite en pression.

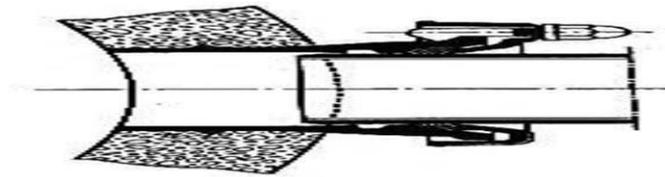


Figure N°VI.1 -Joint mécanique

### VI.1.3. Les différentes actions supportées par la conduite

Les canalisations sont soumises à des influences à la fois externes et internes. Ainsi, il est nécessaire de choisir ces canalisations afin de combattre ces actions qui sont:

Les effets mécaniques, les effets statiques et les effets chimiques.

#### a) Actions mécaniques:

Ce genre d'action est causé par l'agressivité des particules de sable et de gravier qui constituent le remblai et le radier des canalisations. La présence de cette agressivité entraîne la dégradation des parois intérieures par le phénomène d'érosion, principalement causée par des vitesses élevées imposées par le relief.

#### b) Actions statiques:

Les actions statiques sont causées par des charges fixes ou mobiles telles que le remblai, le mouvement de l'eau dans les canalisations et les charges causées par le trafic routier.

## **Chapitre VI Éléments constitutifs du réseau et ouvrages annexes**

### **c) Actions chimiques:**

En général, elles se trouvent à l'intérieur de la conduite. Une diminution du pH favorise la prolifération des bactéries acidophiles, ce qui peut entraîner la formation de l'acide sulfurique ( $H_2SO_4$ ) corrosif et coûteux pour les conduites.

### **VI.1.4. Protection des conduites:**

Les bétons employés dans la construction des tuyaux et des ouvrages d'assainissement sont soumis à différentes agressions : la corrosion chimique, qui entraîne la destruction des canalisations, et l'abrasion, qui est une action physique non négligeable en raison de la faible résistance du matériau et de la vitesse limite maximale des écoulements dans le réseau.

Les méthodes de combat peuvent être résumées de la manière suivante:

- Il est essentiel de diminuer au maximum les temps de rétention des eaux usées dans les canalisations.
- Il est essentiel de procéder régulièrement à l'élimination des dépôts, car ils favorisent le développement des fermentations anaérobies qui produisent de l'hydrogène sulfuré ( $H_2S$ ).
- Une aération adéquate permet d'éviter les accumulations d'humidité sur les parois et de diminuer ainsi la concentration en  $H_2S$ .
- Il est recommandé de revêtir les conduites intérieures avec du ciment limoneux ou du ciment sulfaté, en utilisant un dosage adéquat dans le béton (300 à 350 kg/m<sup>3</sup>).
- Prévenir l'infiltration des sables en installant des bouches d'égout.

### **VI.1.5. Essais des tuyaux préfabriqués**

Avant de débiter la mise en place des canalisations, il est impératif de réaliser certains tests, tels que l'essai de rupture, d'étanchéité et de corrosion.

On effectue ces essais sur des tuyaux prélevés de manière aléatoire, avec une quantité de cinq éléments par lot de 1000 éléments pour l'essai de rupture et de dix éléments par lot de 1000 éléments pour l'essai d'étanchéité.

#### **a) Essai à l'écrasement**

Il est essentiel que les ouvrages puissent supporter les charges constantes des remblais d'une part, et les surcharges dans les zones accessibles aux véhicules routiers d'autre. Ce qui nous contraint à essayer l'écrasement.

## **Chapitre VI Éléments constitutifs du réseau et ouvrages annexes**

L'écrasement est effectué à l'aide d'une presse automatique enregistrant les effets forts. Il est nécessaire de les répartir de manière homogène sur la génératrice supérieure du tuyau. La mise en marche se poursuit jusqu'à ce qu'elle soit arrêtée par écrasement. à une vitesse de longueur et de minute de 1000 dan/m. Le but de cet essai est de calculer la charge de rupture.

### **b) Essai à l'étanchéité**

Le test d'étanchéité est réalisé en utilisant de l'eau sous pression sur deux tuyaux aménagés, afin de vérifier la solidité des éléments de jonction et des bagues d'étanchéité.

Il faut faire comme suit:

-Les tuyaux en ciment sont conçus depuis au moins 21 jours et sont imbibés d'eau pendant 48 heures avant d'être complètement remplis.

-Les tuyaux sont placés à plat, la pression est maintenue pendant une durée de 30 mm.

Grâce à une machine hydraulique, Les ovoïdes ont une pression d'essai de 0,5 bar et les autres tuyaux ont une pression de 1 bar.

-En ce qui concerne les tuyaux circulaires, une face de désaxement est utilisée pour l'assemblage sur la génératrice inférieure de l'un des tuyaux, afin d'obtenir une ouverture de l'assemblage sur la génératrice supérieure de 15 mm lorsque les diamètres nominaux dépassent ou sont égaux à 300 mm, et de 8 mm lorsque les diamètres nominaux sont inférieurs à 300 mm. Il ne doit y avoir aucune fissure avec suintement sur toute la longueur du joint.

### **c) Essai de corrosion**

Les canalisations en béton évacuent de l'eau ménagère et industrielle, qui contiennent de l'acide carbonique dissous dans l'eau, de l'hydrogène sulfuré (H<sub>2</sub>S) issu des fermentations anaérobies et des composés acides variés provenant des eaux industrielles. Ces agents provoquent la corrosion du béton et la détérioration de ce matériau.

On effectue l'épreuve de corrosion en ajoutant des produits acides, puis on procède à un lavage à l'eau douce. Après avoir été séché à l'étuve, l'échantillon est pesé. Il est important de ne pas modifier les surfaces de la paroi interne.

# Chapitre VI Éléments constitutifs du réseau et ouvrages annexes

## VI.1.6. Les branchements :

Ils sont chargés de recueillir les eaux usées et les eaux pluviales provenant des bâtiments.

Un branchement est composé de trois éléments essentiels;

Il est nécessaire d'installer un regard de façade en bordure de la voie publique et le plus près possible de la façade de la propriété raccordée afin de faciliter l'accès aux employés responsables de l'exploitation et du contrôle du bon fonctionnement.

De préférence, les canalisations de branchement sont connectées en oblique à 45° ou 60° par rapport à l'axe général du réseau public.

- Les dispositifs de raccordement de la canalisation de branchement sont liés à la nature et aux dimensions du réseau public.

## VI.1.6 Ouvrages des surfaces

Ce genre d'ouvrages est conçu pour collecter les eaux pluviales. On peut observer:

### -Les fossés:

Les fossés servent à collecter les eaux des chaussées dans les zones rurales. Ils font l'objet d'un entretien régulier.

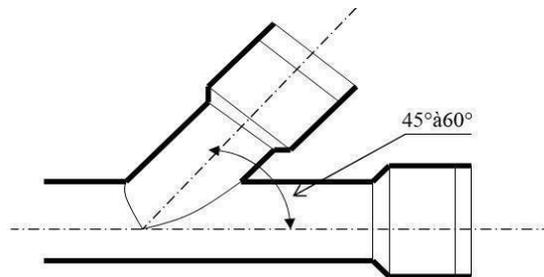
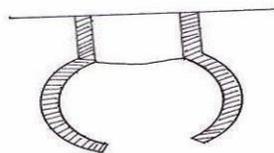
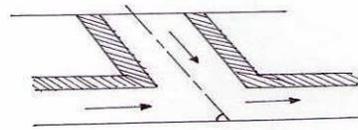


Figure N° VI.3 -Exemple d'un branchement simple



Point de raccordement avec élargissement

Figure N° VI.4



Point de raccordement avec inclinaison

Figure N° VI.5

## Les caniveaux ou rigoles :

L'objectif des caniveaux est de collecter les eaux pluviales qui ruissellent sur le profil transversal de la chaussée et des trottoirs, puis de les transporter vers les bouches d'égout.

## **Chapitre VI Éléments constitutifs du réseau et ouvrages annexes**

### **Les bouches d'égout :**

Les bouches d'égout ont pour fonction de recueillir les eaux de surface (pluviales et de lavages des chaussées), et sont généralement situées au bas des caniveaux, soit sur le trottoir. En moyenne, il y a une distance de 50m entre les deux bouches d'égout. La section d'entrée est déterminée par l'écartement entre les deux bouches pour absorber le flot d'orage provenant de l'amont.

On peut les classer en fonction de deux critères, à savoir la collecte d'eau et la gestion des déchets.

- **Les bouches d'égouts à section circulaire de 0,5 m de diamètre avec ou sans décantation :**

Ce genre de bouche d'égout peut être adapté en particulier si le réseau risque de ne pas être entretenu de manière régulière.

En fonction du mode de collecte des eaux, il existe cinq catégories de bouches d'égouts.

- **Les bouches d'égout avec grille et couronnement métallique**

Il est possible que ces bouches soient sélectives ou non. Quand une décantation est prévue, les eaux entrent dans le réseau soit par un siphon, soit directement par surverse au-dessus du seuil du puisard de décantation.

- **Les bouches d'égout avec bavette en pierre ou en béton et couronnement métallique**

Il est possible qu'elles soient sélectives ou non, qu'elles soient décantées ou non par la siphon. Dans cette situation, on prolonge l'entonnoir en utilisant une jupe dont la base doit descendre au moins 0,05 m au-dessous du niveau permanent du puisard de décantation.

- **Les bouches d'égout avec bavette et couronnement en pierres ou en béton**

Ce type correspond à une variante des deux types précédents.

- **Les bouches d'égout avec avaloir métallique**

Elles sont identiques à celles précédentes, avec la seule différence que le dispositif métallique supérieur s'emboîte directement sur l'arête supérieure de la cheminée.

- **La bouche d'égout à grille seule**

L'arase supérieure de la cheminée est directement bouchée par les bouches d'égouts à grille seule.

## **Chapitre VI Éléments constitutifs du réseau et ouvrages annexes**

### **VI.1.7. les regards**

#### **a) Généralité :**

En réalité, les regards sont des fenêtres par lesquelles le personnel d'entretien entre pour fournir un service et une surveillance du réseau. Ce genre de regard diffère selon l'encombrement et la pente du terrain, ainsi que le système d'évacuation, et on caractérise:

- Les regards simples sont utilisés pour connecter des collecteurs de même diamètre ou de diamètres différents;
- Les regards latéraux sont utilisés lorsque le V.R.D ou les collecteurs de diamètre important sont encombrés;
- Les regards toboggan sont utilisés pour élever les remous.
- Les regards de chute: Lorsque la pente est élevée.

La distance entre les deux regards varie:

- Entre 35 et 50 mètres en terrain accidenté;
- Entre 50 et 80 mètres en sol plat.
- Il est nécessaire d'installer des regards sur les canalisations:
  - À chaque modification de direction;
  - À chaque jonction de canalisation;
  - Aux points de chute;
  - À chaque modification de pente;
  - À chaque modification de diamètre.

#### **b) Types des regards**

On distingue différents types qui sont:

##### **b-1) Regard de visite:**

Les regards sont conçus pour l'entretien régulier et le curage régulier des canalisations, tout en garantissant une bonne ventilation. L'espacement peut varier de 35 à 80 mètres.

Ces regards ont les dimensions minimales suivantes :

- Une profondeur de moins de 1,5m ; un diamètre de 80cm ;
- Plus de 1,5m de profondeur ; 1,00m de diamètre avec un échelon d'accès - Les parois sont épaisses de 8cm en béton préfabriqué en usine, 12cm en béton coulé sur place avec un enduit étanche de 2cm.

## **Chapitre VI Éléments constitutifs du réseau et ouvrages annexes**

### **b-2) Regard de ventilation :**

La meilleure protection contre la fermentation et la production de sulfure d'hydrogène gazeux est la présence d'air dans les égouts. La ventilation est assurée par:

- Les bouchons des regards équipés d'orifices appropriés.
- Les tuyaux de chute qui doivent être prolongés jusqu'à l'air libre.
- Les cheminées placées sur l'axe de la canalisation.

### **b-3) Regard de jonction :**

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

- Une bonne ventilation des collecteurs en jonction (regard);
- Des dénivelés entre les radiers des collecteurs.
- Une absence de fuite d'eau en période de sécheresse;
- Les niveaux d'eau des conduites doivent être identiques.

Les pistes existantes suivent généralement différentes directions, ce qui justifie l'importance de réaliser des regards de jonction.

### **b-4) Regard de chute :**

Il s'agit de l'ouvrage le plus fréquemment demandé en matière d'assainissement, car il permet d'obtenir une dissipation d'énergie en partie localisée. Il est particulièrement utilisé lorsque le terrain d'une agglomération est trop accidenté. En général, ils sont employés pour deux types distincts de chutes:

#### **1-La chute verticale profonde:**

Utilisée pour des diamètres réduits et des débits élevés, leur objectif est de diminuer la vitesse.

#### **2-La chute toboggan:**

Cette chute est employée pour des diamètres assez élevés, elle garantit la fluidité du flux et évite le remous.

#### **Remarque:**

Le terrain de notre agglomération n'étant pas accidenté donc on n'a pas prévu ce type d'ouvrage.

### **VI.2. Les ouvrages annexes**

#### **VI.2.1- Les déversoirs d'orage**

Dans le domaine de l'hydraulique urbaine, un déversoir est un appareil dont la principale fonction est d'évacuer les débits d'orage exceptionnels par les voies les plus directes vers le milieu récepteur. Ainsi, un déversoir est un dispositif qui permet de décharger le réseau d'une quantité spécifique d'eaux pluviales afin de contribuer à l'économie d'un projet en réduisant le réseau aval.

Il est essentiel que les déversoirs jouent un rôle crucial, en particulier dans la conception des réseaux en système unitaire.

Différents déversoirs d'orage sont mentionnés en fonction des caractéristiques de la zone d'étude

##### **a) Déversoir à seuil frontal**

On effectue le déversement en face du collecteur d'amenée ou dans un changement de direction. Dans cette situation, il est important de ne pas élever le seuil afin de ne pas trop diminuer la section d'écoulement.

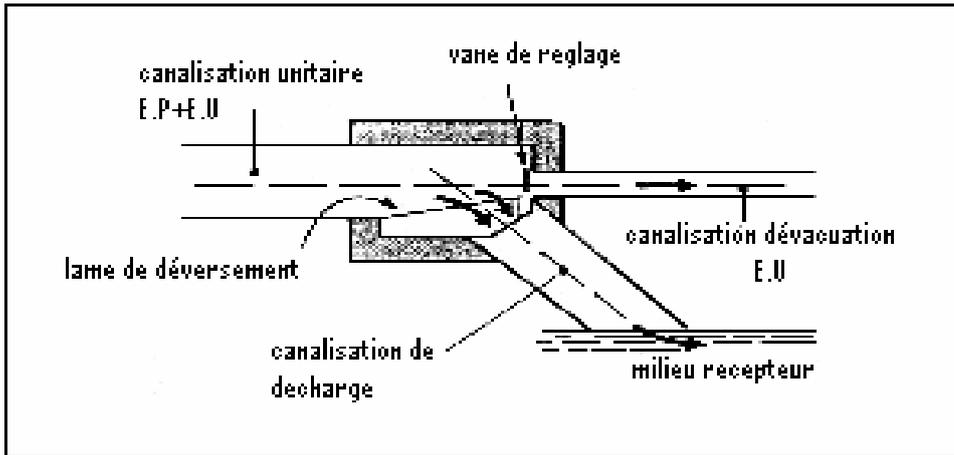
##### **b) Déversoir à seuil latéral**

Le seuil latéral du déversoir classique peut être haut ou bas.

Il est très intéressant car il permet de concevoir des seuils longs sans prendre beaucoup de place. Il convient de souligner à ce sujet que la longueur de la crête déversant d'un déversoir latéral, calculée selon la formule d'Engels, est de 3 à 4 fois supérieure à celle d'un déversoir frontal.

- Si le seuil latéral est bas (le rapport entre le diamètre du collecteur d'entrée et la hauteur du seuil est élevé), il n'est pas envisageable d'installer un orifice calibré réglable, au mieux un masque sur la partie du collecteur de sortie;

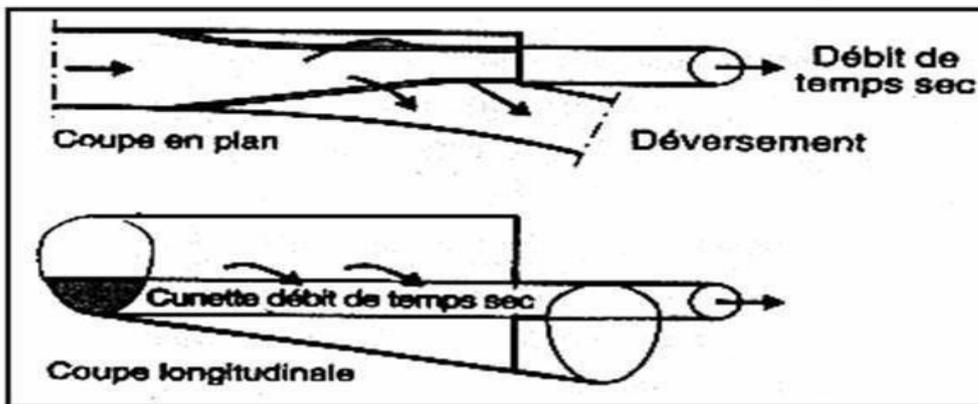
- En revanche, si le seuil latéral est élevé (le rapport entre la hauteur du seuil et le diamètre du collecteur de sortie est supérieur ou égal à 2), il est nécessaire de mettre en œuvre une vanne réglable afin de régler le calibrage du débit conservé.



**Figure N° VI.6 - Déversoir classique à seuil latéral**

**c) Déversoir à double seuil latéral**

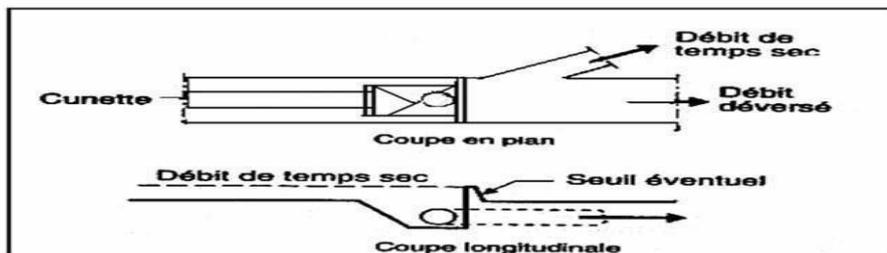
Afin d'éviter d'avoir des dimensions excessives ( $b > 6m$ ), nous choisissons un déversoir à double seuil de déversement.



**Figure N° VI.7 - Déversoir latéral à double seuil**

**d) Déversoir avec ouverture de radier**

Ce genre de déversoir se trouve sur les terrains très accidentés et est donc recommandé pour les écoulements torrentielles.



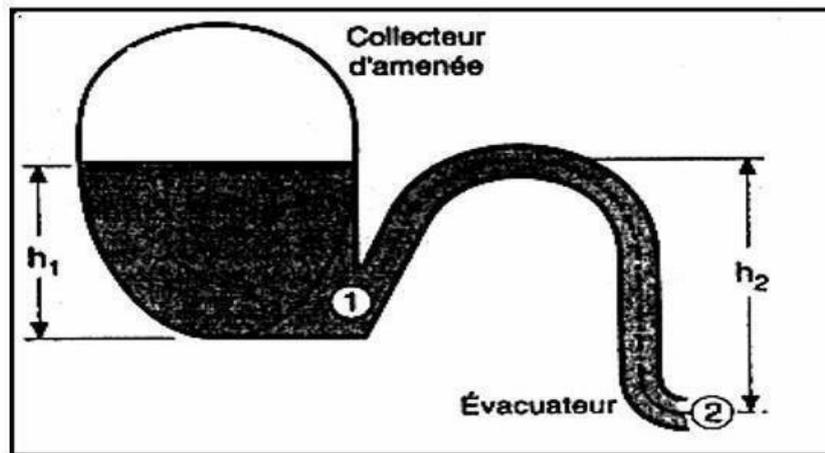
**Figure N° VI.8 - Déversoir avec ouverture de radier**

## Chapitre VI Éléments constitutifs du réseau et ouvrages annexes

### e) Déversoir siphonoïde

Le déversoir siphonoïde joue plusieurs fonctions. En effet, grâce à la méthode de déversement retardé, il est possible d'utiliser le collecteur comme bassin tampon.

Il est possible que le fonctionnement reste statique à un niveau maximal de charge d'accumulation dans le réseau. Une fois que le premier flot fortement pollué a été laissé passer pour épuration, le siphonoïde s'active et provoque un déversement accéléré.



*Figure N° VI.9 - Principe du déversement siphonoïde*

#### VI.2.2. Emplacement des déversoirs d'orage:

Avant d'installer les déversoirs d'orage, il est important de prendre en compte:

- Le milieu récepteur et son équilibre après le rejet des effluents, afin de déterminer le degré de dilution en fonction du pouvoir auto-épurateur du milieu récepteur.

L'objectif est de trouver des valeurs du débit qui correspondent à la valeur de dilution et à l'économie générale du projet, c'est-à-dire de rechercher le facteur de probabilité de déversement afin de réduire la fréquence des lâchers d'effluents dans le milieu récepteur.

La station d'épuration doit avoir une capacité et des surfaces suffisantes pour éviter les surcharges et le mauvais fonctionnement.

Le régime d'écoulement de l'eau dans les canalisations amont et aval

- Topographie du site et fluctuations des pentes.

#### **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.

## Chapitre VI Éléments constitutifs du réseau et ouvrages annexes

### VI.2.3. DIMENSIONNEMENT DU DÉVERSOIR D'ORAGE

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

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:

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

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

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 :

: La hauteur maximale d'eau dans le déversoir est définie comme la hauteur critique.

$$h_{dé} = h_{t c} - h_{aval} \dots\dots\dots (VI.5)$$

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

#### 4. Déduction de la largeur du seuil « L »:

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

## **Chapitre VI Éléments constitutifs du réseau et ouvrages annexes**

Les données de base sont les suivantes:

- Diamètre d'entrée :  $D_e = 1800 \text{ mm}$
- Débit pluvial  $Q_{\text{pluvial}} = 7.4389 \text{ m}^3 / \text{s}$
- Débit de pointe d'eaux usées  $Q_{\text{pt usée}} = 0.1124 \text{ m}^3 / \text{s}$
- Débit total à l'entrée :  $Q_{\text{total}} = 7.5514 \text{ m}^3 / \text{s}$
- Débit à pleine section :  $Q_{\text{ps}} = 7,826 \text{ m}^3 / \text{s}$

## Chapitre VI Éléments constitutifs du réseau et ouvrages annexes

Calcul du débit critique:

Calcul du coefficient de retardement selon (VI.3)

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

Avec:

$T_c$  = temps de concentration (mn)

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

- $t_c = 11 \text{ min}$
- $Z = 0.89$

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.

$$Q_{\text{critique}} = Q_{\text{total}} \times Z = 7.5514 \times 0.89 = 6.72 \text{ m}^3/\text{s}$$

**Le débit critique:**

$$Q_{\text{critique}} = 6.72 \text{ m}^3/\text{s}$$

**Débit rejeté vers l'oued:**

$$Q_{\text{dev}} = Q_{\text{critique}} - Q_{\text{station}} = 6.72 - 0.1124 = 6.60 \text{ m}^3/\text{s}$$

**-Détermination des hauteurs d'eau:**

**1-  $h_{st}$  :**

$$R_{q \text{ station}} = \frac{Q_{eu}}{Q_{ps}} = \frac{0.1124}{7.826} = 0.014 \rightarrow R_h = 0.1$$

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

**2-  $h_{cr}$  :**

$$R_{q \text{ cr}} = \frac{Q_{cr}}{Q_{ps}} = \frac{6.72}{7.826} = 0.85 \rightarrow R_{h \text{ cr}} = 0.7 \text{ m}$$

$$h_{t \text{ cr}} = R_{h \text{ cr}} \times D = 0.7 \times 1.8 = 1.26 \text{ m}$$

**3-  $h_{dév}$  :**

$$h_{dév} = h_{t \text{ cr}} - h_{\text{station}} = 1.26 - 0.063 = 1.197 \text{ cm.}$$

**Détermination de seuil déversant:**

$$L = \frac{3}{2} \times \frac{Q_{dév}}{m\sqrt{2g} \cdot h_{dév}^{3/2}} = \frac{3}{2} \times \frac{6.60}{0.45\sqrt{2} \times 9.81 \cdot 1.197^{3/2}} = 3.80 \text{ m.}$$

## **Chapitre VI Éléments constitutifs du réseau et ouvrages annexes**

### **VI.3. TRAVERSÉE DE L'oued**

La traversée aérienne sera réalisée de la façon suivante:

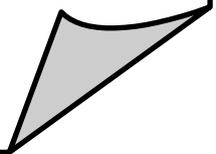
- Apparence d'une conduite aérienne en fonte.
- La structure est fixée sur des piliers en béton armé de 60 cm de diamètre, avec un pilier chaque 4,10 m. On coule les piliers sur une base en béton armé, qui est elle-même coulée sur une base en gros béton.

### **VI.3. Conclusion**

Pour que notre réseau d'assainissement puisse être exploité de manière rationnelle, il est primordial de faire un choix éclairé des conduites qui le composent, en tenant compte de leur forme et du matériau utilisé. De plus, pour rendre les opérations de curage plus simples et assurer une sécurité accrue de notre réseau, nous avons établi et mesuré divers éléments du réseau d'égouts. Un déversoir sera installé pour le rejet final et la station d'épuration (STEP).

# **Chapitre VII**

## **ORGANISATION DE CHANTIER**



## **VII.1. Introduction**

Avant de partir sur le chantier et de commencer la réalisation, il est essentiel de définir et de coordonner les ressources nécessaires pour assurer la réalisation optimale des travaux.

Il faut toujours commencer par une étude théorique pour ensuite passer à la pratique. La première étape implique de déterminer de manière précise le délai de réalisation, le matériel à utiliser, la main-d'œuvre nécessaire et les matériaux de construction nécessaires. Dans la deuxième partie, nous examinons comment les travaux sont réalisés sur le terrain.

Il est donc essentiel d'organiser un chantier en effectuant des calculs en temps réel et en prenant toutes les mesures nécessaires pour garantir la réalisation du projet:

- Conformément au projet.
- D'excellente qualité.
- Le plus rapidement possible.
- À prix abordable.
- Aucune collision humaine.

## **VII.2. Organisation du chantier**

### **VII.2.1. Exécution des travaux**

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

1. Contrôle et manipulation des conduites.
2. Enlèvement de la couche de bitume (si nécessaire) ou de la végétation.
3. Détermination des lieux de fixation des piquets.
4. Mise en place de tranchées et de fouilles pour les regards.
5. Établir le lit de pose.
6. Mise en place des canalisations dans les tranchées.
7. Assemblage des tuyaux.
8. Évaluation de l'étanchéité des conduites et des joints.
9. Création des regards.
10. Prélèvement des tranchées.

### **VII.2.1. Emplacement des canalisations**

Les conduites sont généralement placées dans l'axe de la voie dans les rues de moins de 15 mètres de largeur. Dans les rues plus longues, chaque trottoir doit être équipé d'un égout.

### VII.2.2.1. Manutention et stockage des conduites

#### a - Chargement et transport

Le chargement des véhicules doit être effectué de façon à éviter toute détérioration ou déformation des tuyaux et des accessoires pendant le transport. Il est important d'éviter les attitudes suivantes :

- Une manipulation agressive, des actions brusques et des mouvements excessifs.

Il est interdit d'avoir des éléments métalliques saillants entre les tuyaux et les raccords.

- Il est recommandé d'alterner la mise en place des tubes à emboîtures et de veiller à ce que les emboîtures dépassent de la pile pour prévenir toute détérioration.

#### b – Déchargement

Il est préférable de ne pas décharger les tubes et les raccords sur le sol de manière brusque.

#### c - Stockage

Les points suivants doivent être pris en compte lors du stockage des tubes et des raccords:

- La surface destinée à recevoir ces éléments doit être nivelée et plane.
- L'empilement doit être effectué en alternant les emboîtures et en laissant celles-ci quitter la pile.

- La hauteur de gerbage doit être inférieure à 1,50 mètre.

- Les tubes et les accessoires doivent être stockés à l'abri du soleil. Il est important de noter que la décoloration des tubes ne modifie pas leurs caractéristiques mécaniques.

- Il est important de retirer les accessoires uniquement lorsqu'ils sont utilisés.

Il est recommandé d'éviter tout contact avec des substances telles que l'huile, les solvants et autres produits chimiques.

### VII.2.3. Décapage de la couche de terre végétale

On effectue le processus en utilisant 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

La largeur de la tranchée doit être au moins égale au diamètre extérieur de la conduite, avec des surlargeurs de (0.3-0.5) cm de chaque côté.

La largeur de la tranchée est donnée par la formule:

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

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 formule suivante donne la profondeur:

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

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

L'installation des canalisations se fera sur un lit de sable d'au moins 10 cm d'épaisseur. On le nivelera de manière adéquate en fonction des côtes du profil en long.

Il faut que le lit de pose soit constitué de sable dont au moins 12% de particules ne dépassent pas 0,1 mm.

On peut calculer le volume du sable en utilisant la formule suivante:

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

Avec:

**V<sub>s</sub>** = volume du sable en ((m<sup>3</sup>))

**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 convient de se plier à des règles de bonne pratique:

- Les tuyaux ne doivent pas être placés sur des tasseaux qui concentrent les forces d'écrasement et les font travailler en flexion longitudinale.
- La création d'un fond de fouille droite est essentielle pour permettre aux tuyaux de s'y reposer sur toute leur longueur.
- Après avoir emboîté les tuyaux par collet extérieur sur tout leur pourtour, il est nécessaire de creuser le fond de fouille pour éviter que les collets ne se déplacent vers le sol.
- Il est essentiel de placer les tuyaux sur des feuilles sèches.
- Tous les points durs (grandes pierres, crêtes rocheuses, vieilles maçonneries) doivent être enlevés afin de créer des tasseaux naturels dans le fond des fouilles.
- En cas de sol rocheux, il est conseillé de faire une fouille plus profonde de 15 à 20 cm et de réaliser un lit de pose bien drainé avec des matériaux pulvérulents, ou de poser sur un bain de mortier fluide.

### VII.2.7. Exécution des tranchées et les regards

La largeur de la tranchée est déterminée par 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 appropriée, la qualité du remblayage latéral, la profondeur de pose, l'espace disponible pour les fouilles et la nature des terrains rencontrés.

S'il n'y a pas de blindage à l'abri des démolitions, cela peut également affecter la largeur de la tranchée. Économiquement, l'aménagement de tranchées trop larges n'est pas avantageux en raison des coûts de terrassement. Il convient donc de sélectionner des fouilles avec des largeurs minimales [10].

Les regards et les tranchées sont fouillés à l'aide d'une pelle mécanique à pelle rétro, qui agit de l'aval vers l'amont du réseau sur pelle mécanique. Les compétences requises pour l'utilisation d'une pelle rétro sont les suivantes:

- Percer sous la surface de d'appui.
  - Effectuer un creusement rapide et précis des tranchées à talus vertical.
  - Creuser des profondeurs considérables.
- Creuser dans le sens de la machine.

### VII.2.1. 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:

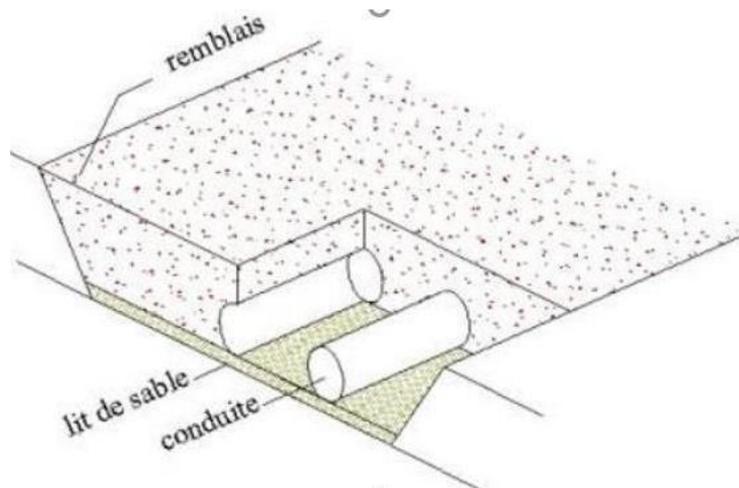
Grâce au logiciel STR PVC, on a vérifié les profondeurs sélectionnées dans le chapitre V (dimensionnement du réseau). Les dimensions mécaniques obtenues respectent les normes de sécurité (voir exemple en annexe).

### VII.2.7.2. Largeur de la tranchée

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

Avec:

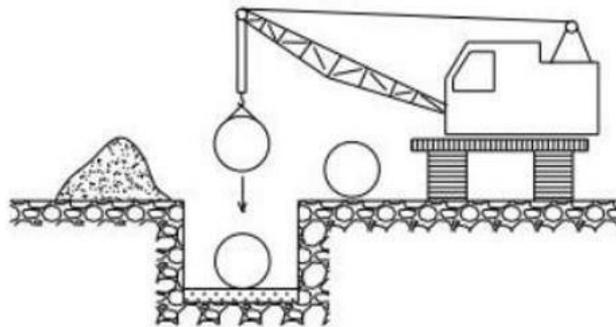
- B:** Largeur de la fouille au fond.
- D:** Diamètre de la conduite.
- c:** Espacement entre les parois de la tranchée et la conduite (c = 0,5 m)



**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

Les conduites sont installées à l'aide d'engins adaptés appelés « pipelayers ».



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

### VII.2.9. Assemblage des conduites

Les joints des conduites circulaires à emboîtement sont réalisés à l'aide d'une bague surmontée d'une armature et coulée sur le site à l'intérieur d'un moule. Après l'installation des canalisations dans les tranchées, il est nécessaire de réaliser un remblai de qualité sur une certaine hauteur au-dessus de la génératrice supérieure pour assurer une transmission régulière des charges sur la canalisation et la protéger contre tout dommage lors de l'exécution du remblaisupérieur.

Ce matériau est identique à celui employé pour le remblayage latéral. Un remblayage de qualité doit être effectué en ayant au moins 10 cm au-dessus de la génératrice supérieure [11].

### VII.2.10. le déversoir d'orage

Il est crucial de planifier avec soin les différentes étapes, les ressources et les mesures de sécurité requises afin d'organiser le chantier de mise en place de déversoirs d'orage.

L'emplacement optimal du déversoir latéral doit être pris en compte en prenant en compte les conditions hydrauliques et topographiques du site, ainsi que les contraintes environnementales, afin de garantir son bon fonctionnement lors de fortes précipitations. Des mesures de sécurité rigoureuses sont nécessaires pour garantir la sécurité des employés et prévenir les accidents pendant les travaux de construction [11].

Les principales tâches à accomplir lors de la pose des déversoirs sont:

- Préparez le site: nivelez le sol, éliminez les obstacles.
- Excavation: Construire une tranchée en respectant les dimensions requises.
- Mise en place du déversoir: Positionner le déversoir de manière uniforme dans la tranchée.
- La fixation du déversoir: Il est crucial d'assurer une fixation solide et sécurisée.
- Connecter le déversoir aux conduites déjà en place pour être connecté au réseau.
- Effectuer des tests et des vérifications pour vérifier le bon fonctionnement du déversoir.
- Pour le remplissage de la tranchée autour du déversoir, il est recommandé d'utiliser du matériau adéquat.
- Vérifiez que la pente du déversoir est adéquate pour permettre le déversement des eaux.
- Sécurité: Adopter les mesures adéquates pour assurer la sécurité du déversoir et prévenir toute agression ou intrusion.
- Signalisation: Il est essentiel de mettre en place une signalisation appropriée pour empêcher la présence du déversoir et garantir la sécurité des personnes.

### **VII.3. Choix des engins**

Lors de la réalisation des travaux, la sélection des engins est cruciale, car chaque opération requiert un engin adapté:

**VII.3.1. Le Bulldozer**

Lorsque le terrain est extrêmement difficile, on utilise le bulldozer pour évacuer la couche de terre végétale. Toutefois, l'outil le plus approprié pour ce type de travaux est la niveleuse.

**VII.3.2. La niveleuse**

Outre ses tâches de terrassement et de finition, la niveleuse a de multiples fonctions:

- Il est nécessaire de procéder au débroussaillage sur un terrain léger, dépourvu de grands arbustes ou de grandes pierres.
- Minimisation de l'épaisseur des zones végétales.
- Le creusement ou le curage des fossés se fait en inclinant la lame sur le côté. Le long de la lame, les terres extraites par la lame remontent et sont déposées en cavalier sur le bord du fossé.

**VII.3.3. Le chargeur**

En ce qui concerne les travaux de remblaiement des tranchées, l'outil adéquat est le chargeur. Ces tracteurs sont montés à l'avant avec deux bras articulés actionnés par des vérins et portant un godet. Si les travaux ne sont pas très importants, on utilise le chargeur.

**VII.3.4. Le compacteur**

Pour compacter, le rouleau lisse est le matériel adéquat pour cette opération, il est constitué de:

- Un châssis.
- Les roues cylindriques larges sont recouvertes d'une couche d'usure en acier au manganèse.
- Les dispositifs de déplacement.

**VII.4. Devis quantitatif et estimatif**

Afin d'évaluer le coût de réalisation de notre projet, il est essentiel de réaliser le calcul du devis quantitatif et estimatif.

Ce calcul vise à déterminer les quantités de toutes les opérations effectuées sur le terrain pour la réalisation du projet, puis à les multiplier par le prix unitaire correspondant. [10]

Les différentes tâches accomplies sont répertoriées chronologiquement:

- L'évacuation de la couche de terre végétale.
- La mise en place des tranchées.
- La livraison et l'installation du lit de sable.
- L'installation et l'installation des buses en béton ou en béton armé.
- Les regards et les déversoirs d'orage sont construits en béton armé.
- Les travaux utilisés pour remblayer la tranchée.
- Le déplacement des sols en excédentaires.

**VII.4.1. Détermination des différents volumes**

**VII.4.1.1. Volume de la couche de terre végétale**

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

**V<sub>cv</sub>**: Volume de la couche de terre végétale en (m<sup>3</sup>).

**H<sub>v</sub>**: Profondeur la couche de terre végétale (on prend H<sub>v</sub> = 0,1 m).

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

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

**VII.4.1.2. Volume des déblais des tranchées**

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

Avec:

**V<sub>déb</sub>**: Volume des déblais des tranchées en (m<sup>3</sup>).

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

Longueur totale de la tranchée en (m). **H**:

Profondeur de la tranchée en (m).

**VII.4.1.3. Volume du lit du sable**

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

Avec:

**V<sub>ls</sub>**: Volume du lit du sable en (m<sup>3</sup> ).

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

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

Longueur totale de la tranchée en (m).

**VII.4.1.4. Volume occupé par les conduites**

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

Avec:

**V<sub>cond</sub>**: Volume occupé par les conduites en (m<sup>3</sup>).

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

**D**: Diamètre de la conduite en (m).

**VII.4.15. Volume du remblai**

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

Avec: **V<sub>r</sub>**: Volume du remblai en (m<sup>3</sup>)

**VII.4.16. Volume excédentaire**

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

Avec:

**V<sub>excé.</sub>**: Volume du sol excédentaire en (m<sup>3</sup>).

**V<sub>f</sub>**: Volume du sol foisonné en (m<sup>3</sup>).

Telque:  $V_f = V_{\text{déb.}} \cdot K_f$

**K<sub>f</sub>**: 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 reseau

Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire (DA)	Montant (DA)
<b>Travaux de terrassement</b>				
Déblai	M3	35871,5	1000.00	35871542.09
Pose du lit de sable	M3	4278,96	1500.00	6418451.25
Enrobage	M3	27255,31	200.00	5451063.348
Remblai de la tranchée	M3	33098,70	600.00	19859224.97
Evacuation des déblaies excé- Dentaire	M3	17121,45	700.00	11985015.45
<b>Canalisation</b>				
<b>Fourniture, transport et pose de canalization</b>				
<b>Canalisation en béton</b>				
315	MI	10070,9	4500.00	45319455.00
400	MI	1732,23	5500.00	9527265.00
500	MI	1687,2	7000.00	11810540.00
630	MI	1712,9	8500.00	14559820.00
<b>Canalisation en béton armé</b>				
800	MI	294,54	10000.00	2945400.00
1000	MI	473,16	15000.00	7097400.00
1200	MI	43,27	18000.00	778860.00
1500	MI	320,46	25000.00	8011500.00
1800	MI	799,92	40000.00	31996800.00
<b>Construction</b>				
Construction des regards en béton armé	U	498	55000.00	27390000.00
Exécution des déversoirs d'orage	U	1	80000.00	80000.00
<b>TOTAL EN DA</b>				<b>239058337.1</b>
<b>TVA 19%</b>				<b>45421084.05</b>
<b>TTC</b>				<b>284479421.00</b>

Tableau VII.2: détermination des délais.

OPERATION	TR	DP		DPP		MT
		DCP	DFP	DCPP	DFPP	
A	15	0	20	0	20	0
B	20	20	45	20	45	0
C	55	45	105	45	105	0
D	20	105	130	125	150	20
E	40	105	150	105	150	0
F	20	105	130	125	150	20
G	30	105	140	115	150	10
H	15	150	170	150	170	0
I	15	170	190	170	190	0
J	20	190	215	190	215	0
K	30	215	250	215	250	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

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

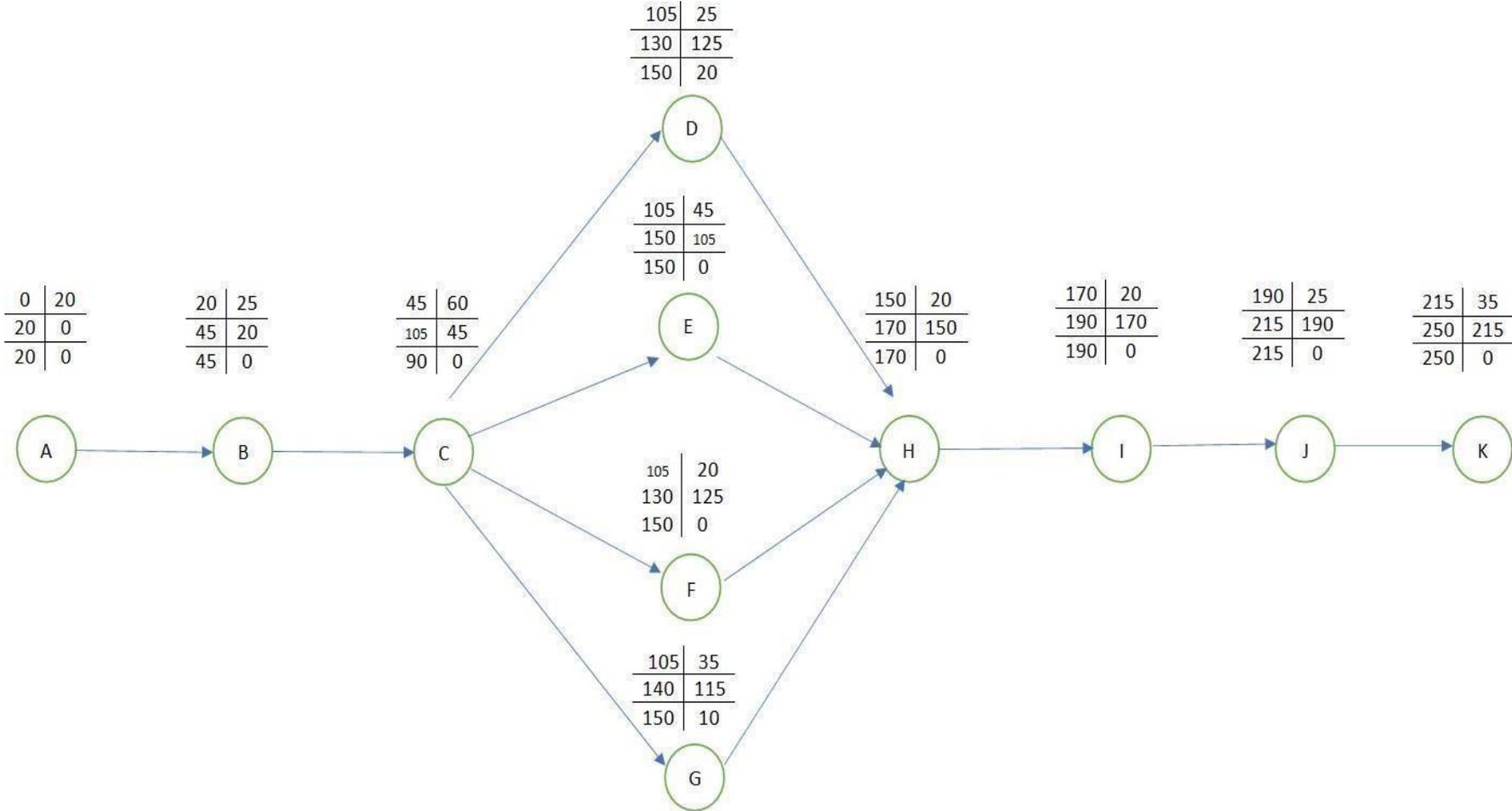
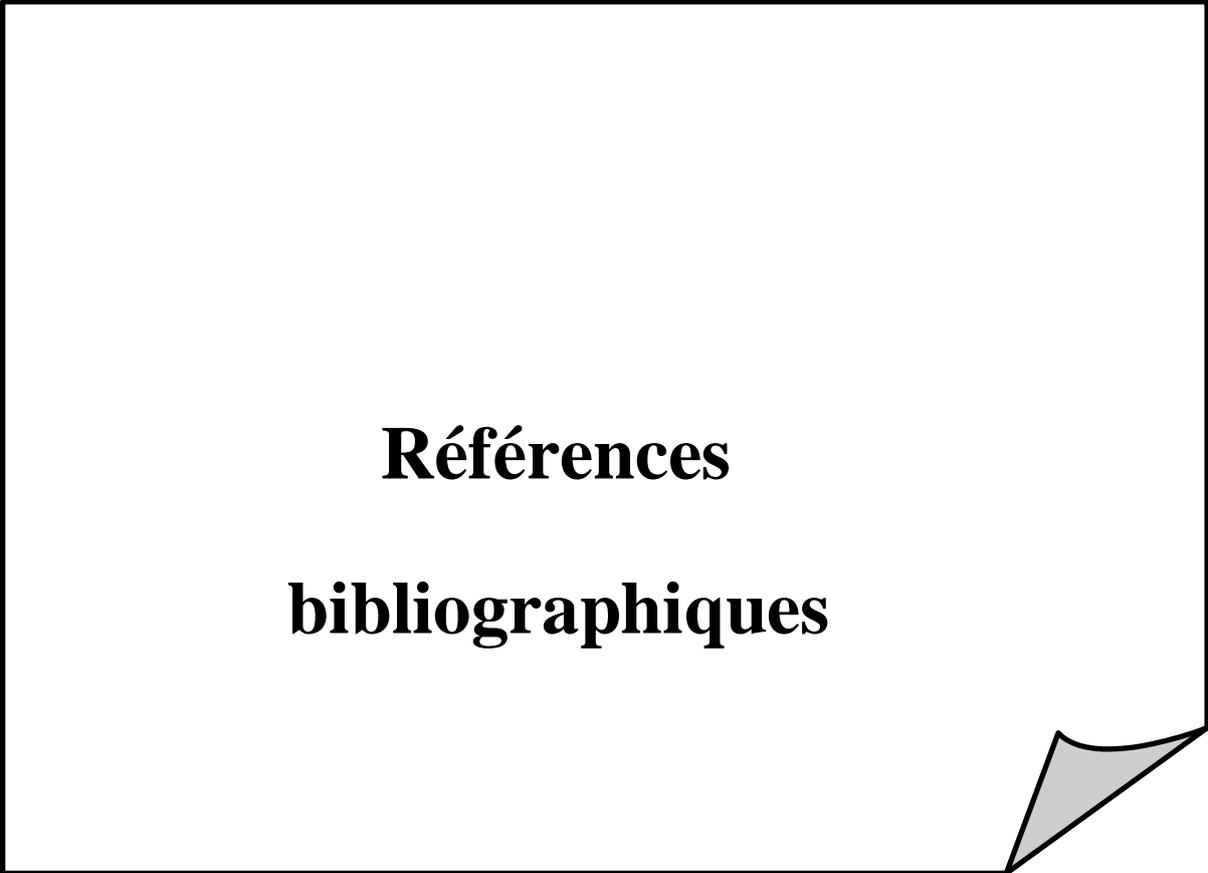


Figure VII.3: réseau à ceuds

**VII.1. Conclusion**

En premier lieu, dans ce chapitre, nous avons choisi les équipements les plus appropriés afin de garantir le bon déroulement des différentes étapes du projet. Pour la deuxième étape, nous avons réalisé une étude quantitative qui a estimé les volumes de travaux, ce qui a conduit à la rédaction du devis quantitatif et estimatif du projet et on a calculé le délai de réalisation (250 jours). On peut donc dire que la mise en place d'un réseau d'assainissement nécessite une organisation de chantier, afin de faire des économies de dépenses, d'énergie et de temps, tout en améliorant le rendement du travail.



**Références  
bibliographiques**

## Références bibliographiques

---

### Références bibliographique

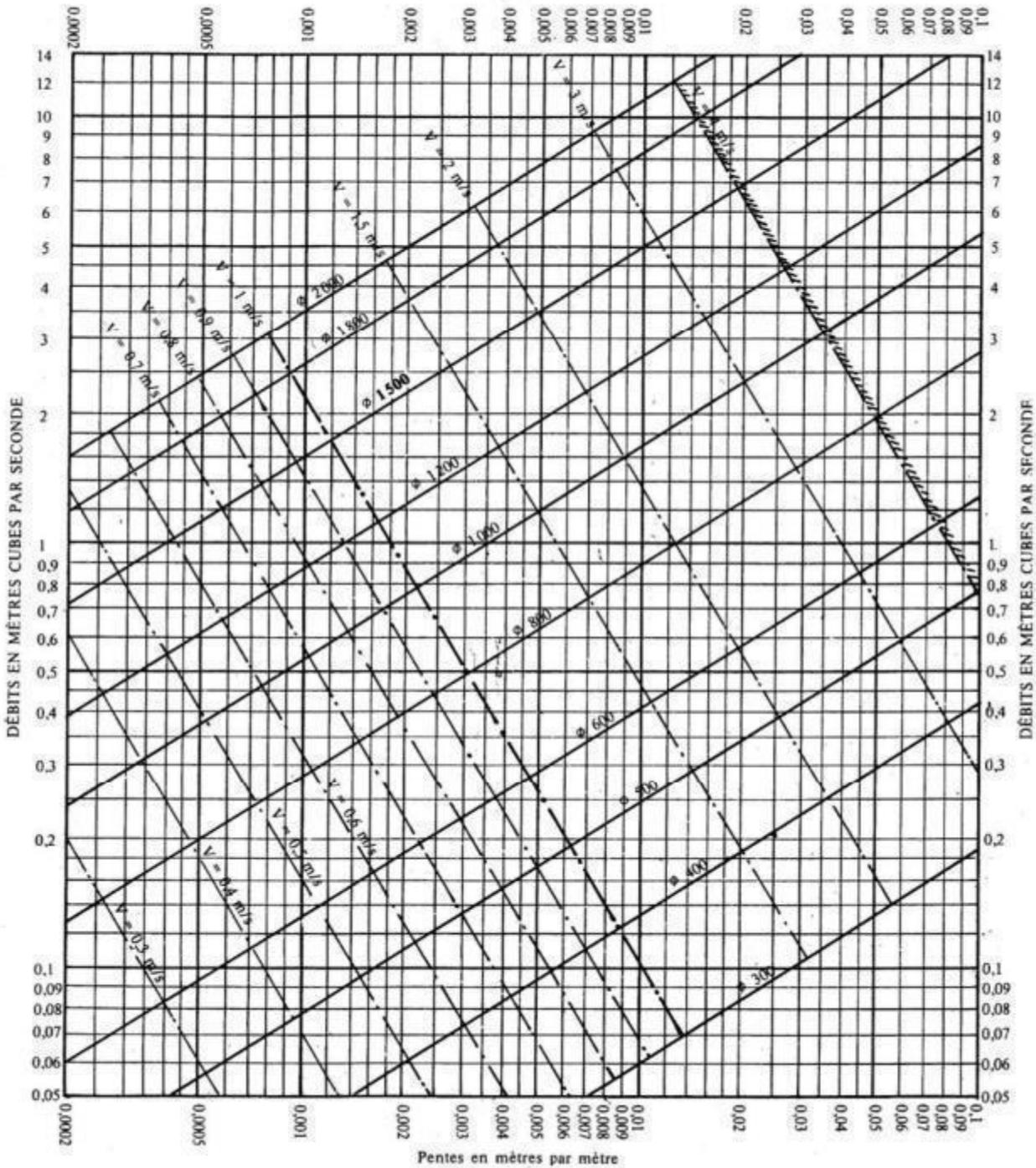
- [1] **ANIRF,2022** «Monographie de la wilaya de Sidi Bel Abbes,2022» .
- [2] **URBATIA SIDI Bel abbes**,«PDAU Sidi Yagoub».
- [3] Touaibia B., 2004. «Manuel pratique d'hydrologie ».
- [4] **Jean-Luc BERTRAND-KRAJEWSKI**, «Mesures en hydrologie urbaine et assainissement».
- [5] **Guerrée, H., Gomella, C., (1978)**. Les eaux usées dans les agglomérations urbaines 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] **KAHLERRAS.D,2021**«organisation de chantier »,polycopier ENSH Blida.
- [10] **BELAOUAKLI. B,2007** «organisation de chantier», polycopier ENSH Blida.

# **Annexes**

Annexe 01:

ABAQUE 2-a

RÉSEAUX PLUVIAUX EN SYSTÈME UNITAIRE OU SÉPARATIF  
(Canalisations circulaires)

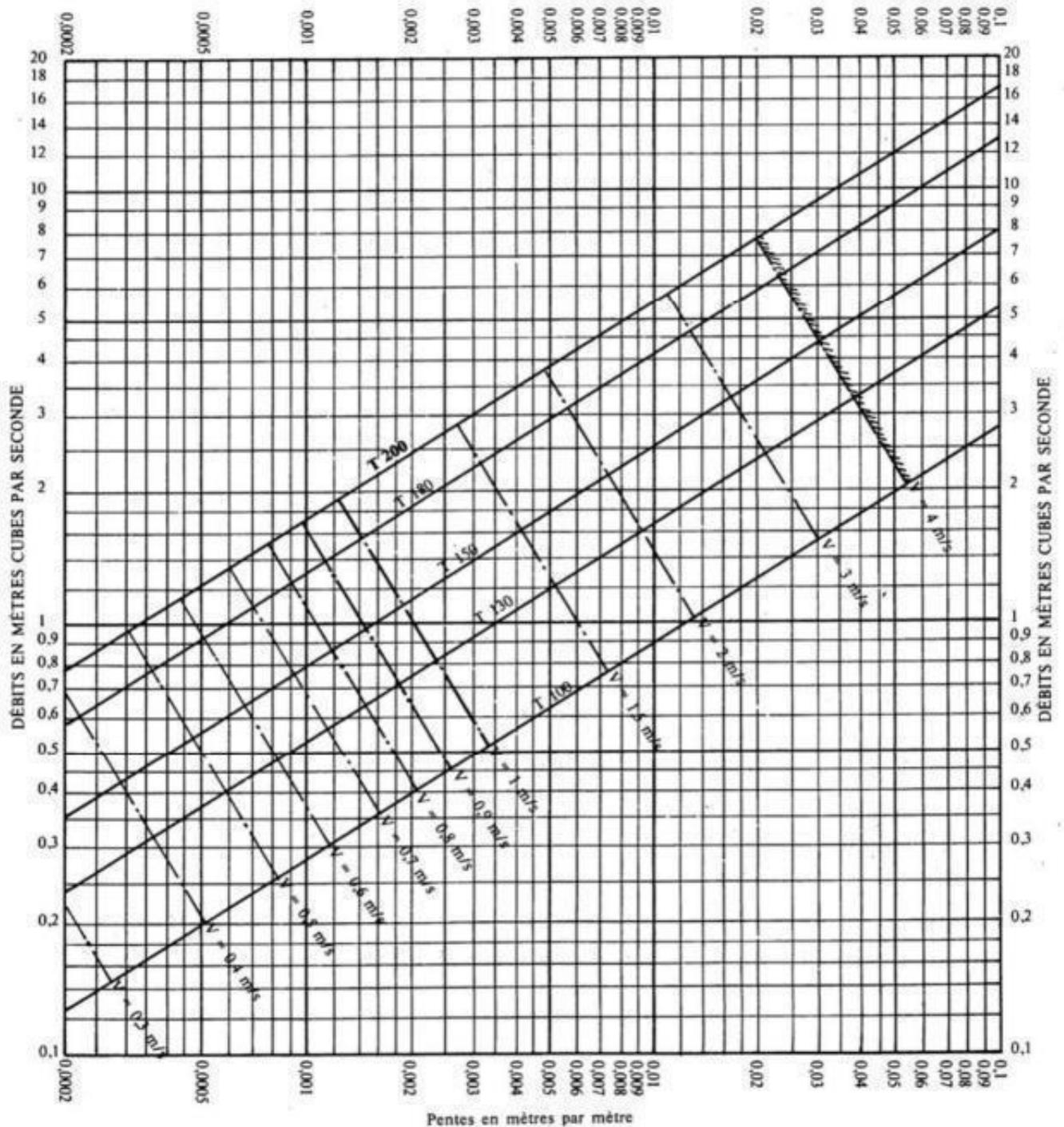


Nota. - La valeur du coefficient de Bazin a été prise égale à 0,46. Lorsque la pose des canalisations aura été particulièrement soignée, et surtout si le réseau est bien entretenu, les débits pourront être majorés de 20 % (  $V = 0,30$ ). A débit égal, les pentes pourront être réduites d'un tiers.

Annexe 02 :

ABAQUE 2-b

RÉSEAUX PLUVIAUX EN SYSTÈME UNITAIRE OU SÉPARATIF  
(Canalisations ovoïdes)

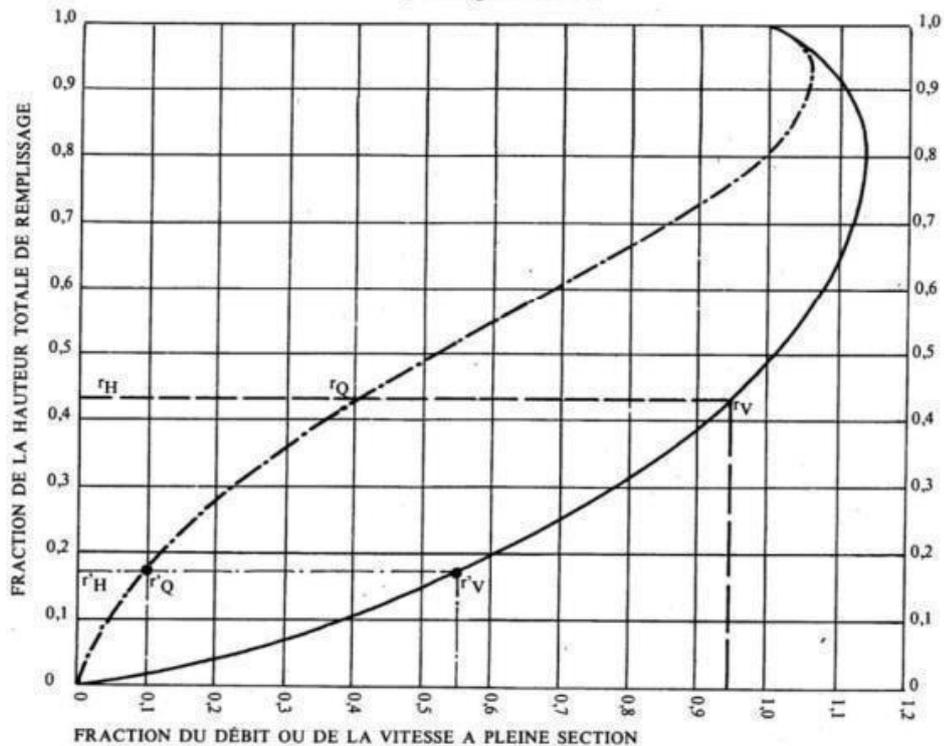


Nota. - La valeur du coefficient de Bazin a été prise égale à 0,46. Lorsque la pose des canalisations aura été particulièrement soignée, et surtout si le réseau est bien entretenu, les débits pourront être majorés de 20 % ( $\gamma = 0,30$ ). A débit égal, les pentes pourront être réduites d'un tiers.

ABAQUE 3-a

VARIATIONS DES DÉBITS ET DES VITESSES EN FONCTION DU REMPLISSAGE

a) Ouvrages circulaires



MODE D'EMPLOI.

Les abaques Ab. 3 et Ab. 4 (a et b) utilisés pour le choix des sections d'ouvrages, compte tenu de la pente et du débit, permettent d'évaluer la vitesse d'écoulement à pleine section.

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

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

Exemples :

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

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

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

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

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

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

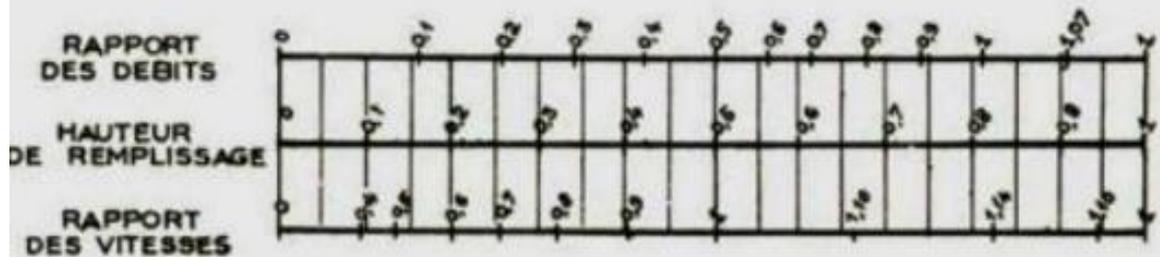
Annexe 04 :

ANNEXE X

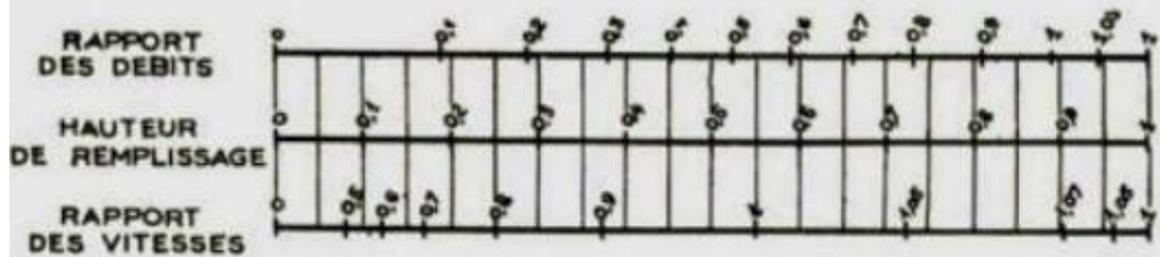
VARIATIONS DES DÉBITS ET DES VITESSES  
EN FONCTION DE LA HAUTEUR DE REMPLISSAGE

(d'après la formule de Bazin)

a) Ouvrages circulaires



b) Ouvrages ovoïdes normalisés



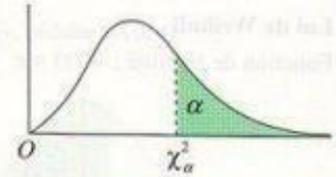
Exemple - Pour un ouvrage circulaire rempli aux  $3/10$ , le débit est les  $2/10$  du débit à pleine section et la vitesse de l'eau est les  $78/100$  de la vitesse correspondant au débit à pleine section

## Annexe 05 :

Table de distribution de  $\chi^2$  (loi de K. Pearson)

La table donne la probabilité  $\alpha$ , en fonction du nombre de degrés de liberté  $v$ , pour que  $\chi^2$  égale ou dépasse une valeur donnée  $\chi^2_\alpha$

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



$v$	$\alpha = 0,990$	$\alpha = 0,975$	$\alpha = 0,950$	$\alpha = 0,900$	$\alpha = 0,100$	$\alpha = 0,050$	$\alpha = 0,025$	$\alpha = 0,010$	$\alpha = 0,001$
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  $v$  est supérieur à 30, on utilise la table de la loi normale (table de l'écart réduit) avec :

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

## Annexe 06 :

STR PVC ASSAINISSEMENT - Module Mécanique



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 :

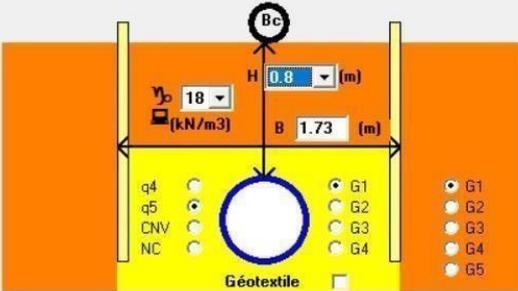
**PVC Normalisé**

Diamètre ext. (mm) : 630

Diamètre int. (mm) : 580

Rigidité (kPa) : 8

Les tubes en PVC bénéficient de la marque NF 055



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

**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

Permanentés (kN/m2) : 0

de chantier (kN/m2) : 0

Nappe  Déjaugage

**LA SECURITE D'EMPLOI EST SATISFAITE**

Coefficient de sécurité au flambement à long terme : <input type="text" value="13.57"/> (minimum 2.5)	Ovalisation à court et long terme : CT : <input type="text" value="0.7"/> (maximum 5%)* LT : <input type="text" value="0.76"/> (maximum 10%)*	Contrainte ultime à court terme : <input type="text" value="2.56"/> Limite : 37.5 MPa
--	---	--

\* Valeurs limites de calcul du Fascicule 70



Coll	Tron	CR <sub>am</sub> (m)	CR <sub>av</sub> (m)	Dist (m)	l (m/m)	Qpl (m <sup>3</sup> /s)	Qeu (m <sup>3</sup> /s)	Qt (m <sup>3</sup> /s)	Ks	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Dint (mm)	Vps (m/s)	Qps (m <sup>3</sup> /s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	Vmin (m/s)	H (mm)	Q <sub>av</sub> /10-Q <sub>av</sub>	Q <sub>av</sub> /100-Q <sub>av</sub>	Vitesse.Autocurage
A1	R1-R2	592,36	591,49	33,93	0,0256	0,0160	0,00001	0,0160	100	116,06	315	289	2,778	0,182	0,088	0,616	0,200	1,710	0,502	0,058	0,01	0,0018	Autocuragevérifie
	R2-R3	591,49	589,17	40,62	0,0571	0,0351	0,00011	0,0352	100	134,19	315	289	4,146	0,272	0,130	0,676	0,244	2,804	0,767	0,070	0,02	0,0026	Autocuragevérifie
	R3-R4	589,17	587,32	46,83	0,0395	0,0571	0,00022	0,0573	100	172,64	315	289	3,448	0,226	0,254	0,840	0,340	2,898	0,664	0,098	0,02	0,0020	Autocuragevérifie
A2	R5-R6	593,82	593,04	34,03	0,0229	0,0160	0,00006	0,0161	100	118,62	315	289	2,626	0,172	0,093	0,624	0,206	1,639	0,485	0,060	0,01	0,0017	Autocuragevérifie
	R6-R7	593,04	592,48	27,1	0,0207	0,0287	0,00013	0,0289	100	150,70	315	289	2,494	0,163	0,177	0,745	0,283	1,857	0,474	0,082	0,01	0,0015	Autocuragevérifie
	R7-R8	592,48	591,81	27,1	0,0247	0,0415	0,00018	0,0416	100	167,21	315	289	2,728	0,179	0,233	0,819	0,325	2,233	0,526	0,094	0,01	0,0016	Autocuragevérifie
	R8-R9	591,81	591,16	28,76	0,0226	0,0550	0,00024	0,0552	100	189,02	315	289	2,608	0,171	0,323	0,893	0,390	2,329	0,516	0,113	0,01	0,0015	Autocuragevérifie
	R9-R10	591,16	590,5	28,76	0,0229	0,0685	0,00030	0,0688	100	204,67	315	289	2,628	0,172	0,399	0,937	0,440	2,462	0,530	0,127	0,01	0,0014	Autocuragevérifie
	R11-R12	593,6	592,78	38,45	0,0213	0,0181	0,00008	0,0181	100	125,89	315	289	2,533	0,166	0,109	0,648	0,224	1,640	0,471	0,065	0,01	0,0016	Autocuragevérifie
	R12-R13	593,56	592,64	27,72	0,0332	0,0311	0,00013	0,0312	100	142,04	315	289	3,160	0,207	0,151	0,707	0,262	2,235	0,595	0,076	0,02	0,0019	Autocuragevérifie
	R13-R10	592,64	591,52	25,4	0,0441	0,0430	0,00018	0,0432	100	152,12	315	289	3,643	0,239	0,181	0,751	0,287	2,736	0,692	0,083	0,02	0,0022	Autocuragevérifie
	R10-R14	591,98	589,1	42,97	0,0670	0,1317	0,00056	0,1323	100	213,94	315	289	4,491	0,294	0,449	0,968	0,470	4,348	0,918	0,136	0,02	0,0024	Autocuragevérifie
	R14-R4	591,1	588,25	32,21	0,0885	0,1469	0,00063	0,1475	100	211,53	315	289	5,160	0,338	0,436	0,960	0,463	4,951	1,051	0,134	0,03	0,0028	Autocuragevérifie
	A3	R4-R15	588,25	586,32	39,87	0,0484	0,2227	0,00093	0,2237	100	276,88	315	289	3,817	0,250	0,894	1,138	0,734	4,344	0,862	0,212	0,02	0,0016
A4	R16-R17	589,53	588,54	29,17	0,0339	0,0137	0,00006	0,0138	100	104,04	315	289	3,196	0,210	0,066	0,574	0,172	1,834	0,587	0,050	0,02	0,0020	Autocuragevérifie
	R17-R18	588,54	587,32	35,88	0,0340	0,0306	0,00013	0,0307	100	140,49	315	289	3,199	0,210	0,146	0,701	0,259	2,242	0,601	0,075	0,02	0,0020	Autocuragevérifie
	R18-R15	587,32	586,3	30,23	0,0337	0,0448	0,00019	0,0450	100	162,34	315	289	3,186	0,209	0,215	0,798	0,313	2,541	0,611	0,090	0,02	0,0019	Autocuragevérifie
A5	R15-R19	586,3	585,71	24,38	0,0242	0,2790	0,00117	0,2801	100	343,09	400	366	3,159	0,332	0,843	1,128	0,704	3,564	0,706	0,258	0,03	0,0022	Autocuragevérifie
	R19-R20	585,71	584,87	33,06	0,0254	0,2945	0,00123	0,2957	100	346,95	400	366	3,237	0,340	0,869	1,134	0,719	3,672	0,728	0,263	0,03	0,0022	Autocuragevérifie
	R20-R21	584,87	583,69	46,96	0,0251	0,3166	0,00133	0,3179	100	357,23	400	366	3,219	0,338	0,939	1,139	0,761	3,667	0,735	0,279	0,03	0,0021	Autocuragevérifie
	R21-R22	583,69	582,74	37,67	0,0252	0,3343	0,00140	0,3357	100	364,35	400	366	3,225	0,339	0,990	1,142	0,800	3,681	0,745	0,293	0,03	0,0020	Autocuragevérifie
	R22-R23	582,74	581,8	37,67	0,0250	0,3520	0,00148	0,3535	100	372,20	400	366	3,208	0,337	1,048	1,143	0,870	3,666	0,750	0,319	0,03	0,0019	Autocuragevérifie
A6	R24-R25	589,7	588,47	36,01	0,0342	0,0169	0,00007	0,0170	100	112,45	315	289	3,206	0,210	0,081	0,604	0,191	1,936	0,591	0,055	0,02	0,0020	Autocuragevérifie
	R25-R26	588,47	587,36	32,54	0,0341	0,0322	0,00014	0,0324	100	143,19	315	289	3,204	0,210	0,154	0,712	0,265	2,281	0,604	0,077	0,02	0,0020	Autocuragevérifie
	R26-R27	587,36	586,05	38,04	0,0344	0,0501	0,00021	0,0503	100	168,67	315	289	3,219	0,211	0,238	0,825	0,329	2,655	0,621	0,095	0,02	0,0019	Autocuragevérifie
	R27-R28	586,05	585,67	18,04	0,0211	0,0586	0,00025	0,0588	100	196,13	315	289	2,518	0,165	0,356	0,912	0,412	2,297	0,502	0,119	0,01	0,0014	Autocuragevérifie
	R28-R29	585,67	584,67	46,98	0,0213	0,0807	0,00034	0,0810	100	220,69	315	289	2,531	0,166	0,488	0,993	0,492	2,513	0,522	0,142	0,01	0,0013	Autocuragevérifie
	R29-R30	584,67	584,14	50,43	0,0105	0,1044	0,00044	0,1048	100	277,46	315	289	1,778	0,117	0,899	1,138	0,737	2,025	0,404	0,213	0,01	0,0007	Autocuragevérifie
	R31-R32	588,11	586,57	48,24	0,0319	0,0227	0,00010	0,0228	100	127,09	315	289	3,099	0,203	0,112	0,652	0,227	2,019	0,577	0,065	0,02	0,0019	Autocuragevérifie
	R33-R34	589,01	587,52	32,45	0,0459	0,0153	0,00006	0,0153	100	102,31	315	289	3,717	0,244	0,063	0,567	0,168	2,108	0,682	0,049	0,02	0,0024	Autocuragevérifie

Coll	Tron	CR <sub>am</sub> (m)	CR <sub>av</sub> (m)	Dist (m)	l (m/m)	Q <sub>pl</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>eu</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>t</sub> (m <sup>3</sup> /s)	K <sub>s</sub>	D <sub>cal</sub> (mm)	D <sub>nor</sub> (mm)	D <sub>int</sub> (mm)	V <sub>ps</sub> (m/s)	Q <sub>ps</sub> (m <sup>3</sup> /s)	R <sub>q</sub>	R <sub>v</sub>	R <sub>h</sub>	V (m/s)	V <sub>min</sub> (m/s)	H (m)	Q <sub>ps</sub> /10- Q <sub>eu</sub>	Q <sub>ps</sub> /100- Q <sub>eu</sub>	Vitesse Autocurage
A6	R34-R35	588,35	586,57	40,3	0,0441	0,0342	0,00015	0,0344	100	139,59	315	289	3,643	0,239	0,144	0,697	0,257	2,540	0,684	0,074	0,02	0,0022	Autocurage vérifié
	R35-R32	587,52	586,57	46,4	0,0205	0,0560	0,00024	0,0563	100	193,92	315	289	2,482	0,163	0,346	0,907	0,405	2,250	0,493	0,117	0,01	0,0014	Autocurage vérifié
	R32-R30	586,57	584,14	40,0	0,0606	0,0975	0,00042	0,0980	100	194,77	315	289	4,271	0,280	0,350	0,909	0,408	3,881	0,850	0,118	0,02	0,0024	Autocurage vérifié
	R36-R37	586,51	585,42	36,6	0,0297	0,0172	0,00007	0,0173	100	116,18	315	289	2,992	0,196	0,088	0,616	0,200	1,843	0,553	0,058	0,02	0,0019	Autocurage vérifié
	R37-R38	585,42	584,47	32,0	0,0297	0,0323	0,00014	0,0324	100	147,12	315	289	2,987	0,196	0,166	0,729	0,275	2,177	0,565	0,079	0,01	0,0018	Autocurage vérifié
	R38-R30	584,47	584,14	29,3	0,0112	0,0461	0,00020	0,0463	100	201,70	315	289	1,838	0,121	0,384	0,928	0,430	1,706	0,369	0,124	0,01	0,0010	Autocurage vérifié
	R30-R39	584,14	583,11	36,8	0,0279	0,2653	0,00113	0,2665	100	327,75	400	366	3,394	0,357	0,747	1,091	0,643	3,705	0,745	0,235	0,03	0,0024	Autocurage vérifié
	R39-R23	583,11	581,79	47,6	0,0277	0,2877	0,00122	0,2889	100	338,35	400	366	3,381	0,356	0,813	1,118	0,685	3,778	0,753	0,251	0,03	0,0023	Autocurage vérifié
A7	R23-R40	581,79	580,81	42,5	0,0230	0,6597	0,00279	0,6625	100	478,14	500	459	3,585	0,593	1,117	0,864	0,987	3,096	0,851	0,481	0,05	0,0031	Autocurage vérifié
	R40-R41	580,81	579,74	45,9	0,0233	0,6813	0,00288	0,6841	100	483,02	500	459	3,603	0,596	1,148	0,316	0,984	1,140	0,861	0,544	0,05	0,0031	Autocurage vérifié
	R41-R42	579,74	578,96	43,5	0,0179	0,7017	0,00297	0,7047	100	513,05	630	580	3,694	0,975	0,722	1,083	0,627	4,000	0,805	0,364	0,09	0,0068	Autocurage vérifié
	R42-R43	578,96	578,69	45,9	0,0059	0,7233	0,00306	0,7264	75	712,37	800	800	1,966	0,988	0,735	1,087	0,636	2,138	0,430	0,509	0,09	0,0068	Autocurage vérifié
	R43-R44	578,69	578,35	44,8	0,0076	0,7444	0,00315	0,7475	100	616,15	630	580	2,404	0,635	1,177	0,827	0,966	1,988	0,578	0,793	0,06	0,0032	Autocurage vérifié
	R44-R45	578,35	578,18	21,9	0,0077	0,7547	0,00319	0,7579	100	616,99	630	580	2,429	0,641	1,182	1,070	0,998	2,599	0,584	0,811	0,06	0,0032	Autocurage vérifié
A8	R46-R47	588,49	587,39	39,3	0,0280	0,0185	0,00008	0,0186	100	120,64	315	289	2,902	0,190	0,098	0,630	0,211	1,829	0,538	0,061	0,01	0,0018	Autocurage vérifié
	R47-R48	587,39	584,34	44,3	0,0687	0,0393	0,00017	0,0395	100	135,34	315	289	4,547	0,298	0,133	0,681	0,246	3,095	0,851	0,071	0,03	0,0028	Autocurage vérifié
	R48-R49	584,34	582,82	33,8	0,0449	0,0552	0,00024	0,0555	100	166,44	315	289	3,678	0,241	0,230	0,815	0,323	2,999	0,708	0,093	0,02	0,0022	Autocurage vérifié
	R49-R50	582,82	581,13	28,5	0,0592	0,0687	0,00029	0,0689	100	171,49	315	289	4,221	0,277	0,249	0,836	0,337	3,528	0,817	0,097	0,02	0,0025	Autocurage vérifié
	R51-R52	589,36	588,07	39,6	0,0325	0,0186	0,00008	0,0187	100	117,64	315	289	3,129	0,205	0,091	0,621	0,204	1,943	0,579	0,059	0,02	0,0020	Autocurage vérifié
	R52-R53	588,07	587,38	20,9	0,0329	0,0285	0,00012	0,0286	100	137,62	315	289	3,148	0,206	0,139	0,689	0,252	2,171	0,590	0,073	0,02	0,0019	Autocurage vérifié
	R54-R53	587,86	587,38	41,8	0,0115	0,0197	0,00008	0,0198	100	146,07	315	289	1,857	0,122	0,162	0,724	0,272	1,345	0,351	0,079	0,01	0,0011	Autocurage vérifié
	R53-R55	587,38	584,92	38,1	0,0645	0,0661	0,00028	0,0664	100	166,39	315	289	4,404	0,289	0,230	0,815	0,323	3,590	0,848	0,093	0,02	0,0026	Autocurage vérifié
	R55-R56	584,92	583,44	39,0	0,0379	0,0845	0,00036	0,0848	100	201,52	315	289	3,377	0,221	0,383	0,928	0,430	3,132	0,678	0,124	0,02	0,0019	Autocurage vérifié
	R56-R50	583,44	581,13	31,7	0,0728	0,0994	0,00042	0,0998	100	189,49	315	289	4,681	0,307	0,325	0,895	0,391	4,188	0,925	0,113	0,03	0,0026	Autocurage vérifié
	R50-R57	581,13	580,12	34,92	0,0289	0,1844	0,00078	0,1852	100	284,13	315	289	2,950	0,193	0,958	1,139	0,774	3,361	0,678	0,224	0,01	0,0011	Autocurage vérifié
	R57-R45	580,12	579,09	34,92	0,0295	0,2008	0,00085	0,2017	100	292,28	315	289	2,979	0,195	1,033	1,146	0,847	3,415	0,696	0,245	0,01	0,0011	Autocurage vérifié
A9	R45-R58	579,09	577,81	51,9	0,0247	0,2296	0,00096	0,2306	100	317,82	400	366	3,189	0,335	0,688	1,073	0,606	3,420	0,688	0,222	0,03	0,0024	Autocurage vérifié
	R58-R59	577,81	577,51	42,1	0,0071	0,2530	0,00104	0,2541	100	416,03	500	459	1,993	0,330	0,771	1,101	0,658	2,194	0,437	0,302	0,03	0,0023	Autocurage vérifié
	R59-R60	577,51	577,31	28,1	0,0071	0,2687	0,00110	0,2698	100	425,75	500	459	1,989	0,329	0,820	1,120	0,689	2,229	0,441	0,316	0,03	0,0022	Autocurage vérifié
	R60-R61	577,31	576,99	43,3	0,0074	0,2927	0,00119	0,2939	100	436,43	500	459	2,029	0,336	0,876	1,136	0,723	2,304	0,454	0,332	0,03	0,0022	Autocurage vérifié
	R61-R62	576,99	576,68	44,0	0,0070	0,3171	0,0012	0,3184	100	453,77	500	459	1,981	0,327	0,971	1,139	0,784	2,258	0,451	0,360	0,03	0,0020	Autocurage vérifié

Coll	Tron	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	l (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 (m)	Qps/10- Qeu	Qps/100- Qeu	Vitesse Autocurage
A9	R62-R63	576,78	576,59	26,53	0,0072	0,3319	0,00133	0,3332	100	460,07	500	459	1,998	0,331	1,008	1,144	0,817	2,287	0,459	0,375	0,03	0,0020	Autocurage vérifie
A10	R64-R65	586,65	584,88	44,58	0,0397	0,0247	0,00009	0,0248	100	126,02	315	289	3,457	0,227	0,110	0,648	0,224	2,240	0,640	0,065	0,02	0,0022	Autocurage vérifie
	R65-R66	584,88	582,95	48,67	0,0397	0,0518	0,00019	0,0519	100	166,24	315	289	3,454	0,226	0,229	0,815	0,323	2,814	0,658	0,093	0,02	0,0021	Autocurage vérifie
	R66-R67	582,95	581,37	42,63	0,0371	0,0754	0,00027	0,0757	100	193,89	315	289	3,340	0,219	0,346	0,906	0,405	3,027	0,654	0,117	0,02	0,0019	Autocurage vérifie
	R67-R68	581,37	580,19	31,5	0,0375	0,0929	0,00033	0,0932	100	209,24	315	289	3,357	0,220	0,424	0,952	0,455	3,195	0,669	0,132	0,02	0,0019	Autocurage vérifie
	R69-R70	582,65	581,32	41,14	0,0323	0,0228	0,00008	0,0229	100	127,09	315	289	3,119	0,204	0,112	0,652	0,227	2,032	0,578	0,065	0,02	0,0020	Autocurage vérifie
	R70-R68	581,32	580,19	34,39	0,0329	0,0419	0,00015	0,0421	100	159,12	315	289	3,144	0,206	0,204	0,783	0,304	2,462	0,596	0,088	0,02	0,0019	Autocurage vérifie
	R71-R72	581,55	580,55	49,58	0,0202	0,0275	0,00010	0,0276	100	148,91	315	289	2,464	0,162	0,171	0,737	0,279	1,815	0,463	0,081	0,01	0,0015	Autocurage vérifie
	R72-R73	580,91	580,19	27,49	0,0262	0,0428	0,00015	0,0429	100	167,30	315	289	2,807	0,184	0,233	0,819	0,326	2,299	0,536	0,094	0,01	0,0017	Autocurage vérifie
	R73-R68	580,55	579,14	27,49	0,0513	0,0580	0,00021	0,0582	100	165,36	315	289	3,929	0,258	0,226	0,811	0,320	3,185	0,748	0,093	0,02	0,0024	Autocurage vérifie
	R68-R74	580,19	577,59	32,98	0,0788	0,2111	0,00076	0,2119	100	247,62	315	289	4,540	0,298	0,712	1,080	0,621	4,902	0,963	0,179	0,02	0,0022	Autocurage vérifie
R74-R63	579,14	575,99	47,62	0,0661	0,2376	0,00086	0,2384	100	267,47	315	289	4,462	0,293	0,815	1,118	0,686	4,990	0,966	0,198	0,02	0,0021	Autocurage vérifie	
A11	R63-R75	577,59	575,99	34,44	0,0465	0,5886	0,00225	0,5908	100	401,65	500	459	4,090	0,676	0,873	1,135	0,722	4,644	0,906	0,331	0,06	0,0045	Autocurage vérifie
	R75-R76	575,99	575,83	34,44	0,0046	0,6077	0,00232	0,6100	100	625,96	630	580	1,881	0,497	1,228	1,690	0,847	3,179	0,446	0,971	0,04	0,0026	Autocurage vérifie
A12	R77-R78	580,52	578,91	45,51	0,0354	0,0253	0,00009	0,0253	100	129,78	315	289	3,263	0,214	0,118	0,661	0,233	2,156	0,605	0,067	0,02	0,0020	Autocurage vérifie
	R78-R76	578,91	577,43	41,65	0,0355	0,0484	0,00017	0,0485	100	165,46	315	289	3,270	0,214	0,226	0,811	0,321	2,653	0,623	0,093	0,02	0,0020	Autocurage vérifie
A13	R76-R79	577,43	575,52	40,07	0,0477	0,6725	0,00257	0,6750	100	420,19	500	459	4,090	0,676	0,998	1,143	0,807	4,674	0,929	0,370	0,06	0,0042	Autocurage vérifie
	R79-R80	575,52	575,28	41,79	0,0057	0,6896	0,00266	0,6922	75	702,62	800	800	1,944	0,977	0,709	1,079	0,619	2,097	0,416	0,495	0,09	0,0071	Autocurage vérifie
A14	R81-R82	580,16	579,25	36,89	0,0247	0,0151	0,00007	0,0152	100	114,52	315	289	2,725	0,179	0,085	0,611	0,196	1,664	0,505	0,057	0,01	0,0017	Autocurage vérifie
	R82-R83	579,25	578,47	30,98	0,0252	0,0278	0,00013	0,0279	100	143,38	315	289	2,753	0,180	0,155	0,713	0,266	1,962	0,522	0,077	0,01	0,0017	Autocurage vérifie
	R84-R85	579,49	578,92	48,33	0,0118	0,0198	0,00010	0,0199	100	145,53	315	289	1,884	0,124	0,161	0,722	0,271	1,360	0,358	0,078	0,01	0,0011	Autocurage vérifie
	R85-R83	578,92	578,47	37,49	0,0120	0,0351	0,00017	0,0353	100	179,90	315	289	1,901	0,125	0,283	0,866	0,361	1,646	0,375	0,104	0,01	0,0011	Autocurage vérifie
	R83-R80	578,47	577,33	45,93	0,0248	0,0816	0,00040	0,0820	100	215,45	315	289	2,733	0,179	0,458	0,974	0,475	2,661	0,569	0,137	0,01	0,0014	Autocurage vérifie
A15	R80-R86	577,33	575,12	29,78	0,0742	0,78338	0,00311	0,78649	100	409,53	500	459	4,726	0,310	0,304	0,881	0,377	4,165	0,940	0,109	0,03	0,0026	Autocurage vérifie
	R86-R87	575,12	574,95	29,78	0,0057	0,79556	0,00317	0,79873	75	666,30	800	800	1,311	0,086	1,240	3,640	0,996	4,771	0,331	0,577	0,00	0,0003	Autocurage vérifie
	R87-R88	574,95	574,8	23,73	0,0063	0,80526	0,00322	0,80849	75	656,66	800	800	1,614	0,170	0,685	1,072	0,604	1,730	0,357	0,221	0,01	0,0011	Autocurage vérifie
	R88-R89	574,8	574,62	38,65	0,0047	0,82107	0,00329	0,8243	75	700,47	800	800	1,386	0,146	0,907	1,139	0,742	1,578	0,324	0,271	0,01	0,0008	Autocurage vérifie
A16	R90-R91	580,32	579,8	27,61	0,0188	0,0113	0,00006	0,0113	100	108,06	315	289	2,381	0,156	0,073	0,589	0,181	1,401	0,439	0,052	0,01	0,0015	Autocurage vérifie
	R91-R92	579,8	577,44	35,95	0,0656	0,0260	0,00013	0,0261	100	116,89	315	289	4,445	0,291	0,090	0,618	0,202	2,748	0,825	0,058	0,02	0,0028	Autocurage vérifie
	R93-R94	578,35	578,32	24,8	0,002	0,0101	0,00005	0,0102	100	173,67	315	289	0,603	0,040	0,258	0,844	0,343	0,509	0,318	0,099	0,00	0,0003	Autocurage vérifie

Coll	Tron	CR <sub>am</sub> (m)	CR <sub>av</sub> (m)	Dist (m)	l (m/m)	Q <sub>pl</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>eu</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>t</sub> (m <sup>3</sup> /s)	K <sub>s</sub>	D <sub>cal</sub> (mm)	D <sub>nor</sub> (mm)	D <sub>int</sub> (mm)	V <sub>ps</sub> (m/s)	Q <sub>ps</sub> (m <sup>3</sup> /s)	R <sub>q</sub>	R <sub>v</sub>	R <sub>h</sub>	V (m/s)	V <sub>min</sub> (m/s)	H (m)	Q <sub>ps</sub> /10- Q <sub>eu</sub>	Q <sub>ps</sub> /100- Q <sub>eu</sub>	Vitesse Autocurage
A16	R94-R95	578,32	577,97	44,46	0,0079	0,0283	0,00014	0,0285	100	179,67	315	289	1,539	0,101	0,282	0,865	0,361	1,332	0,304	0,104	0,01	0,0009	Autocurage vérifié
	R95-R96	577,97	577,63	43,87	0,0078	0,0463	0,00023	0,0465	100	216,60	315	289	1,527	0,100	0,464	0,978	0,479	1,493	0,318	0,138	0,01	0,0008	Autocurage vérifié
	R96-R92	577,63	577,44	25,49	0,0075	0,0567	0,00028	0,0570	100	235,46	315	289	1,498	0,098	0,580	1,041	0,543	1,559	0,323	0,157	0,01	0,0007	Autocurage vérifié
	R92-R89	577,44	576,9	42,2	0,0128	0,1000	0,00049	0,1004	100	263,18	315	289	1,962	0,129	0,781	1,105	0,665	2,168	0,445	0,192	0,01	0,0008	Autocurage vérifié
A17	R89-R97	576,9	574,31	54,58	0,0475	0,94335	0,00389	0,94724	100	477,52	500	459	3,779	0,248	1,029	1,146	0,843	4,332	0,910	0,244	0,02	0,0012	Autocurage vérifié
	R97-R98	574,31	574,18	27,07	0,0048	0,95442	0,00395	0,95837	75	736,91	800	800	1,636	0,271	0,983	1,141	0,794	1,867	0,390	0,364	0,02	0,0014	Autocurage vérifié
	R98-R99	574,18	574,06	27,07	0,0044	0,96549	0,00400	0,96950	75	751,30	800	800	1,572	0,260	1,066	1,126	0,904	1,770	0,382	0,415	0,02	0,0013	Autocurage vérifié
	R99-R100	574,06	573,77	40,65	0,0071	0,98212	0,00408	0,98620	75	691,59	800	800	1,995	0,330	0,891	1,138	0,732	2,269	0,465	0,336	0,03	0,0019	Autocurage vérifié
	R100-R101	573,77	573,66	24,56	0,0045	0,99216	0,00413	0,99630	75	757,56	800	800	1,580	0,261	1,163	2,850	0,973	4,504	0,392	0,584	0,02	0,0011	Autocurage vérifié
A18	R102-R101	575,35	574,42	37,03	0,0251	0,0151	0,00007	0,0152	100	114,29	315	289	2,749	0,180	0,084	0,610	0,196	1,677	0,509	0,057	0,01	0,0017	Autocurage vérifié
A19	R101-R103	574,42	573,4	43,39	0,0235	1,02505	0,00429	1,02935	100	561,98	630	580	3,113	0,327	1,030	1,146	0,843	3,569	0,750	0,309	0,03	0,0016	Autocurage vérifié
A20	R104-R105	578,26	577,35	32,65	0,0279	0,0188	0,00007	0,0188	100	121,42	315	289	2,896	0,190	0,099	0,633	0,213	1,833	0,534	0,062	0,01	0,0018	Autocurage vérifié
	R105-R106	577,35	576,43	32,65	0,0282	0,0375	0,00013	0,0377	100	157,14	315	289	2,912	0,191	0,197	0,774	0,299	2,254	0,550	0,086	0,01	0,0018	Autocurage vérifié
	R106-R103	576,43	575,92	18,26	0,0279	0,0480	0,00017	0,0482	100	172,65	315	289	2,899	0,190	0,254	0,840	0,340	2,437	0,555	0,098	0,01	0,0017	Autocurage vérifié
A21	R103-R107	575,92	572,26	32,89	0,1113	1,09201	0,00452	1,09654	100	492,95	500	459	4,790	0,314	1,287	0,968	0,916	4,637	1,205	0,811	0,03	0,0013	Autocurage vérifié
	R107-R108	572,26	571,84	32,89	0,0128	1,11092	0,00459	1,11552	75	649,40	800	800	2,668	0,441	0,959	1,139	0,775	3,041	0,624	0,356	0,04	0,0025	Autocurage vérifié
	R108-R109	571,84	570,75	47,26	0,0231	1,13810	0,00469	1,14279	100	586,55	630	580	3,586	0,593	0,760	1,096	0,651	3,932	0,798	0,299	0,05	0,0039	Autocurage vérifié
	R109-R110	570,75	569,76	39,7	0,0249	1,16093	0,00476	1,16569	100	582,34	630	580	3,729	0,617	0,768	1,100	0,656	4,100	0,830	0,301	0,06	0,0041	Autocurage vérifié
	R110-R111	569,76	568,78	50,06	0,0196	1,18971	0,00486	1,19458	100	614,99	630	580	3,304	0,546	0,919	1,139	0,749	3,764	0,760	0,344	0,05	0,0033	Autocurage vérifié
	R111-R112	568,78	567,82	34,05	0,0282	1,20929	0,00493	1,21423	100	577,86	630	580	3,965	0,656	0,796	1,111	0,674	4,405	0,885	0,310	0,06	0,0043	Autocurage vérifié
	R112-R113	567,82	566,82	34,72	0,0288	1,22925	0,00500	1,23426	100	579,10	630	580	4,008	0,663	0,818	1,119	0,688	4,486	0,898	0,316	0,06	0,0043	Autocurage vérifié
	R113-R114	566,82	565,83	37,51	0,0264	1,25082	0,00508	1,25590	100	592,51	630	580	3,836	0,634	0,888	1,138	0,731	4,364	0,872	0,335	0,06	0,0039	Autocurage vérifié
R114-R115	565,83	565,51	18,39	0,0174	1,26139	0,00511	1,26651	75	642,67	800	800	3,115	0,515	1,115	0,890	0,038	2,774	0,742	0,476	0,04	0,0027	Autocurage vérifié	
A22	R116-R117	567,87	566,9	48,45	0,0200	0,0279	0,00010	0,0280	100	149,80	315	289	2,455	0,161	0,174	0,741	0,281	1,818	0,461	0,081	0,01	0,0015	Autocurage vérifié
	R117-R118	566,9	566,33	43,77	0,0130	0,0530	0,00018	0,0532	100	206,71	315	289	1,980	0,130	0,410	0,943	0,447	1,868	0,392	0,129	0,01	0,0011	Autocurage vérifié
	R118-R115	566,33	565,81	40,53	0,0128	0,0763	0,00027	0,0766	100	237,63	315	289	1,965	0,129	0,595	1,047	0,551	2,056	0,405	0,159	0,01	0,0010	Autocurage vérifié
A23	R115-R119	565,81	564,87	25,81	0,0364	1,35257	0,00543	1,35800	100	574,38	630	580	4,060	0,671	0,992	1,142	0,801	4,636	0,938	0,368	0,06	0,0039	Autocurage vérifié

Coll	Tron	CR <sub>am</sub> (m)	CR <sub>av</sub> (m)	Dist (m)	l (m/m)	Q <sub>pl</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>eu</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Qt (m <sup>3</sup> /s)	Ks	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Dint (mm)	Vps (m/s)	Qps (m <sup>3</sup> /s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	Vmin (m/s)	H (m)	Q <sub>ps</sub> /10- Q <sub>eu</sub>	Q <sub>ps</sub> /100- Q <sub>eu</sub>	Vitesse Autocurage
A23	R119-R120	564,87	564,28	42,9	0,0137	1,35257	0,00543	1,35800	75	689,57	800	800	3,235	0,854	0,779	1,104	0,664	3,572	0,713	0,385	0,08	0,0058	Autocurage vérifie
	R120-R121	564,28	563,75	42,9	0,0123	1,35257	0,00543	1,35800	75	703,58	800	800	3,066	0,810	0,822	1,121	0,691	3,438	0,683	0,401	0,07	0,0053	Autocurage vérifie
	R121-R122	563,75	563,3	32,4	0,0139	1,35257	0,00543	1,35800	75	688,22	800	800	3,252	0,859	0,775	1,103	0,661	3,586	0,716	0,384	0,08	0,0058	Autocurage vérifie
	R122-R123	563,3	562,9	32,4	0,0123	1,35257	0,00543	1,35800	75	703,59	800	800	3,066	0,810	0,822	1,121	0,691	3,438	0,683	0,401	0,07	0,0053	Autocurage vérifie
	R123-R124	562,9	562,27	48,5	0,0130	1,35257	0,00543	1,35800	75	696,98	800	800	3,144	0,830	0,802	1,113	0,678	3,501	0,697	0,393	0,08	0,0055	Autocurage vérifie
	R124-R125	562,27	561,62	48,54	0,0134	1,35257	0,00543	1,35800	75	692,91	800	800	3,194	0,843	0,789	1,108	0,670	3,540	0,706	0,389	0,08	0,0057	Autocurage vérifie
	R125-R126	561,62	561	49,2	0,0126	1,35257	0,00543	1,35800	75	700,95	800	800	3,097	0,818	0,814	1,118	0,686	3,463	0,688	0,398	0,07	0,0054	Autocurage vérifie
	R126-R127	561	560,33	49,2	0,0136	1,35257	0,00543	1,35800	75	690,83	800	800	3,220	0,850	0,783	1,106	0,666	3,560	0,711	0,386	0,08	0,0057	Autocurage vérifie
	R127-R128	560,33	559,86	34,6	0,0136	1,35257	0,00543	1,35800	75	691,13	800	800	3,216	0,849	0,784	1,106	0,667	3,557	0,710	0,387	0,08	0,0057	Autocurage vérifie
	R128-R129	559,86	559,33	41,6	0,0127	1,35257	0,00543	1,35800	75	699,41	800	800	3,115	0,823	0,809	1,116	0,683	3,477	0,692	0,396	0,07	0,0054	Autocurage vérifie
	R129-R130	559,33	558,77	43,5	0,0129	1,35257	0,00543	1,35800	75	698,14	800	800	3,130	0,827	0,805	1,115	0,680	3,490	0,694	0,395	0,08	0,0055	Autocurage vérifie
	R130-R131	558,77	558,11	39,9	0,0165	1,35257	0,00543	1,35800	75	666,09	800	800	3,548	0,937	0,711	1,079	0,620	3,829	0,770	0,360	0,09	0,0066	Autocurage vérifie
	R131-R132	558,11	557,84	29,0	0,0093	1,35257	0,00543	1,35800	75	742,16	800	800	2,659	0,702	0,948	1,139	0,767	3,030	0,609	0,445	0,06	0,0042	Autocurage vérifie
R132-R133	557,84	557,26	32,3	0,0179	1,35257	0,00543	1,35800	75	655,94	800	800	3,697	0,976	0,682	1,071	0,602	3,960	0,797	0,349	0,09	0,0070	Autocurage vérifie	
B1	R134-R135	577,41	576,62	37,0	0,0213	0,0213	0,00007	0,0214	100	133,85	315	289	2,533	0,166	0,129	0,675	0,243	1,711	0,471	0,070	0,01	0,0016	Autocurage vérifie
	R135-R136	576,62	575,83	36,8	0,0214	0,0425	0,00015	0,0426	100	173,22	315	289	2,541	0,167	0,256	0,843	0,342	2,141	0,486	0,099	0,01	0,0015	Autocurage vérifie
	R136-R137	575,83	574,78	48,7	0,0215	0,0705	0,00025	0,0707	100	209,28	315	289	2,546	0,167	0,424	0,952	0,455	2,424	0,506	0,132	0,01	0,0014	Autocurage vérifie
	R137-R138	574,78	574,42	46,7	0,0077	0,0974	0,00034	0,0977	100	286,45	315	289	1,523	0,100	0,979	1,140	0,790	1,737	0,338	0,228	0,01	0,0007	Autocurage vérifie
	R138-R139	574,42	574,22	31,0	0,0064	0,1152	0,00040	0,1156	100	315,64	400	366	1,629	0,171	0,675	1,069	0,598	1,741	0,341	0,219	0,01	0,0013	Autocurage vérifie
	R139-R140	574,22	573,96	35,8	0,0072	0,1359	0,00047	0,1363	100	328,34	400	366	1,729	0,182	0,750	1,093	0,645	1,889	0,368	0,236	0,01	0,0013	Autocurage vérifie
	R140-R141	573,96	572,55	45,4	0,0311	0,1620	0,00056	0,1625	100	266,97	315	289	3,057	0,200	0,811	1,117	0,684	3,414	0,658	0,198	0,01	0,0014	Autocurage vérifie
	R141-R142	572,55	571,15	46,1	0,0303	0,1885	0,00066	0,1892	100	283,86	315	366	3,536	0,372	0,509	1,006	0,504	3,556	0,716	0,184	0,03	0,0031	Autocurage vérifie
R142-R143	571,15	571,04	47,2	0,0023	0,2157	0,00075	0,2165	100	483,20	500	459	1,139	0,188	1,149	0,286	0,990	0,326	0,361	0,546	0,01	0,0011	Autocurage vérifie	
B2	R144-R145	571,04	570,98	50,8	0,002	0,0292	0,00010	0,0293	100	259,35	315	289	0,596	0,039	0,751	1,093	0,646	0,651	0,327	0,187	0,01	0,0003	Autocurage vérifie
	R145-R143	570,98	569,72	47,3	0,0266	0,0564	0,00020	0,0566	100	185,03	315	289	2,831	0,186	0,305	0,882	0,377	2,497	0,548	0,109	0,01	0,0017	Autocurage vérifie
B3	R143-R146	569,72	568,54	38,6	0,0306	0,2944	0,00102	0,2954	100	335,01	400	366	3,549	0,373	0,791	1,109	0,672	3,937	0,761	0,246	0,03	0,0027	Autocurage vérifie
	R146-R147	568,54	568,06	32,2	0,0149	0,3129	0,00109	0,3140	100	392,26	400	366	2,477	0,260	1,205	1,930	0,602	4,781	0,573	0,586	0,02	0,0015	Autocurage vérifie
	R147-R148	568,06	567,63	28,0	0,0153	0,3290	0,00114	0,3302	100	397,51	400	366	2,514	0,264	1,249	1,605	0,927	4,035	0,586	0,778	0,02	0,0015	Autocurage vérifie
R148-R149	567,63	567,02	40,45	0,0151	0,3523	0,00123	0,3535	100	409,08	500	459	2,900	0,480	0,737	1,088	0,637	3,155	0,615	0,292	0,04	0,0036	Autocurage vérifie	
B4	R150-R151	588,48	586,98	49,3	0,0304	0,0189	0,00010	0,0190	100	119,89	315	289	3,026	0,198	0,096	0,628	0,209	1,900	0,564	0,060	0,02	0,0019	Autocurage vérifie
	R151-R152	586,98	584,34	45,1	0,0585	0,0363	0,00019	0,0365	100	135,37	315	289	4,194	0,275	0,133	0,681	0,246	2,856	0,792	0,071	0,02	0,0026	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 (m)	Qps/10- Qeu	Qps/100- Qeu	Vitesse Autocurage
B4	R152-R153	584,34	583,95	30,87	0,0126	0,0481	0,00025	0,0484	100	200,59	315	289	1,950	0,128	0,378	0,925	0,427	1,803	0,399	0,123	0,01	0,0010	Autocurage vérifié
	R153-R154	583,95	583,55	30,92	0,0129	0,0600	0,00031	0,0603	100	216,92	315	289	1,973	0,129	0,466	0,979	0,480	1,932	0,415	0,139	0,01	0,0010	Autocurage vérifié
	R154-R155	583,55	583,21	26,5	0,0128	0,0702	0,00037	0,0705	100	230,40	315	289	1,965	0,129	0,548	1,027	0,525	2,018	0,424	0,152	0,01	0,0009	Autocurage vérifié
	R155-R156	583,21	582,85	28,18	0,0127	0,0809	0,0004	0,0813	100	243,32	315	289	1,96	0,128	0,633	1,058	0,573	2,075	0,433	0,166	0,01	0,0009	Autocurage vérifié
	R157-R158	587,36	586,12	27,69	0,0447	0,0106	0,0003	0,0106	100	89,82	315	289	3,67	0,24	0,044	0,512	0,142	1,878	0,672	0,041	0,02	0,0024	Autocurage vérifié
	R158-R159	586,12	584,92	36,51	0,0328	0,0246	0,0001	0,0247	100	130,47	315	289	3,144	0,206	0,120	0,663	0,235	2,085	0,591	0,068	0,02	0,0019	Autocurage vérifié
	R159-R160	584,92	583,91	30,51	0,0331	0,0363	0,0001	0,0364	100	150,74	315	289	3,156	0,206	0,177	0,745	0,283	2,351	0,605	0,082	0,02	0,0019	Autocurage vérifié
	R160-R156	583,91	582,85	30,51	0,0347	0,048	0,0002	0,0482	100	165,88	315	289	3,233	0,211	0,228	0,813	0,322	2,629	0,631	0,093	0,02	0,0019	Autocurage vérifié
	R156-R161	582,85	582,44	32,71	0,0125	0,1416	0,0007	0,1423	100	301,13	315	289	1,942	0,127	1,118	0,854	0,951	1,659	0,485	0,304	0,01	0,0005	Autocurage vérifié
	R161-R162	582,44	582,22	32,71	0,0067	0,1542	0,0008	0,155	100	349,37	400	366	1,665	0,175	0,885	1,137	0,729	1,894	0,393	0,267	0,01	0,0009	Autocurage vérifié
	R163-R164	586,16	584,82	39,03	0,0343	0,0149	0,0009	0,0149	100	107,37	315	289	3,214	0,21	0,071	0,586	0,180	1,884	0,594	0,052	0,02	0,0020	Autocurage vérifié
	R164-R165	584,82	583,81	44,04	0,0229	0,0318	0,0001	0,0319	100	153,74	315	289	2,627	0,172	0,186	0,759	0,291	1,993	0,505	0,084	0,01	0,0016	Autocurage vérifié
	R165-R162	583,81	582,02	37,26	0,048	0,0462	0,0002	0,0464	100	153,78	315	289	3,802	0,249	0,186	0,759	0,291	2,885	0,732	0,084	0,02	0,0023	Autocurage vérifié
	R162-R166	582,02	581,08	47,81	0,0196	0,2187	0,0011	0,2198	100	325,76	400	366	2,847	0,299	0,734	1,087	0,635	3,095	0,646	0,232	0,02	0,0019	Autocurage vérifié
	R167-R168	585,12	583,76	38,23	0,0355	0,0146	0,0001	0,0146	100	105,83	315	289	3,271	0,214	0,069	0,581	0,176	1,900	0,604	0,051	0,02	0,0021	Autocurage vérifié
	R168-R169	583,76	582,41	30,12	0,0448	0,0262	0,0001	0,0263	100	126,02	315	289	3,672	0,24	0,110	0,648	0,224	2,380	0,688	0,065	0,02	0,0023	Autocurage vérifié
	R169-R166	582,41	581,08	37,5	0,0354	0,0406	0,0002	0,0408	100	155,15	315	289	3,266	0,214	0,191	0,765	0,294	2,499	0,630	0,085	0,02	0,00193	Autocurage vérifié
	R166-R170	581,08	580,12	49,63	0,0193	0,2784	0,0014	0,2799	100	357,7	400	366	2,824	0,296	0,943	1,139	0,764	3,218	0,676	0,280	0,02	0,00152	Autocurage vérifié
	R171-R172	583,83	582,49	40,66	0,0329	0,0156	0,0001	0,0156	100	109,87	315	289	3,149	0,206	0,076	0,595	0,185	1,874	0,583	0,054	0,02	0,00198	Autocurage vérifié
	R172-R173	582,49	581,11	42,06	0,0328	0,0317	0,0001	0,0319	100	143,52	315	289	3,142	0,206	0,155	0,713	0,266	2,242	0,598	0,077	0,02	0,00189	Autocurage vérifié
R173-R170	581,11	580,12	30,44	0,0325	0,0434	0,0002	0,0436	100	161,69	315	289	3,128	0,205	0,213	0,795	0,311	2,486	0,607	0,090	0,02	0,00182	Autocurage vérifié	
R170-R174	580,12	579,27	43,58	0,020	0,339	0,002	0,340	100	384,34	400	366	2,836	0,298	1,142	0,472	0,952	1,338	0,712	0,421	0,02	0,00122	Autocurage vérifié	
R174-R175	579,27	579,02	12,7	0,020	0,344	0,002	0,345	100	385,74	400	366	2,849	0,300	1,153	0,184	0,910	0,524	0,717	0,443	0,02	0,00121	Autocurage vérifié	
B5	R176-R177	593,05	592,03	28,44	0,036	0,016	0,0008	0,016	100	108,88	315	289	3,285	0,215	0,074	0,592	0,183	1,943	0,603	0,053	0,02	0,00210	Autocurage vérifié
	R177-R178	592,03	589,91	48,36	0,044	0,043	0,0009	0,043	100	152,2	315	289	3,632	0,238	0,181	0,752	0,287	2,730	0,684	0,083	0,02	0,00223	Autocurage vérifié
	R179-R180	592,36	592,09	17,06	0,016	0,010	0,0008	0,010	100	104,803	315	289	2,182	0,143	0,067	0,577	0,174	1,259	0,400	0,050	0,01	0,00140	Autocurage vérifié
	R180-R181	592,09	591,68	25,54	0,016	0,024	0,0009	0,024	100	147,316	315	289	2,198	0,144	0,166	0,730	0,275	1,604	0,412	0,080	0,01	0,00136	Autocurage vérifié
	R182-R181	592,32	591,68	20,48	0,031	0,011	0,0006	0,012	100	98,793	315	289	3,067	0,201	0,057	0,553	0,160	1,695	0,560	0,046	0,02	0,00197	Autocurage vérifié
	R181-R183	591,68	590,92	48,8	0,016	0,063	0,0008	0,063	100	212,800	315	289	2,165	0,142	0,44	0,964	0,467	2,087	0,433	0,135	0,01	0,00120	Autocurage vérifié
	R183-R178	590,92	589,91	38,53	0,026	0,084	0,0009	0,085	100	215,660	315	289	2,809	0,184	0,459	0,974	0,476	2,737	0,564	0,138	0,01	0,00154	Autocurage vérifié
	R178-R184	589,91	589,1	51,48	0,016	0,156	0,001	0,157	100	299,072	315	289	2,176	0,143	1,098	1,023	0,982	2,225	0,497	0,284	0,01	0,00087	Autocurage vérifié

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 (m)	Qps/10- Qeu	Qps/100- Qeu	Vitesse Autocurage
B5	R185-R186	592,25	591,94	17,19	0,018	0,010	0,0009	0,010	100	102,560	315	289	2,330	0,153	0,063	0,568	0,169	1,324	0,426	0,049	0,01	0,001	Autocurage vérifié
	R186-R187	591,94	591,45	37,9	0,013	0,031	0,0009	0,031	100	168,947	315	289	1,972	0,129	0,239	0,826	0,330	1,629	0,377	0,095	0,01	0,001	Autocurage vérifié
	R187-R188	591,45	590,8	27,35	0,024	0,046	0,0008	0,046	100	175,317	315	289	2,674	0,175	0,264	0,850	0,348	2,274	0,514	0,101	0,01	0,002	Autocurage vérifié
	R188-R189	590,8	589,62	49,12	0,024	0,074	0,0009	0,074	100	208,483	315	289	2,689	0,17	0,419	0,949	0,453	2,552	0,535	0,131	0,01	0,001	Autocurage vérifié
	R189-R190	589,62	589,57	41,9	0,001	0,097	0,0009	0,097	100	406,044	500	459	0,816	0,135	0,723	1,083	0,628	0,883	0,372	0,288	0,01	0,001	Autocurage vérifié
	R190-R184	589,57	589,1	36,3	0,013	0,117	0,0009	0,118	100	278,853	315	289	1,974	0,12	0,911	1,139	0,744	2,248	0,435	0,215	0,01	0,001	Autocurage vérifié
	R184-R191	589,1	588,85	35,24	0,007	0,293	0,001	0,294	100	439,920	500	459	1,989	0,32	0,895	1,138	0,734	2,264	0,437	0,337	0,03	0,002	Autocurage vérifié
	R191-R192	588,85	588,21	34,12	0,019	0,312	0,001	0,313	100	375,386	400	366	2,781	0,292	1,07	1,116	0,916	3,105	0,632	0,335	0,02	0,002	Autocurage vérifié
	R192-R196	588,21	587,26	50,19	0,019	0,340	0,001	0,342	100	387,054	400	366	2,794	0,294	1,16	1,01	0,971	2,810	0,645	0,465	0,02	0,002	Autocurage vérifié
	R197-R198	588,61	588,1	42,9	0,012	0,024	0,0009	0,024	100	156,262	315	289	1,891	0,124	0,194	0,770	0,297	1,457	0,357	0,086	0,01	0,001	Autocurage vérifié
	R198-R199	588,1	587,74	36,73	0,010	0,045	0,0009	0,045	100	204,317	315	289	1,717	0,113	0,397	0,936	0,439	1,607	0,340	0,127	0,01	0,001	Autocurage vérifié
	R199-R196	587,74	587,26	30,33	0,016	0,062	0,0008	0,062	100	210,788	315	289	2,182	0,143	0,43	0,957	0,460	2,088	0,436	0,133	0,01	0,001	Autocurage vérifié
	R196-R200	587,26	586,26	52,28	0,019	0,431	0,002	0,433	100	422,122	500	459	3,266	0,540	0,801	1,113	0,678	3,635	0,705	0,311	0,05	0,004	Autocurage vérifié
	R200-R201	586,26	585,66	48,23	0,012	0,458	0,002	0,460	100	468,123	500	459	2,634	0,436	1,056	1,138	0,884	2,997	0,597	0,406	0,04	0,003	Autocurage vérifié
	R202-R201	585,66	585,34	39,95	0,008	0,022	0,0008	0,022	100	163,834	315	289	1,553	0,102	0,221	0,804	0,316	1,248	0,395	0,091	0,01	0,001	Autocurage vérifié
	R201-R203	585,34	584,41	48,79	0,019	0,508	0,002	0,510	100	449,135	500	459	3,260	0,539	0,946	1,139	0,766	3,714	0,723	0,351	0,05	0,004	Autocurage vérifié
	R204-R203	584,67	584,41	33,19	0,008	0,019	0,0007	0,019	100	153,470	315	289	1,535	0,101	0,185	0,757	0,290	1,163	0,389	0,084	0,01	0,001	Autocurage vérifié
	R203-R205	584,41	583,41	39,78	0,025	0,549	0,002	0,551	100	438,977	500	459	3,744	0,619	0,890	1,138	0,731	4,259	0,822	0,336	0,06	0,004	Autocurage vérifié
	R205-R206	583,41	582,84	35,86	0,016	0,569	0,002	0,571	100	484,864	500	459	2,977	0,492	1,160	1,011	0,950	3,011	0,687	0,574	0,04	0,003	Autocurage vérifié
	R206-R207	582,84	582,28	35,86	0,016	0,589	0,002	0,591	100	492,845	500	459	2,951	0,488	1,211	0,987	0,662	2,913	0,687	0,763	0,04	0,003	Autocurage vérifié
	R207-R208	582,28	581,57	37,03	0,019	0,603	0,002	0,605	100	478,508	500	459	3,270	0,541	1,120	0,837	0,056	2,738	0,751	0,485	0,05	0,003	Autocurage vérifié
R209-R208	582,28	581,22	40,93	0,026	0,016	0,000	0,016	100	115,242	315	289	2,792	0,183	0,086	0,613	0,198	1,711	0,519	0,057	0,01	0,002	Autocurage vérifié	
R208-R210	581,57	581,22	33,18	0,011	0,632	0,002	0,634	100	544,586	630	580	2,835	0,74	0,847	1,129	0,706	3,201	0,620	0,409	0,07	0,005	Autocurage vérifié	
R210-R211	581,22	580,83	37,28	0,010	0,646	0,002	0,648	100	550,044	630	580	2,823	0,745	0,870	1,135	0,720	3,203	0,621	0,417	0,07	0,005	Autocurage vérifié	
R211-R175	580,83	579,02	40,88	0,044	0,662	0,002	0,664	100	423,476	500	459	3,970	0,657	1,012	1,145	0,821	4,545	0,900	0,377	0,06	0,004	Autocurage vérifié	
B6	R175-R212	579,02	578,39	33,79	0,019	1,018	0,004	1,023	75	652,197	800	800	3,502	1,760	0,58	1,042	0,543	3,648	0,739	0,434	0,17	0,013	Autocurage vérifié
	R212-R213	578,39	577,77	33,79	0,018	1,033	0,004	1,038	100	590,525	630	580	3,739	0,987	1,051	1,141	0,876	4,267	0,877	0,508	0,09	0,005	Autocurage vérifié
	R213-R214	577,77	576,94	45,22	0,018	1,054	0,004	1,058	100	594,814	630	580	3,739	0,987	1,072	1,117	0,915	4,176	0,882	0,531	0,09	0,005	Autocurage vérifié
	R214-R215	576,94	576,17	42,11	0,018	1,073	0,0057	1,077	100	599,219	630	580	3,732	0,986	1,093	1,048	0,968	3,912	0,884	0,562	0,09	0,005	Autocurage vérifié

Coll	Tron	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	l (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 (m)	Qps/10- Qeu	Qps/100- Qeu	Vitesse Autocurage
B6	R215-R216	576,17	575,33	45,85	0,018	1,093	0,005	1,098	100	603,289	630	580	3,736	0,987	1,113	0,909	0,031	3,396	0,889	0,598	0,09	0,005	Autocurage vérifié
	R216-R217	575,33	574,54	42,86	0,018	1,112	0,005	1,117	100	606,560	630	580	3,747	0,990	1,129	0,708	0,940	2,652	0,894	0,635	0,09	0,005	Autocurage vérifié
	R217-R218	574,54	573,87	36,67	0,018	1,129	0,005	1,134	100	610,916	630	580	3,731	0,985	1,151	0,239	0,991	0,890	0,894	0,696	0,09	0,005	Autocurage vérifié
	R218-R219	573,87	573,2	36,67	0,018	1,145	0,005	1,150	100	614,243	630	580	3,731	0,985	1,16	0,765	0,900	2,854	0,898	0,754	0,09	0,005	Autocurage vérifié
B7	R220-R221	581,17	580,88	26,64	0,011	0,012	0,000	0,012	100	122,347	315	289	1,810	0,119	0,101	0,636	0,215	1,151	0,336	0,062	0,01	0,001	Autocurage vérifié
	R221-R222	580,88	580,65	20,76	0,011	0,021	0,009	0,031	100	173,268	315	289	1,826	0,120	0,256	0,843	0,342	1,539	1,094	0,099	0,01	0,008	Autocurage vérifié
	R222-R223	580,65	580,31	31,79	0,011	0,036	0,009	0,045	100	201,408	315	289	1,794	0,118	0,383	0,927	0,430	1,664	1,081	0,124	0,01	0,008	Autocurage vérifié
	R223-R224	580,31	580,08	20,71	0,011	0,045	0,009	0,054	100	214,648	315	289	1,828	0,120	0,453	0,971	0,473	1,774	1,098	0,137	0,01	0,008	Autocurage vérifié
	R224-R225	580,08	578,91	35,66	0,033	0,061	0,010	0,070	100	193,083	315	289	3,142	0,206	0,34	0,904	0,403	2,841	1,630	0,116	0,01	0,007	Autocurage vérifié
	R225-R226	578,91	578,33	17,81	0,033	0,069	0,010	0,078	100	201,346	315	289	3,130	0,205	0,382	0,927	0,429	2,902	1,628	0,124	0,01	0,008	Autocurage vérifié
	R226-R227	578,33	577,36	29,64	0,033	0,082	0,010	0,092	100	213,387	315	289	3,138	0,206	0,446	0,966	0,469	3,032	1,634	0,135	0,01	0,008	Autocurage vérifié
	R227-R228	577,36	576,38	29,64	0,033	0,095	0,010	0,105	100	224,114	315	289	3,154	0,207	0,509	1,006	0,504	3,172	1,643	0,146	0,01	0,008	Autocurage vérifié
	R228-R229	576,38	575,39	30,43	0,033	0,109	0,010	0,119	100	235,373	315	289	3,129	0,205	0,580	1,041	0,542	3,257	1,637	0,157	0,01	0,008	Autocurage vérifié
	R229-R219	575,39	574,44	30,43	0,031	0,123	0,010	0,133	100	247,118	315	289	3,065	0,201	0,660	1,065	0,589	3,265	1,617	0,170	0,01	0,008	Autocurage vérifié
B8	R219-R230	574,44	572,34	46,84	0,045	1,289	0,015	1,304	100	544,098	630	580	4,320	1,141	1,143	1,070	0,959	4,622	1,392	0,672	0,09	0,003	Autocurage vérifié
B9	R231-R232	576,76	575,24	49,43	0,031	0,022	0,0007	0,022	100	126,971	315	289	3,042	0,199	0,112	0,651	0,226	1,981	0,567	0,065	0,02	0,002	Autocurage vérifié
	R232-R233	575,24	573,75	48,28	0,031	0,044	0,0009	0,044	100	163,829	315	289	3,047	0,200	0,221	0,804	0,316	2,451	0,587	0,091	0,02	0,002	Autocurage vérifié
	R233-R230	573,75	572,34	45,8	0,031	0,064	0,0009	0,065	100	189,319	315	289	3,044	0,200	0,324	0,894	0,391	2,721	0,604	0,113	0,02	0,002	Autocurage vérifié
B10	R230-R234	572,34	571,44	33,31	0,027	1,354	0,015	1,369	100	609,348	630	580	4,537	1,198	1,143	0,441	0,958	2,000	1,448	0,672	0,10	0,003	Autocurage vérifié
	R234-R235	571,44	570,37	39,54	0,027	1,372	0,015	1,387	100	612,132	630	580	4,540	1,199	1,157	0,050	0,834	0,228	1,452	0,716	0,10	0,003	Autocurage vérifié
	R235-R236	570,37	569,28	40	0,027	1,390	0,015	1,405	100	614,304	630	580	4,556	1,203	1,168	0,530	0,702	2,415	1,458	0,755	0,10	0,003	Autocurage vérifié
	R236-R237	569,28	568,9	40	0,009	1,408	0,015	1,423	75	837,762	1000	1000	2,901	2,277	0,625	1,056	0,568	3,064	0,756	0,568	0,21	0,007	Autocurage vérifié
	R237-R238	568,9	568,51	41,29	0,009	1,426	0,016	1,442	75	842,767	1000	1000	2,893	2,271	0,635	1,059	0,574	3,063	0,755	0,574	0,21	0,007	Autocurage vérifié
R238-R239	568,51	568,05	48,14	0,010	1,448	0,016	1,464	75	845,664	1000	1000	2,909	2,284	0,641	1,060	0,577	3,085	0,760	0,577	0,21	0,007	Autocurage vérifié	
B11	R240-R241	572,54	571,92	34	0,018	0,015	0,0009	0,015	100	121,707	315	289	2,343	0,154	0,100	0,634	0,214	1,485	0,435	0,062	0,01	0,001	Autocurage vérifié
	R241-R242	571,92	571,34	31,96	0,018	0,030	0,0008	0,030	100	156,182	315	289	2,337	0,153	0,194	0,770	0,297	1,799	0,447	0,086	0,01	0,001	Autocurage vérifié
	R242-R243	571,34	571,01	18,54	0,018	0,038	0,0007	0,038	100	172,009	315	289	2,314	0,152	0,251	0,838	0,339	1,939	0,450	0,098	0,01	0,001	Autocurage vérifié
	R243-R244	571,01	570,7	46,84	0,007	0,059	0,0008	0,059	100	244,309	315	289	1,411	0,093	0,640	1,060	0,577	1,496	0,304	0,167	0,01	0,001	Autocurage vérifié
	R245-R246	570,7	570,4	45,22	0,007	0,020	0,0009	0,020	100	163,717	315	289	1,413	0,093	0,220	0,804	0,316	1,135	0,372	0,091	0,01	0,001	Autocurage vérifié
	R246-R244	570,4	570,16	37,91	0,006	0,037	0,0009	0,037	100	207,523	315	289	1,380	0,090	0,414	0,946	0,449	1,306	0,381	0,130	0,01	0,001	Autocurage vérifié
	R244-R247	570,16	569,59	31	0,018	0,110	0,0008	0,111	100	255,026	315	289	2,352	0,154	0,718	1,082	0,624	2,544	0,517	0,180	0,01	0,001	Autocurage vérifié

Coll	Tron	CR <sub>am</sub> (m)	CR <sub>av</sub> (m)	Dist (m)	l (m/m)	Q <sub>pl</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>eu</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>t</sub> (m <sup>3</sup> /s)	K <sub>s</sub>	D <sub>cal</sub> (mm)	D <sub>nor</sub> (mm)	D <sub>int</sub> (mm)	V <sub>ps</sub> (m/s)	Q <sub>ps</sub> (m <sup>3</sup> /s)	R <sub>q</sub>	R <sub>v</sub>	R <sub>h</sub>	V (m/s)	V <sub>min</sub> (m/s)	H (m)	Q <sub>ps</sub> /10- Q <sub>eu</sub>	Q <sub>ps</sub> /100- Q <sub>eu</sub>	Vitesse Autocurage
B11	R247-R248	569,59	569	31,6	0,019	0,124	0,001	0,125	100	266,147	315	289	2,370	0,155	0,804	1,114	0,680	2,640	0,531	0,196	0,01	0,001	Autocurage vérifie
	R248-R239	569,10	568,05	41,3	0,023	0,143	0,001	0,144	100	269,685	315	289	2,629	0,172	0,833	1,125	0,69	2,957	0,594	0,202	0,01	0,001	Autocurage vérifie
B12	R239-R249	568,05	567,77	29,2	0,010	1,604	0,016	1,620	75	877,984	1000	1000	2,915	2,288	0,708	1,079	0,618	3,143	0,770	0,618	0,21	0,007	Autocurage vérifie
B13	R250-R251	581,52	580,45	27,3	0,039	0,012	0,0007	0,012	100	97,230	315	289	3,433	0,225	0,055	0,546	0,157	1,875	0,629	0,045	0,02	0,002	Autocurage vérifie
	R251-R252	580,45	579,11	24,3	0,055	0,023	0,0008	0,023	100	115,814	315	289	4,071	0,267	0,087	0,615	0,19	2,503	0,753	0,058	0,02	0,003	Autocurage vérifie
	R253-R254	580,41	579,79	25,1	0,025	0,011	0,0008	0,011	100	102,760	315	289	2,725	0,179	0,064	0,569	0,169	1,550	0,500	0,049	0,01	0,002	Autocurage vérifie
	R254-R252	579,79	579,11	27,4	0,025	0,024	0,0006	0,024	100	135,340	315	289	2,733	0,179	0,133	0,681	0,246	1,860	0,513	0,071	0,01	0,002	Autocurage vérifie
	R252-R255	579,11	578,42	27,9	0,025	0,059	0,0008	0,060	100	191,479	315	289	2,725	0,179	0,334	0,900	0,397	2,452	0,542	0,115	0,01	0,002	Autocurage vérifie
	R256-R257	580,7	579,64	30,3	0,035	0,014	0,0007	0,014	100	103,415	315	289	3,240	0,212	0,065	0,571	0,170	1,851	0,595	0,049	0,02	0,002	Autocurage vérifie
	R257-R255	579,64	578,42	35,34	0,035	0,030	0,0009	0,030	100	138,376	315	289	3,223	0,211	0,141	0,692	0,254	2,232	0,606	0,073	0,02	0,002	Autocurage vérifie
	R255-R258	578,42	577,67	30,1	0,025	0,103	0,0008	0,103	100	234,597	315	289	2,736	0,179	0,575	1,039	0,53	2,843	0,580	0,156	0,01	0,001	Autocurage vérifie
	R258-R259	577,67	577	27,2	0,025	0,115	0,001	0,115	100	245,257	315	289	2,721	0,178	0,647	1,062	0,581	2,889	0,587	0,168	0,01	0,001	Autocurage vérifie
	R260-R261	578,6	578,18	21,6	0,019	0,010	0,0008	0,010	100	101,575	315	289	2,418	0,159	0,062	0,564	0,166	1,364	0,444	0,048	0,01	0,002	Autocurage vérifie
	R261-R262	578,18	577,82	22,3	0,016	0,020	0,0009	0,020	100	137,180	315	289	2,204	0,145	0,137	0,688	0,251	1,516	0,414	0,072	0,01	0,001	Autocurage vérifie
	R262-R259	577,82	577	28,02	0,029	0,032	0,0007	0,033	100	147,644	315	289	2,968	0,195	0,167	0,731	0,276	2,170	0,562	0,080	0,01	0,002	Autocurage vérifie
	R263-R259	577,7	577	38,9	0,018	0,018	0,0008	0,018	100	128,527	315	289	2,326	0,152	0,115	0,656	0,230	1,526	0,434	0,066	0,01	0,001	Autocurage vérifie
	R259-R264	577	575,96	34,5	0,030	0,065	0,0007	0,066	100	191,233	315	289	3,010	0,197	0,333	0,899	0,397	2,707	0,598	0,115	0,01	0,002	Autocurage vérifie
	R265-R266	578,28	577,65	20,7	0,030	0,009	0,0007	0,009	100	91,889	315	289	3,026	0,198	0,047	0,522	0,146	1,579	0,553	0,042	0,02	0,002	Autocurage vérifie
	R266-R267	577,65	576,93	23,6	0,030	0,020	0,0009	0,020	100	122,272	315	289	3,026	0,198	0,101	0,636	0,215	1,924	0,562	0,062	0,02	0,002	Autocurage vérifie
	R267-R264	576,93	575,96	31,9	0,030	0,034	0,0009	0,034	100	149,836	315	289	3,025	0,198	0,174	0,741	0,281	2,241	0,574	0,081	0,02	0,002	Autocurage vérifie
	R264-R268	575,96	575,82	7,16	0,020	0,103	0,0009	0,103	100	245,773	315	289	2,426	0,159	0,650	1,063	0,583	2,578	0,524	0,168	0,01	0,001	Autocurage vérifie
	R269-R270	581,5	580,63	24,2	0,036	0,011	0,0008	0,011	100	94,500	315	289	3,286	0,215	0,051	0,534	0,151	1,755	0,601	0,044	0,02	0,002	Autocurage vérifie
	R270-R271	580,63	579,74	24,9	0,036	0,022	0,0008	0,022	100	123,269	315	289	3,280	0,215	0,103	0,639	0,217	2,095	0,610	0,063	0,02	0,002	Autocurage vérifie
	R271-R272	579,74	578,28	24,09	0,061	0,033	0,0007	0,033	100	129,666	315	289	4,271	0,280	0,118	0,660	0,233	2,820	0,798	0,067	0,02	0,003	Autocurage vérifie
	R272-R273	578,28	576,73	33,4	0,046	0,048	0,0008	0,048	100	157,022	315	289	3,734	0,245	0,197	0,774	0,299	2,889	0,714	0,086	0,02	0,002	Autocurage vérifie
	R273-R274	576,73	576,12	42,2	0,014	0,067	0,0009	0,067	100	221,407	315	289	2,085	0,137	0,492	0,996	0,495	2,076	0,433	0,143	0,01	0,001	Autocurage vérifie
	R274-R268	576,12	575,82	20,4	0,015	0,076	0,000	0,077	100	231,707	315	289	2,101	0,138	0,556	1,031	0,529	2,165	0,443	0,153	0,01	0,001	Autocurage vérifie
R268-R275	575,82	575,23	20,08	0,029	0,188	0,001	0,189	100	285,490	315	289	2,974	0,195	0,970	1,140	0,783	3,389	0,692	0,226	0,01	0,001	Autocurage vérifie	
R275-R276	575,23	573,8	49,1	0,029	0,210	0,001	0,211	100	298,239	315	289	2,958	0,194	1,090	1,063	0,959	3,144	0,706	0,277	0,01	0,001	Autocurage vérifie	

Coll	Tron	CR <sub>am</sub> (m)	CR <sub>av</sub> (m)	Dist (m)	l (m/m)	Q <sub>pl</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>eu</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>t</sub> (m <sup>3</sup> /s)	K <sub>s</sub>	D <sub>cal</sub> (mm)	D <sub>nor</sub> (mm)	D <sub>int</sub> (mm)	V <sub>ps</sub> (m/s)	Q <sub>ps</sub> (m <sup>3</sup> /s)	R <sub>q</sub>	R <sub>v</sub>	R <sub>h</sub>	V (m/s)	V <sub>min</sub> (m/s)	H (m)	Q <sub>ps</sub> /10- Q <sub>eu</sub>	Q <sub>ps</sub> /100- Q <sub>eu</sub>	Vitesse Autocurage
B13	R276-R277	573,8	572,84	32,9	0,029	0,225	0,001	0,226	100	305,670	315	289	2,965	0,194	1,164	1,033	0,974	3,062	0,719	0,368	0,02	0,001	Autocurage vérifié
	R277-R278	572,84	571,87	32,2	0,030	0,240	0,001	0,241	100	311,133	315	289	3,010	0,197	1,220	1,068	0,753	3,215	0,738	0,507	0,02	0,001	Autocurage vérifié
	R278-R279	571,87	570,9	33,2	0,029	0,255	0,001	0,256	100	320,142	400	366	3,469	0,365	0,701	1,076	0,614	3,734	0,759	0,225	0,04	0,003	Autocurage vérifié
	R279-R280	570,9	570,55	13,8	0,025	0,261	0,001	0,262	100	331,752	400	366	3,231	0,340	0,771	1,101	0,659	3,558	0,719	0,241	0,03	0,002	Autocurage vérifié
	R280-R281	570,55	569,83	33,5	0,021	0,276	0,001	0,277	100	349,447	400	366	2,976	0,313	0,886	1,137	0,729	3,384	0,680	0,267	0,03	0,002	Autocurage vérifié
	R281-R282	569,83	569,12	33,5	0,021	0,291	0,001	0,292	100	357,428	400	366	2,955	0,311	0,941	1,139	0,762	3,367	0,683	0,279	0,03	0,002	Autocurage vérifié
	R282-R249	569,12	567,77	36,4	0,037	0,307	0,001	0,309	100	328,373	400	366	3,913	0,411	0,750	1,093	0,645	4,276	0,866	0,236	0,04	0,003	Autocurage vérifié
	R249-R283	567,77	567,5	37,4	0,007	1,928	0,018	1,946	75	991,857	1000	1000	2,529	1,985	0,980	1,141	0,791	2,884	0,716	0,791	0,18	0,002	Autocurage vérifié
	R284-R285	572,86	571,84	28,6	0,036	0,013	0,0008	0,013	100	100,646	315	289	3,277	0,215	0,060	0,561	0,164	1,837	0,601	0,047	0,02	0,002	Autocurage vérifié
	R285-R286	571,84	570,7	32,0	0,036	0,027	0,0009	0,027	100	133,457	315	289	3,273	0,215	0,128	0,674	0,242	2,205	0,613	0,070	0,02	0,002	Autocurage vérifié
	R286-R287	570,7	569,21	41,9	0,036	0,046	0,0009	0,046	100	162,550	315	289	3,272	0,215	0,216	0,798	0,313	2,612	0,629	0,090	0,02	0,002	Autocurage vérifié
	R287-R283	569,21	567,5	13,3	0,128	0,052	0,0009	0,052	100	133,750	315	289	6,218	0,408	0,128	0,675	0,243	4,196	1,165	0,070	0,04	0,004	Autocurage vérifié
R283-R149	567,5	567,02	38,8	0,012	1,998	0,018	2,016	75	908,655	1000	1000	3,309	2,597	0,776	1,103	0,662	3,649	0,868	0,662	0,24	0,008	Autocurage vérifié	
B14	R149-R288	567,02	566,72	43,3	0,007	2,370	0,019	2,389	75	1079,24	1200	1200	2,799	3,164	0,755	1,095	0,648	3,064	0,709	0,778	0,30	0,012	Autocurage vérifié
	R288-R289	566,72	565,68	34,6	0,030	2,385	0,019	2,405	75	821,887	1000	1000	4,160	3,266	0,736	1,088	0,636	4,525	1,046	0,636	0,31	0,013	Autocurage vérifié
	R289-R290	565,68	564,65	34,6	0,030	2,401	0,019	2,420	75	825,384	1000	1000	4,130	3,242	0,74	1,091	0,643	4,508	1,041	0,643	0,30	0,013	Autocurage vérifié
	R290-R291	564,65	563,65	32,8	0,030	2,416	0,020	2,435	75	823,591	1000	1000	4,190	3,289	0,740	1,089	0,639	4,564	1,054	0,639	0,31	0,013	Autocurage vérifié
	R291-R292	563,65	562,78	25,5	0,034	2,427	0,020	2,447	75	807,693	1000	1000	4,500	3,53	0,693	1,074	0,609	4,833	1,112	0,609	0,33	0,016	Autocurage vérifié
C1	R293-R294	593,34	592,85	26,5	0,018	0,012	0,0009	0,012	100	112,061	315	289	2,358	0,15	0,080	1,131	0,190	2,667	0,435	0,055	0,02	0,001	Autocurage vérifié
	R295-R294	593,68	592,85	45,3	0,018	0,023	0,0008	0,023	100	142,357	315	289	2,348	0,154	0,152	1,131	0,263	2,655	0,440	0,076	0,02	0,001	Autocurage vérifié
	R294-R296	592,85	592,65	28,4	0,007	0,050	0,0008	0,050	100	227,159	315	289	1,456	0,09	0,527	1,131	0,514	1,647	0,301	0,148	0,01	0,001	Autocurage vérifié
	R296-R297	592,65	592,46	28,4	0,007	0,065	0,0008	0,065	100	252,484	315	289	1,419	0,093	0,699	1,131	0,613	1,605	0,305	0,177	0,01	0,001	Autocurage vérifié
	R298-R297	592,46	591,81	22,3	0,029	0,011	0,0009	0,011	100	99,934	315	289	2,964	0,19	0,059	1,131	0,163	3,352	0,542	0,047	0,02	0,002	Autocurage vérifié
	R297-R299	591,81	591,71	17,1	0,006	0,085	0,0009	0,085	100	286,658	315	289	1,328	0,087	0,980	1,131	0,791	1,502	0,302	0,229	0,01	0,001	Autocurage vérifié
	R299-R300	591,71	591,61	17,1	0,006	0,094	0,0009	0,094	100	297,453	315	289	1,328	0,08	1,082	1,091	0,940	1,449	0,308	0,272	0,01	0,001	Autocurage vérifié

Coll	Tron	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	l (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 (m)	Qps/10- Qeu	Qps/100- Qeu	Vitesse Autocurage
C1	R300-R301	591,61	590,87	17,1	0,043	0,103	0,0008	0,103	100	211,373	315	289	3,612	0,23	0,435	0,959	0,462	3,464	0,729	0,134	0,02	0,002	Autocurage vérifie
	R302-R303	592,32	591,72	24,4	0,025	0,013	0,0008	0,013	100	106,892	315	289	2,718	0,178	0,071	0,584	0,178	1,589	0,499	0,052	0,02	0,002	Autocurage vérifie
	R303-R301	591,72	591,59	28,4	0,005	0,027	0,0009	0,027	100	195,482	315	289	1,174	0,077	0,35	0,911	0,410	1,069	0,322	0,119	0,01	0,001	Autocurage vérifie
	R304-R301	591,59	590,87	39,3	0,018	0,020	0,0009	0,020	100	135,253	315	289	2,348	0,154	0,132	0,680	0,246	1,597	0,438	0,071	0,02	0,001	Autocurage vérifie
	R301-R305	590,87	590,27	32,3	0,019	0,167	0,001	0,167	100	297,163	315	289	2,365	0,155	1,079	1,099	0,933	2,599	0,548	0,270	0,01	0,001	Autocurage vérifie
	R305-R306	590,27	589,68	32,2	0,018	0,183	0,001	0,184	100	308,732	315	289	2,349	0,154	1,19	0,785	0,507	1,844	0,556	0,435	0,01	0,001	Autocurage vérifie
	R307-R306	590,06	589,68	24,2	0,016	0,009	0,0009	0,009	100	103,280	315	289	2,175	0,14	0,064	0,571	0,170	1,242	0,401	0,049	0,01	0,001	Autocurage vérifie
	R306-R308	589,68	588,87	43,3	0,019	0,215	0,001	0,216	100	326,413	400	366	2,777	0,29	0,738	1,088	0,638	3,023	0,601	0,233	0,03	0,002	Autocurage vérifie
	R308-R309	588,87	588,14	39,7	0,018	0,235	0,001	0,236	100	338,888	400	366	2,752	0,289	0,816	1,119	0,687	3,079	0,606	0,251	0,03	0,002	Autocurage vérifie
	R309-R310	588,14	587,28	47,2	0,018	0,253	0,019	0,272	100	357,739	400	366	2,742	0,288	0,94	1,139	0,764	3,124	1,570	0,280	0,01	0,016	Autocurage vérifie
	R311-R312	590,22	588,84	37,4	0,037	0,014	0,0009	0,014	100	103,580	315	289	3,334	0,219	0,06	0,572	0,171	1,907	0,615	0,049	0,02	0,002	Autocurage vérifie
	R312-R310	588,84	587,28	42,6	0,037	0,030	0,0009	0,030	100	138,022	315	289	3,319	0,218	0,140	0,691	0,253	2,294	0,629	0,073	0,02	0,002	Autocurage vérifie
	R310-R313	587,28	586,24	28,0	0,037	0,294	0,019	0,313	100	330,083	400	366	3,911	0,411	0,761	1,097	0,652	4,290	2,026	0,239	0,02	0,015	Autocurage vérifie
	R313-R314	586,24	585,2	28,0	0,037	0,305	0,019	0,324	100	334,253	400	366	3,911	0,411	0,78	1,107	0,669	4,331	2,028	0,245	0,02	0,015	Autocurage vérifie
	R315-R316	587,08	586,41	26,9	0,025	0,010	0,0008	0,010	100	98,642	315	289	2,737	0,17	0,057	0,552	0,160	1,511	0,503	0,046	0,02	0,002	Autocurage vérifie
	R316-R314	586,41	585,2	45,5	0,027	0,027	0,0009	0,028	100	141,148	315	289	2,830	0,186	0,148	0,704	0,260	1,991	0,538	0,075	0,02	0,002	Autocurage vérifie
	R314-R317	585,2	583,88	35,7	0,037	0,345	0,019	0,365	100	349,741	400	366	3,906	0,411	0,888	1,137	0,730	4,443	2,034	0,267	0,02	0,015	Autocurage vérifie
	R318-R319	586,22	585,13	35,6	0,031	0,013	0,000	0,014	100	105,434	315	289	3,034	0,199	0,068	0,579	0,175	1,757	0,560	0,051	0,02	0,002	Autocurage vérifie
	R319-R317	585,13	583,88	41,1	0,030	0,029	0,000	0,029	100	140,768	315	289	3,024	0,198	0,147	0,702	0,259	2,123	0,574	0,075	0,02	0,002	Autocurage vérifie
	R317-R320	583,88	580,4	24,5	0,142	0,384	0,019	0,403	100	282,294	315	289	5,530	0,363	1,112	0,889	0,927	4,916	3,001	0,297	0,02	0,016	Autocurage vérifie
C2	R321-R322	593	592,28	26,7	0,027	0,015	0,0008	0,015	100	112,282	315	289	2,847	0,187	0,081	0,603	0,191	1,717	0,525	0,055	0,02	0,002	Autocurage vérifie
	R322-R323	592,28	591,19	40,7	0,027	0,038	0,0008	0,038	100	158,972	315	289	2,840	0,186	0,204	0,782	0,304	2,222	0,540	0,088	0,02	0,002	Autocurage vérifie
	R323-R324	591,19	590,42	29,0	0,027	0,054	0,0009	0,054	100	182,106	315	289	2,827	0,185	0,292	0,873	0,368	2,468	0,548	0,106	0,02	0,002	Autocurage vérifie
	R324-R325	590,42	589,65	29,0	0,027	0,070	0,0009	0,070	100	200,977	315	289	2,827	0,185	0,380	0,926	0,428	2,618	0,560	0,124	0,02	0,002	Autocurage vérifie
	R326-R327	591,02	590,12	25,3	0,036	0,014	0,0009	0,014	100	104,352	315	289	3,272	0,215	0,066	0,575	0,173	1,882	0,599	0,050	0,02	0,002	Autocurage vérifie
	R327-R325	590,12	589,65	13,1	0,036	0,021	0,0009	0,022	100	121,634	315	289	3,291	0,216	0,10	0,634	0,213	2,085	0,599	0,062	0,02	0,002	Autocurage vérifie
	R325-R328	589,65	586,09	43,2	0,082	0,116	0,0009	0,116	100	196,030	315	289	4,982	0,327	0,356	0,912	0,412	4,545	0,971	0,119	0,03	0,003	Autocurage vérifie
	R329-R330	588,52	588,08	33,0	0,013	0,018	0,0009	0,019	100	138,533	315	289	2,004	0,131	0,141	0,693	0,254	1,389	0,372	0,073	0,01	0,001	Autocurage vérifie
	R330-R328	588,08	586,09	25,0	0,080	0,032	0,0009	0,033	100	122,470	315	289	4,894	0,321	0,102	0,636	0,215	3,114	0,902	0,062	0,03	0,003	Autocurage vérifie
	R331-R332	587,69	587,42	41,3	0,007	0,023	0,0009	0,023	100	172,352	315	289	1,402	0,092	0,252	0,839	0,340	1,177	0,395	0,098	0,01	0,001	Autocurage vérifie

Coll	Tron	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	l (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 (m)	Qps/10- Qeu	Qps/100- Qeu	Vitesse Autocurage
C2	R332-R333	587,42	587,15	41,4	0,007	0,046	0,0008	0,046	100	223,756	315	289	1,400	0,092	0,506	1,004	0,502	1,406	0,512	0,145	0,01	0,001	Autocurage vérifie
	R333-R328	587,15	586,09	41,4	0,026	0,070	0,0008	0,070	100	201,600	315	289	2,775	0,182	0,384	0,928	0,430	2,575	0,548	0,124	0,02	0,002	Autocurage vérifie
	R328-R334	586,09	585,29	34,8	0,023	0,237	0,001	0,238	100	325,977	400	366	3,078	0,324	0,736	1,088	0,636	3,348	0,650	0,233	0,03	0,002	Autocurage vérifie
	R335-R336	589,98	589,31	24,7	0,027	0,014	0,0008	0,014	100	110,205	315	289	2,855	0,187	0,077	0,596	0,186	1,702	0,609	0,054	0,02	0,001	Autocurage vérifie
	R337-R336	590,54	589,31	42,1	0,029	0,024	0,0009	0,024	100	131,072	315	289	2,965	0,194	0,122	0,665	0,236	1,973	0,550	0,068	0,02	0,002	Autocurage vérifie
	R336-R338	589,31	588,11	44,8	0,027	0,062	0,001	0,063	100	192,541	315	289	2,840	0,186	0,339	0,903	0,401	2,564	0,638	0,116	0,02	0,001	Autocurage vérifie
	R338-R334	588,11	585,29	23,1	0,122	0,075	0,001	0,076	100	155,464	315	289	6,057	0,397	0,192	0,766	0,295	4,642	1,229	0,085	0,04	0,003	Autocurage vérifie
	R334-R339	585,29	583,03	15,7	0,144	0,319	0,002	0,320	100	258,310	315	289	5,580	0,366	0,876	0,795	0,723	4,436	1,295	0,209	0,04	0,002	Autocurage vérifie
	R339-R340	583,03	581,79	37,7	0,033	0,333	0,002	0,335	100	346,145	400	366	3,685	0,388	0,864	1,133	0,716	4,177	0,853	0,262	0,04	0,002	Autocurage vérifie
	R340-R320	581,79	580,4	42,5	0,033	0,349	0,002	0,351	100	352,762	400	366	3,673	0,38	0,908	1,139	0,742	4,183	0,860	0,272	0,04	0,002	Autocurage vérifie
	R320-R341	580,4	579,23	43,6	0,027	0,733	0,021	0,754	100	487,907	500	459	3,868	0,640	1,179	0,933	0,380	3,609	1,788	0,634	0,04	0,015	Autocurage vérifie
	R341-R342	579,23	577,46	45,5	0,039	0,750	0,021	0,772	100	458,978	500	459	4,657	0,77	1,002	1,014	0,811	4,722	2,010	0,372	0,06	0,014	Autocurage vérifie
R342-R343	577,46	575,83	49,7	0,033	0,769	0,021	0,791	100	478,202	500	459	4,276	0,707	1,118	0,859	0,949	3,675	1,910	0,481	0,05	0,014	Autocurage vérifie	
C3	R344-R345	586,91	585,39	48,2	0,032	0,018	0,0009	0,018	100	117,368	315	289	3,081	0,202	0,091	0,620	0,203	1,910	0,574	0,059	0,02	0,002	Autocurage vérifie
	R345-R346	585,39	584,22	37,2	0,031	0,032	0,0009	0,032	100	145,568	315	289	3,076	0,202	0,161	0,722	0,271	2,221	0,587	0,078	0,02	0,002	Autocurage vérifie
	R346-R347	584,22	582,86	42,9	0,032	0,048	0,0009	0,049	100	169,279	315	289	3,089	0,20	0,241	0,827	0,331	2,555	0,606	0,096	0,02	0,002	Autocurage vérifie
	R348-R349	585,93	584,4	38,6	0,040	0,015	0,0009	0,015	100	103,450	315	289	3,455	0,226	0,065	0,572	0,171	1,975	0,637	0,049	0,02	0,002	Autocurage vérifie
	R349-R347	584,4	582,86	39,1	0,039	0,029	0,0009	0,030	100	134,670	315	289	3,443	0,226	0,131	0,678	0,245	2,335	0,650	0,071	0,02	0,002	Autocurage vérifie
	R347-R350	582,86	581,63	39,1	0,031	0,093	0,0009	0,093	100	216,143	315	289	3,076	0,202	0,462	0,976	0,478	3,003	0,648	0,138	0,02	0,002	Autocurage vérifie
	R350-R351	581,63	580,99	20,2	0,032	0,100	0,001	0,101	100	222,244	315	289	3,091	0,203	0,497	0,999	0,497	3,087	0,658	0,144	0,02	0,001	Autocurage vérifie
	R352-R353	583,95	582,26	52,9	0,032	0,020	0,0008	0,020	100	121,204	315	289	3,102	0,203	0,099	0,632	0,212	1,961	0,579	0,061	0,02	0,002	Autocurage vérifie
	R353-R351	582,26	580,99	39,8	0,032	0,035	0,0008	0,035	100	149,650	315	289	3,099	0,203	0,173	0,740	0,281	2,294	0,594	0,081	0,02	0,002	Autocurage vérifie
	R351-R354	580,99	580,13	27,4	0,031	0,146	0,001	0,146	100	256,228	315	289	3,072	0,201	0,727	1,084	0,630	3,332	0,698	0,182	0,02	0,001	Autocurage vérifie
	R354-R355	580,13	579,26	27,6	0,032	0,156	0,001	0,157	100	262,675	315	289	3,081	0,202	0,777	1,103	0,662	3,399	0,710	0,191	0,02	0,001	Autocurage vérifie
R355-R343	579,26	578,89	12,0	0,031	0,161	0,001	0,161	100	266,430	315	289	3,052	0,20	0,807	1,115	0,681	3,404	0,709	0,197	0,02	0,001	Autocurage vérifie	
C4	R343-R356	578,89	573,59	48,1	0,110	0,944	0,022	0,967	100	410,810	500	459	6,830	1,130	0,856	0,658	0,711	4,494	2,586	0,326	0,09	0,011	Autocurage vérifie
	R356-R357	573,59	572,31	49,1	0,026	0,959	0,022	0,982	100	541,539	630	580	3,450	0,911	1,078	1,104	0,929	3,808	1,424	0,539	0,07	0,013	Autocurage vérifie
	R357-R358	572,31	571,11	46,0	0,026	0,973	0,023	0,996	100	544,307	630	580	3,460	0,914	1,090	1,063	0,960	3,677	1,428	0,557	0,07	0,013	Autocurage vérifie
	R358-R359	571,11	569,93	36,0	0,033	0,984	0,023	1,007	100	523,514	630	580	4,000	1,056	0,953	1,139	0,771	4,557	1,562	0,447	0,08	0,012	Autocurage vérifie

Coll	Tron	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	l (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 (m)	Qps/10- Qeu	Qps/100- Qeu	Vitesse Autocurage
C4	R359-R360	569,93	568,54	42,1	0,033	0,997	0,023	1,020	100	525,485	630	580	4,010	1,059	0,96	1,140	0,778	4,570	1,567	0,451	0,08	0,012	Autocurage vérifié
	R360-R361	568,54	567,95	18,0	0,033	1,002	0,023	1,025	100	526,940	630	580	4,000	1,056	0,97	1,140	0,783	4,560	1,565	0,454	0,08	0,012	Autocurage vérifié
	R361-R362	567,95	566,78	35,6	0,033	1,013	0,023	1,036	100	528,988	630	580	3,980	1,051	0,98	1,141	0,796	4,542	1,562	0,462	0,08	0,012	Autocurage vérifié
	R362-R363	566,78	565,77	30,6	0,033	1,022	0,023	1,045	100	530,305	630	580	4,950	1,307	0,800	1,010	0,677	5,000	1,786	0,393	0,11	0,010	Autocurage vérifié
	R363-R364	565,77	564,84	28,4	0,033	1,031	0,023	1,054	100	532,770	630	580	4,990	1,318	0,800	1,001	0,677	4,995	1,797	0,393	0,11	0,010	Autocurage vérifié
	R364-R365	564,84	564,7	5,5	0,025	1,033	0,023	1,056	100	558,946	630	580	4,403	1,163	0,908	1,013	0,742	4,461	1,665	0,430	0,09	0,011	Autocurage vérifié
	R365-R292	564,7	562,78	43,6	0,044	1,046	0,023	1,069	100	506,802	630	580	4,790	1,265	0,845	0,874	0,705	4,186	1,755	0,409	0,10	0,010	Autocurage vérifié
C5	R292-R367	562,78	561,73	33,3	0,032	3,483	0,043	3,526	75	939,899	1000	1000	4,290	3,368	1,047	1,143	0,869	4,905	1,370	0,869	0,29	0,009	Autocurage vérifié
	R367-R368	561,73	560,4	42,1	0,032	3,496	0,043	3,539	75	941,189	1000	1000	4,290	3,36	1,051	1,141	0,875	4,897	1,371	0,875	0,29	0,009	Autocurage vérifié
D1	R369-R370	593,33	593,23	32,0	0,003	0,016	0,000	0,017	100	174,313	315	289	0,970	0,064	0,260	0,847	0,345	0,822	0,428	0,100	0,01	0,001	Autocurage vérifié
	R370-R371	593,23	592,96	32,0	0,008	0,033	0,017	0,050	100	218,248	315	289	1,594	0,105	0,474	0,984	0,484	1,569	1,145	0,140	0,01	0,016	Autocurage vérifié
	R371-R372	592,96	592,6	37,3	0,010	0,052	0,017	0,069	100	240,884	315	289	1,704	0,11	0,617	1,054	0,563	1,795	1,200	0,163	0,01	0,016	Autocurage vérifié
	R372-R373	592,6	592,11	28,4	0,017	0,067	0,017	0,084	100	232,268	315	289	2,279	0,14	0,559	1,032	0,531	2,353	1,483	0,154	0,01	0,015	Autocurage vérifié
	R373-R374	592,11	591,94	20,8	0,008	0,078	0,017	0,094	100	279,596	315	289	1,569	0,103	0,917	1,139	0,748	1,787	1,137	0,216	0,01	0,016	Autocurage vérifié
	R375-R376	593,02	592,79	21,6	0,011	0,011	0,0008	0,011	100	119,586	315	289	1,790	0,117	0,095	0,627	0,208	1,123	0,331	0,060	0,01	0,001	Autocurage vérifié
	R376-R377	592,79	592,48	28,0	0,011	0,026	0,0009	0,026	100	162,055	315	289	1,827	0,120	0,214	0,796	0,312	1,455	0,348	0,090	0,01	0,001	Autocurage vérifié
	R377-R378	592,48	592,17	28,0	0,011	0,040	0,0008	0,040	100	191,810	315	289	1,825	0,120	0,336	0,901	0,398	1,644	0,359	0,115	0,01	0,001	Autocurage vérifié
	R378-R374	592,17	591,94	20,6	0,011	0,051	0,000	0,051	100	209,030	315	289	1,835	0,120	0,422	0,951	0,454	1,745	0,368	0,131	0,01	0,001	Autocurage vérifié
	R374-R379	591,94	591,39	50,1	0,011	0,154	0,017	0,171	100	330,674	400	366	2,129	0,224	0,764	1,098	0,654	2,338	1,267	0,239	0,01	0,015	Autocurage vérifié
D2	R380-R379	590,52	590,16	26,6	0,014	0,014	0,0009	0,014	100	123,671	315	289	2,018	0,132	0,104	0,640	0,218	1,292	0,374	0,063	0,01	0,001	Autocurage vérifié
D3	R379-R381	590,16	588,47	46,7	0,036	0,192	0,017	0,209	100	285,069	315	289	3,301	0,216	0,966	1,140	0,780	3,762	1,984	0,225	0,01	0,015	Autocurage vérifié
	R381-R382	588,47	586,99	42,6	0,035	0,214	0,017	0,231	100	298,297	315	289	3,233	0,212	1,090	1,061	0,961	3,429	1,955	0,278	0,01	0,015	Autocurage vérifié
	R382-R383	586,99	586,58	11,2	0,037	0,220	0,017	0,237	100	297,883	315	289	3,326	0,218	1,086	1,077	0,950	3,582	1,999	0,275	0,01	0,015	Autocurage vérifié
D4	R384-R385	588,9	588,31	28,5	0,021	0,015	0,0007	0,015	100	117,213	315	289	2,495	0,164	0,090	0,619	0,203	1,545	0,460	0,059	0,02	0,002	Autocurage vérifié
	R386-R387	591,2	590,16	34,5	0,030	0,018	0,0009	0,018	100	117,286	315	289	3,012	0,197	0,090	0,620	0,203	1,866	0,556	0,059	0,02	0,002	Autocurage vérifié
	R387-R388	590,16	589,18	32,5	0,030	0,035	0,0008	0,035	100	150,509	315	289	3,010	0,197	0,176	0,744	0,283	2,240	0,568	0,082	0,02	0,002	Autocurage vérifié
	R388-R385	589,18	588,31	28,7	0,030	0,049	0,0008	0,050	100	171,856	315	289	3,019	0,198	0,251	0,837	0,338	2,528	0,581	0,098	0,02	0,002	Autocurage vérifié
	R385-R389	588,31	587,38	31,1	0,030	0,080	0,0009	0,080	100	206,546	315	289	3,000	0,197	0,409	0,943	0,446	2,829	0,600	0,129	0,02	0,002	Autocurage vérifié
	R389-R383	587,38	586,58	26,6	0,030	0,094	0,0007	0,094	100	218,835	315	289	3,011	0,197	0,477	0,986	0,486	2,969	0,612	0,141	0,02	0,002	Autocurage vérifié
D5	R383-R390	586,58	585,23	38,2	0,035	0,333	0,018	0,351	100	347,788	400	366	3,816	0,401	0,874	1,136	0,722	4,333	1,949	0,264	0,02	0,014	Autocurage vérifié
D6	R391-R392	587,12	586,45	32,3	0,021	0,017	0,0009	0,017	100	122,751	315	289	2,498	0,164	0,102	0,637	0,216	1,592	0,462	0,062	0,02	0,002	Autocurage vérifié

Coll	Tron	CR <sub>am</sub> (m)	CR <sub>av</sub> (m)	Dist (m)	l (m/m)	Q <sub>pl</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>eu</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>t</sub> (m <sup>3</sup> /s)	K <sub>s</sub>	D <sub>cal</sub> (mm)	D <sub>nor</sub> (mm)	D <sub>int</sub> (mm)	V <sub>ps</sub> (m/s)	Q <sub>ps</sub> (m <sup>3</sup> /s)	R <sub>q</sub>	R <sub>v</sub>	R <sub>h</sub>	V (m/s)	V <sub>min</sub> (m/s)	H (m)	Q <sub>ps</sub> /10- Q <sub>eu</sub>	Q <sub>ps</sub> /100- Q <sub>eu</sub>	Vitesse Autocurage
D6	R392-R393	586,45	586,38	30,9	0,002	0,033	0,0009	0,033	100	239,091	315	289	0,826	0,054	0,604	1,050	0,556	0,867	0,356	0,161	0,01	0,001	Autocurage vérifié
	R393-R390	586,38	585,23	27,4	0,042	0,047	0,0008	0,047	100	158,299	315	289	3,555	0,233	0,201	0,779	0,302	2,771	0,676	0,087	0,02	0,002	Autocurage vérifié
D7	R390-R394	585,23	583,45	49,9	0,036	0,406	0,018	0,424	100	372,514	400	366	3,836	0,403	1,050	1,142	0,874	4,380	1,966	0,320	0,02	0,014	Autocurage vérifié
	R394-R395	583,45	581,55	43,1	0,044	0,428	0,018	0,446	100	364,929	400	366	4,266	0,449	0,994	1,142	0,803	4,872	2,113	0,294	0,03	0,014	Autocurage vérifié
D8	R396-R397	592,19	591,8	16,4	0,024	0,008	0,0009	0,009	100	92,888	315	289	2,673	0,175	0,049	0,527	0,148	1,407	0,488	0,043	0,02	0,002	Autocurage vérifié
	R397-R398	591,8	590,55	52,2	0,024	0,035	0,0009	0,036	100	158,516	315	289	2,684	0,176	0,202	0,780	0,303	2,095	0,510	0,087	0,02	0,002	Autocurage vérifié
	R398-R399	590,55	589,91	26,9	0,024	0,049	0,0009	0,049	100	179,683	315	289	2,675	0,175	0,282	0,865	0,361	2,315	0,519	0,104	0,02	0,002	Autocurage vérifié
	R399-R400	589,91	588,71	49,9	0,024	0,075	0,0008	0,075	100	209,848	315	289	2,691	0,176	0,427	0,954	0,457	2,567	0,541	0,132	0,02	0,001	Autocurage vérifié
	R400-R401	588,71	587,44	53,4	0,024	0,103	0,0008	0,103	100	236,529	315	289	2,675	0,175	0,587	1,044	0,546	2,792	0,558	0,158	0,02	0,001	Autocurage vérifié
	R401-R402	587,44	586,63	33,7	0,024	0,120	0,0009	0,120	100	250,319	315	289	2,689	0,176	0,683	1,071	0,603	2,881	0,573	0,174	0,02	0,001	Autocurage vérifié
	R403-R404	589,82	589,06	40,3	0,019	0,021	0,000	0,021	100	135,737	315	289	2,383	0,15	0,134	0,682	0,247	1,626	0,445	0,071	0,02	0,001	Autocurage vérifié
	R404-R405	589,06	588,27	41,8	0,019	0,042	0,022	0,064	100	206,587	315	289	2,385	0,156	0,409	0,943	0,446	2,249	1,644	0,129	0,01	0,020	Autocurage vérifié
	R405-R402	588,27	586,63	19,3	0,085	0,052	0,022	0,074	100	164,503	315	289	5,061	0,33	0,223	0,807	0,318	4,084	2,900	0,092	0,01	0,018	Autocurage vérifié
	R402-R406	586,63	585,66	26,7	0,036	0,186	0,022	0,208	100	284,404	315	289	3,308	0,217	0,960	1,139	0,776	3,770	2,109	0,224	0,01	0,020	Autocurage vérifié
	R406-R407	585,66	583,43	33,6	0,066	0,203	0,022	0,226	100	261,752	315	289	4,472	0,293	0,769	1,100	0,658	4,921	2,661	0,190	0,01	0,019	Autocurage vérifié
	R407-R408	583,43	582,24	33,6	0,035	0,221	0,022	0,243	100	302,773	315	289	3,267	0,214	1,134	0,617	0,918	2,014	2,092	0,323	0,01	0,020	Autocurage vérifié
	R408-R409	582,24	581,94	15,0	0,020	0,228	0,022	0,251	100	341,158	400	366	2,871	0,302	0,831	1,124	0,696	3,227	1,698	0,255	0,01	0,019	Autocurage vérifié
	R409-R395	581,94	581,55	18,7	0,021	0,238	0,022	0,260	100	343,365	400	366	2,931	0,308	0,845	1,129	0,705	3,308	1,725	0,258	0,01	0,019	Autocurage vérifié
D9	R410-R411	586,35	585,32	39,2	0,026	0,020	0,000	0,020	100	126,181	315	289	2,814	0,184	0,110	0,648	0,224	1,825	0,522	0,065	0,02	0,002	Autocurage vérifié
	R411-R412	585,32	584,06	47,8	0,026	0,045	0,000	0,045	100	170,147	315	289	2,816	0,185	0,244	0,831	0,333	2,339	0,541	0,096	0,02	0,002	Autocurage vérifié
	R412-R413	584,06	583,35	27,0	0,026	0,059	0,000	0,059	100	188,324	315	289	2,815	0,185	0,320	0,891	0,387	2,509	0,551	0,112	0,02	0,002	Autocurage vérifié
	R413-R395	583,35	581,55	36,6	0,049	0,078	0,000	0,078	100	185,960	315	289	3,846	0,252	0,309	0,885	0,380	3,403	0,751	0,110	0,02	0,002	Autocurage vérifié
D10	R395-R414	581,55	579,86	45,0	0,038	0,769	0,041	0,810	100	470,510	500	459	4,576	0,757	1,070	1,011	0,913	4,627	2,488	0,419	0,03	0,033	Autocurage vérifié
	R414-R415	579,86	578,5	36,5	0,037	0,790	0,041	0,831	100	475,819	500	459	4,556	0,753	1,103	0,991	0,998	4,513	2,482	0,458	0,03	0,033	Autocurage vérifié
	R415-R416	578,5	576,9	42,6	0,038	0,814	0,041	0,855	100	480,088	500	459	4,579	0,757	1,130	0,701	0,960	3,209	2,492	0,503	0,03	0,033	Autocurage vérifié
	R416-R417	576,9	575,29	43,1	0,037	0,839	0,041	0,880	100	485,826	500	459	4,563	0,75	1,166	0,282	0,988	1,287	2,488	0,591	0,03	0,034	Autocurage vérifié
	R417-R418	575,29	572,22	42,6	0,072	0,863	0,041	0,904	100	433,884	500	459	6,340	1,049	0,862	0,492	0,715	3,119	3,113	0,328	0,06	0,031	Autocurage vérifié
	R418-R419	572,22	570,93	42,2	0,031	0,887	0,041	0,928	100	514,528	630	580	3,830	1,011	0,918	1,139	0,748	4,364	1,905	0,434	0,06	0,031	Autocurage vérifié
	R419-R420	570,93	569,97	44,9	0,021	0,913	0,041	0,954	100	555,971	630	580	4,036	1,066	0,895	1,138	0,734	4,593	1,973	0,426	0,07	0,031	Autocurage vérifié

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 (m)	Qps/10- Qeu	Qps/100- Qeu	Vitesse Autocurage
D10	R420-R421	569,97	568,9	47,1	0,023	0,939	0,041	0,981	100	555,376	630	580	4,161	1,099	0,893	1,138	0,733	4,735	2,015	0,425	0,07	0,030	Autocurage vérifie
	R421-R422	568,9	568,4	35,2	0,014	0,959	0,042	1,001	75	680,896	800	800	3,056	1,535	0,652	1,063	0,584	3,250	1,307	0,467	0,11	0,026	Autocurage vérifie
	R422-R423	568,4	568,05	24,8	0,014	0,973	0,042	1,015	75	685,411	800	800	3,045	1,530	0,663	1,066	0,591	3,247	1,305	0,473	0,11	0,026	Autocurage vérifie
	R423-R424	568,05	567,43	45,0	0,014	0,999	0,042	1,041	75	694,833	800	800	3,011	1,513	0,688	1,073	0,606	3,230	1,297	0,485	0,11	0,027	Autocurage vérifie
	R424-R425	567,43	566,8	45,0	0,014	1,025	0,042	1,066	75	699,117	800	800	3,035	1,525	0,699	1,076	0,613	3,265	1,304	0,490	0,11	0,027	Autocurage vérifie
	R425-R426	566,8	566,5	21,4	0,014	1,037	0,042	1,079	75	701,871	800	800	3,038	1,526	0,707	1,078	0,618	3,275	1,306	0,494	0,11	0,027	Autocurage vérifie
D11	R427-R428	578,58	577,47	29,4	0,038	0,017	0,0002	0,017	100	109,871	315	289	3,370	0,221	0,076	0,595	0,185	2,005	0,618	0,054	0,02	0,002	Autocurage vérifie
	R428-R429	577,47	575,21	33,4	0,068	0,036	0,0002	0,036	100	130,955	315	289	4,510	0,296	0,121	0,665	0,236	2,998	0,837	0,068	0,03	0,003	Autocurage vérifie
	R429-R430	575,21	573,69	18,7	0,081	0,046	0,0002	0,047	100	139,398	315	289	4,951	0,325	0,143	0,696	0,256	3,448	0,923	0,074	0,03	0,003	Autocurage vérifie
	R430-R431	573,69	572,72	28,2	0,034	0,062	0,0003	0,063	100	183,222	315	289	3,216	0,21	0,297	0,877	0,372	2,819	0,622	0,107	0,02	0,002	Autocurage vérifie
	R431-R432	572,72	572,46	20,1	0,013	0,074	0,0002	0,074	100	234,438	315	289	1,972	0,129	0,574	1,039	0,539	2,048	0,405	0,156	0,01	0,001	Autocurage vérifie
	R432-R433	572,46	571,98	36,3	0,013	0,095	0,0001	0,095	100	256,016	315	289	1,995	0,13	0,725	1,084	0,629	2,163	0,423	0,182	0,01	0,001	Autocurage vérifie
	R434-R435	580,5	579,69	22,0	0,037	0,013	0,0003	0,013	100	99,073	315	289	3,326	0,218	0,058	0,554	0,161	1,843	0,607	0,046	0,02	0,002	Autocurage vérifie
	R435-R436	579,69	577,66	33,0	0,062	0,031	0,0001	0,031	100	126,807	315	289	4,302	0,282	0,111	0,651	0,226	2,799	0,796	0,065	0,03	0,003	Autocurage vérifie
	R436-R437	577,66	575,97	19,8	0,085	0,043	0,0001	0,043	100	133,802	315	289	5,069	0,332	0,129	0,675	0,243	3,422	0,942	0,070	0,03	0,003	Autocurage vérifie
	R437-R438	575,97	574,89	19,2	0,0561	0,0535	0,0001	0,0537	100	157,70	315	289	4,111	0,270	0,199	0,777	0,301	3,193	0,777	0,087	0,02	0,003	Autocurage vérifie
	R438-R439	574,89	574,18	20,25	0,0350	0,0650	0,0002	0,0652	100	185,34	315	289	3,248	0,213	0,306	0,883	0,378	2,868	0,629	0,109	0,02	0,002	Autocurage vérifie
	R439-R440	574,18	572,77	21,6	0,0650	0,0773	0,0002	0,0776	100	176,19	315	289	4,423	0,290	0,268	0,854	0,351	3,775	0,849	0,101	0,02	0,003	Autocurage vérifie
	R440-R433	572,77	571,98	18,0	0,0438	0,0876	0,0003	0,0879	100	198,74	315	289	3,633	0,238	0,369	0,920	0,421	3,341	0,714	0,122	0,02	0,002	Autocurage vérifie
	R433-R441	571,98	571,48	38,9	0,0128	0,2043	0,0007	0,2050	100	343,79	400	366	2,300	0,242	0,848	1,129	0,707	2,597	0,499	0,259	0,02	0,002	Autocurage vérifie
	R442-R443	581,25	580,5	19,4	0,0386	0,0110	0,0001	0,0110	100	93,58	315	289	3,411	0,224	0,050	0,530	0,149	1,807	0,622	0,043	0,02	0,002	Autocurage vérifie
	R443-R444	580,5	579,12	35,1	0,0392	0,0310	0,0001	0,0311	100	137,56	315	289	3,435	0,225	0,138	0,689	0,252	2,368	0,640	0,073	0,02	0,002	Autocurage vérifie
	R444-R445	579,12	575,21	34,8	0,1123	0,0508	0,0001	0,0510	100	135,86	315	289	5,815	0,381	0,134	0,683	0,248	3,970	1,082	0,072	0,03	0,004	Autocurage vérifie
	R445-R446	575,21	574,38	22,2	0,0373	0,0635	0,0002	0,0637	100	181,50	315	289	3,353	0,220	0,290	0,871	0,366	2,922	0,647	0,106	0,02	0,002	Autocurage vérifie
	R446-447	574,38	573,35	27,6	0,0372	0,0792	0,0002	0,0794	100	197,27	315	289	3,350	0,22	0,362	0,916	0,416	3,067	0,657	0,120	0,02	0,002	Autocurage vérifie
	R447-R448	573,35	572,21	30,5	0,0373	0,0965	0,0003	0,0969	100	212,43	315	289	3,353	0,220	0,441	0,963	0,465	3,228	0,669	0,135	0,02	0,002	Autocurage vérifie
R448-R441	572,21	571,48	19,4	0,0376	0,1076	0,0003	0,1080	100	220,95	315	289	3,364	0,221	0,490	0,994	0,493	3,344	0,679	0,143	0,02	0,002	Autocurage vérifie	
R441-R449	571,48	570,07	37,8	0,0372	0,3335	0,0226	0,3561	100	346,20	400	366	3,920	0,412	0,864	1,133	0,716	4,443	2,141	0,262	0,01	0,018	Autocurage vérifie	

Coll	Tron	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	l (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 (m)	Qps/10- Qeu	Qps/100- Qeu	Vitesse Autocurage
D11	R449-R450	570,07	568,79	34,1	0,037	0,353	0,023	0,376	100	352,80	400	366	3,932	0,413	0,908	1,139	0,742	4,478	2,148	0,272	0,01	0,019	Autocurage vérifie
	R450-R451	568,79	567,47	34,9	0,038	0,373	0,023	0,396	100	359,31	400	366	3,944	0,415	0,954	1,139	0,771	4,494	2,154	0,282	0,01	0,019	Autocurage vérifie
	R451-R426	567,47	566,5	25,5	0,038	0,387	0,023	0,410	100	363,73	400	366	3,958	0,416	0,986	1,141	0,796	4,517	2,161	0,291	0,01	0,019	Autocurage vérifie
D12	R426-R452	566,5	565,36	52,2	0,022	1,454	0,065	1,519	75	734,39	800	800	3,790	1,904	0,798	1,112	0,675	4,213	1,767	0,540	0,12	0,046	Autocurage vérifie
D13	R453-R454	578,88	577,61	34,5	0,037	0,011	0,0003	0,011	100	92,83	315	289	3,326	0,218	0,048	0,526	0,148	1,750	0,612	0,043	0,02	0,002	Autocurage vérifie
	R454-R455	577,61	576,3	35,5	0,037	0,021	0,0002	0,021	100	120,96	315	289	3,330	0,218	0,098	0,631	0,212	2,103	0,627	0,061	0,02	0,002	Autocurage vérifie
	R455-R456	576,3	575,24	28,4	0,037	0,030	0,0002	0,030	100	137,20	315	289	3,347	0,219	0,137	0,688	0,251	2,302	0,641	0,072	0,02	0,002	Autocurage vérifie
	R456-R457	575,24	572,99	25,3	0,089	0,038	0,0004	0,038	100	127,08	315	289	5,164	0,339	0,112	0,651	0,227	3,364	0,978	0,065	0,03	0,003	Autocurage vérifie
	R457-R458	572,99	572,27	25,2	0,029	0,045	0,0006	0,046	100	168,45	315	289	2,931	0,19	0,238	0,824	0,329	2,415	0,586	0,095	0,01	0,002	Autocurage vérifie
	R458-R459	572,27	571,44	29,3	0,028	0,054	0,0001	0,055	100	180,55	315	289	2,916	0,191	0,286	0,868	0,363	2,531	0,594	0,105	0,01	0,002	Autocurage vérifie
	R459-R460	571,44	570,64	28,1	0,028	0,063	0,0005	0,063	100	190,45	315	289	2,927	0,19	0,330	0,897	0,394	2,626	0,607	0,114	0,01	0,002	Autocurage vérifie
	R460-R461	570,64	568,76	28,1	0,067	0,071	0,0009	0,072	100	170,20	315	289	4,487	0,294	0,244	0,831	0,334	3,728	0,899	0,096	0,02	0,002	Autocurage vérifie
	R461-R462	568,76	567,85	35,6	0,026	0,082	0,0008	0,083	100	215,05	315	289	2,770	0,182	0,456	0,972	0,474	2,693	0,602	0,137	0,01	0,001	Autocurage vérifie
	R462-R463	567,85	566,32	29,8	0,051	0,091	0,001	0,092	100	196,15	315	289	3,931	0,258	0,356	0,913	0,412	3,587	0,823	0,119	0,02	0,002	Autocurage vérifie
R463-R452	566,32	565,36	29,8	0,032	0,100	0,001	0,101	100	221,80	315	289	3,114	0,204	0,495	0,997	0,496	3,104	0,686	0,143	0,02	0,001	Autocurage vérifie	
D14	R452-R464	565,36	564,36	45,38	0,022	1,568	0,065	1,634	75	753,45	800	800	3,808	1,913	0,854	1,131	0,710	4,307	1,780	0,568	0,12	0,046	Autocurage vérifie
	R464-R465	564,36	563,42	42	0,022	1,581	0,066	1,646	75	753,47	800	800	3,837	1,928	0,854	1,131	0,710	4,340	1,789	0,568	0,12	0,046	Autocurage vérifie
	R465-R466	563,42	563,23	35,3	0,005	1,592	0,066	1,657	100	885,77	1000	1000	2,911	2,286	0,725	1,084	0,629	3,156	1,274	0,629	0,16	0,043	Autocurage vérifie
	R466-R467	563,23	562,9	33,4	0,010	1,602	0,066	1,667	100	792,34	800	800	3,398	1,707	0,977	1,140	0,788	3,875	1,657	0,631	0,10	0,049	Autocurage vérifie
	R467-R368	562,9	560,94	18,5	0,105	1,607	0,066	1,673	100	508,84	630	580	4,880	1,289	1,298	1,126	0,943	4,960	2,609	0,765	0,06	0,053	Autocurage vérifie
	R368-R468	560,94	560,67	41,7	0,006	6,616	0,109	6,725	75	1611,53	1800	1800	3,544	9,014	0,746	1,091	0,643	3,867	1,111	0,157	0,79	0,019	Autocurage vérifie
D15	R469-R470	560,68	560,24	47,1	0,009	0,014	0,001	0,014	100	134,83	315	289	1,676	0,110	0,131	0,679	0,245	1,138	0,320	0,071	0,01	0,001	Autocurage vérifie
	R470-R468	560,24	559,67	47,1	0,012	0,029	0,001	0,029	100	166,57	315	289	1,908	0,125	0,231	0,816	0,324	1,557	0,380	0,094	0,01	0,001	Autocurage vérifie
D16	R468-R471	559,67	559,15	29,9	0,017	6,654	0,109	6,763	75	1341,92	1500	1500	4,140	7,31	0,925	1,139	0,752	4,717	1,404	0,129	0,62	0,036	Autocurage vérifie
	R471-R472	559,15	558,64	29,9	0,017	6,663	0,109	6,772	75	1347,50	1500	1500	4,090	7,224	0,937	1,139	0,760	4,660	1,393	0,940	0,61	0,037	Autocurage vérifie
	R472-R473	558,64	558,17	26,6	0,018	6,671	0,109	6,780	75	1339,70	1500	1500	4,180	7,383	0,918	1,139	0,748	4,762	1,413	0,923	0,62	0,035	Autocurage vérifie
D17	R474-R475	562,07	561,51	41,1	0,014	0,013	0,001	0,013	100	119,48	315	289	2,023	0,133	0,095	0,627	0,208	1,268	0,380	0,060	0,01	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 (m)	Qps/10- Qeu	Qps/100- Qeu	Vitesse Autocurage
D17	R475-R476	561,51	560,97	40,1	0,013	0,025	0,001	0,025	100	154,57	315	289	2,011	0,132	0,189	0,762	0,293	1,533	0,394	0,085	0,01	0,001	Autocurage vérifie
	R476-R477	560,97	560,31	48,7	0,014	0,040	0,001	0,040	100	184,10	315	289	2,018	0,132	0,301	0,879	0,374	1,774	0,414	0,108	0,01	0,001	Autocurage vérifie
	R477-R478	560,31	559,81	36,7	0,014	0,051	0,001	0,051	100	201,86	315	289	2,024	0,133	0,385	0,929	0,431	1,879	0,428	0,125	0,01	0,001	Autocurage vérifie
	R478-R479	559,81	559,28	39,2	0,014	0,063	0,001	0,063	100	218,80	315	289	2,016	0,132	0,477	0,986	0,486	1,988	0,441	0,141	0,01	0,001	Autocurage vérifie
	R479-R480	559,28	558,67	45,2	0,013	0,076	0,001	0,077	100	235,78	315	289	2,015	0,132	0,582	1,042	0,544	2,099	0,457	0,157	0,01	0,001	Autocurage vérifie
	R480-R473	558,67	558,17	41,3	0,012	0,089	0,001	0,090	100	254,83	315	289	1,907	0,125	0,716	1,081	0,624	2,062	0,452	0,180	0,01	0,001	Autocurage vérifie
D18	R473-133	558,17	557,32	52,5	0,016	6,776	0,110	6,886	75	1369,42	1500	1500	3,960	6,994	0,984	1,141	0,795	4,518	1,369	0,992	0,59	0,040	Autocurage vérifie
	R133-R481	557,32	557,11	45,2	0,005	7,439	0,112	7,551	75	1791,59	1800	1800	3,000	7,631	0,990	1,142	0,799	3,425	1,013	0,939	0,65	0,036	Autocurage vérifie
	R481-R482	557,11	556,9	45,2	0,005	7,439	0,112	7,551	75	1791,30	1800	1800	3,002	7,63	0,989	1,142	0,799	3,426	1,013	0,938	0,65	0,036	Autocurage vérifie
	R482-R483	556,9	556,68	45,5	0,005	7,439	0,112	7,551	75	1778,24	1800	1800	3,061	7,785	0,970	1,140	0,783	3,489	1,026	0,909	0,66	0,035	Autocurage vérifie
	R483-R484	556,68	556,47	44,8	0,005	7,439	0,112	7,551	75	1788,39	1800	1800	3,015	7,66	0,985	1,141	0,795	3,440	1,016	0,931	0,65	0,036	Autocurage vérifie
	R484-R485	556,47	556,25	45,8	0,005	7,439	0,112	7,551	75	1780,21	1800	1800	3,052	7,762	0,973	1,140	0,785	3,479	1,024	0,913	0,66	0,035	Autocurage vérifie
	R485-R486	556,25	556,05	43,2	0,005	7,439	0,112	7,551	75	1792,72	1800	1800	2,995	7,618	0,991	1,142	0,801	3,420	1,012	0,941	0,64	0,036	Autocurage vérifie
	R486-R487	556,05	555,84	45,6	0,005	7,439	0,112	7,551	75	1794,41	1800	1800	2,988	7,599	0,994	1,142	0,803	3,412	1,011	0,945	0,64	0,036	Autocurage vérifie
	R487-R488	555,84	555,62	45,6	0,005	7,439	0,112	7,551	75	1779,19	1800	1800	3,056	7,774	0,971	1,140	0,784	3,484	1,025	0,911	0,66	0,035	Autocurage vérifie
	R488-R489	555,62	555,42	44,07	0,005	7,439	0,112	7,551	75	1799,12	1800	1800	2,967	7,546	1,001	1,143	0,810	3,392	1,006	0,957	0,64	0,037	Autocurage vérifie
	R489-R490	555,42	555,2	45,7	0,005	7,439	0,112	7,551	75	1779,84	1800	1800	3,053	7,766	0,972	1,140	0,785	3,481	1,024	0,913	0,66	0,035	Autocurage vérifie
	R490-R491	555,2	554,99	44,8	0,005	7,439	0,112	7,551	75	1788,39	1800	1800	3,015	7,668	0,985	1,141	0,795	3,440	1,016	0,931	0,65	0,036	Autocurage vérifie
	R491-R492	554,99	554,78	44	0,005	7,439	0,112	7,551	75	1782,21	1800	1800	3,043	7,739	0,976	1,140	0,788	3,469	1,022	0,918	0,66	0,035	Autocurage vérifie
	R492-R493	554,78	554,57	45,2	0,005	7,439	0,112	7,551	75	1791,74	1800	1800	3,000	7,629	0,990	1,142	0,799	3,424	1,013	0,939	0,65	0,036	Autocurage vérifie
	R493-R494	554,57	554,36	45,1	0,005	7,439	0,112	7,551	75	1791,07	1800	1800	3,003	7,637	0,989	1,141	0,799	3,428	1,014	0,937	0,65	0,036	Autocurage vérifie
	R494-R495	554,36	554,15	44,7	0,005	7,439	0,112	7,551	75	1787,87	1800	1800	3,017	7,674	0,984	1,141	0,794	3,442	1,017	0,930	0,65	0,036	Autocurage vérifie
	R495-R496	554,15	553,57	46,4	0,012	7,439	0,112	7,551	75	1488,02	1500	1500	4,359	7,69	0,981	1,141	0,792	4,972	1,467	0,987	0,65	0,035	Autocurage vérifie
	R496-DO	553,57	553,37	40,9	0,005	7,439	0,112	7,551	75	1774,69	1800	1800	3,077	7,826	0,965	1,140	0,779	3,507	1,029	0,902	0,67	0,034	Autocurage vérifie
	DO-R497	553,34	552,61	45	0,016	7,439	0,112	7,551	75	1416,88	1500	1500	3,970	7,012	1,077	1,105	0,927	4,388	1,385	0,991	0,58	0,042	Autocurage vérifie
	R497-R498	552,61	552,03	45,1	0,013	7,439	0,112	7,551	75	1480,00	1500	1500	4,422	7,811	0,967	1,014	0,781	4,484	1,480	0,971	0,66	0,034	Autocurage vérifie
R498-R499	552,03	551,36	44,8	0,015	7,439	0,112	7,551	75	1439,18	1500	1500	3,760	6,641	1,137	0,567	0,830	2,130	1,339	0,995	0,55	0,046	Autocurage vérifie	
R499-STEP	551,36	551,15	42,1	0,005	7,439	0,112	7,551	75	1768,23	1800	1800	3,107	7,903	0,956	1,139	0,772	3,540	1,036	0,990	0,67	0,033	Autocurage vérifie	