



## MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

**Option : CONCEPTION DES SYSTEMES D'ASSAINISSEMENT**

**THEME :**

**Diagnostic et réhabilitation du réseau d'assainissement de  
la commune du Ouarizane (wilaya de Relizane)**

**Présenté par :**  
**LAICHE Assia**

**Devant les membres du jury**

| <b>Nom et Prénoms</b> | <b>Grade</b> | <b>Qualité</b> |
|-----------------------|--------------|----------------|
| MOKRANE Wahiba        | M.C.B        | Président      |
| SALHI Chahrazed       | M.C.B        | Membre         |
| KADI Latifa           | M.C.A        | Membre         |
| MEDDI Mohamed         | Professeur   | Promoteur      |

# ❧ *Remerciements* ❧

En préambule à ce projet , je remercie ALLAH qui m'aide donné la patience et le courage durant ces longues années d'étude.

Je ne saurais jamais assez remercier la lumière de ma vie, mes parents qui par leurs prières et leurs encouragements ,j'ai pu surmonter tous les obstacles.

Je tiens également à exprimer mes profonds remerciements à mon promoteur Mr.MEDDI pour l'aide qui m'a offert durant la période de la réalisation de ce travail.

J'exprime aussi mes vifs remerciements aux membres du jury qui me feront l'honneur d'évaluer et d'apprécier mon travail.

Mes remerciements vont à tous les enseignants de l'ECOLE NATIONALE SUPERIEUR de l'HYDRAULIQUE et particulièrement à ceux et celle qui ont contribué à ma formation.

J'exprimer mes vifs remerciements à toute personne qui m'a aidé à élaborer ce présent travail..

LAICHE Assia

# *œ Dédicace œ*

Je dédie ce mémoire à mes parents, dont l'affection, le dévouement et le soutien constant ont été les fondements de ma réussite scolaire. Leurs principes et leur exemple ont toujours été une source d'inspiration.

Ama belle sœur «Meriem» et son mari et ses enfants «Haroun ,Abdelbarri»

Ames amies« Hanane , Nour el houda ,chaima ,Medjda ,Ahlem ,Salima».

A tout ce qui j'aime et qui je porte dans mon cœur.

## ملخص:

تهدف هذه الدراسة الى معاينة الخلل الذي تعاني منه شبكة التطهير في الوسط الحضري لمدينة واريزان بولاية غليزان ، وذلك عن طريق تشخيص ميداني للأضرار ومدى صلاحية الشبكة للاستعمال المستقبلي مع تطور نسبة السكان والعمران في المدينة، وعن طريق جمع المعلومات وتطبيق المعارف النظرية نخلص الى خطة من أجل إعادة تهيئة و توسيع الشبكة حتى تتمكن من تحقيق الأهداف المسطرة مسبقا ودورها الطبيعي في ضمان استقرار حياة الإنسان ، و كذا ضمان الحد الأدنى من المتطلبات الصحية للتجمع السكاني.

**الكلمات المفتاحية:** التشخيص، الصرف الصحي، مياه الصرف الصحي ومياه الأمطار، توسعة الشبكة.

## Résumé :

la commune de Ouarizane située dans la wilaya de Relizane connaît plusieurs problèmes d'assainissement dont le réseau actuel qui est vétuste et d'ancien construction dans plusieurs parties de la ville. Les dimensions des conduites existantes sont insuffisantes pour prendre en charge le drainage des eaux pluviales causant ainsi des débordements en période de pluie.

Ils a été constater un dégradation physique des ouvrages hydrauliques de ce système voire même quelque sous dimensionnement se qui montre sont incapacités a l'horizon future.

Notre objectif consiste d'abord a diagnostiqué de ce système en vu de leurs redimensionner .

**Mots clés :** assainissement, réseau, dimensionnement, diagnostiqué , redimensionner.

## Abstract :

The main objective of this study is to spot the anomalies and problems from which suffer the sewer system of the city of Ouarizane, by inspecting them in field and evaluating how usable is the sewer system and its ability to maintain functioning in the face of the rapidly exploding population growth and city expansion, the evaluation can be done by collecting all the available data and applying the theoretical knowledge, the part of the old sewer system which deemed to be still usable are left while another system is being projected to assure the main objective of sewer systems which is cleansing urban areas and assuring a good healthy environment and life for humans.

**Keywords:** Diagnosis, Discharge, Sewage, Sewage and rainwater.

# Sommaire

|                       |  |
|-----------------------|--|
| Liste des tableaux    |  |
| Liste des figures     |  |
| Liste des planches    |  |
| Introduction générale |  |

## **CHAPITRE -I- Présentation de la zone d'étude.**

|  |   |
|--|---|
| Introduction .....                               | 1 |
| I.- Présentation de la commune de OUARIZANE..... | 1 |
| I.1- Situation topographies .....                | 2 |
| I.2.- Situation géographique .....               | 2 |
| I.3- Sismicité .....                             | 3 |
| I.4-Situation climatique.....                    | 3 |
| I.4.1- Climat .....                              | 3 |
| I.3.1- Température .....                         | 4 |
| I.3.2- Pluviométrie .....                        | 4 |
| I.3.3- Le vent .....                             | 5 |
| I.3.4- Humidité .....                            | 5 |
| I.5-Situation hydraulique.....                   | 6 |
| I.5.1-Alimentation en eaux potable .....         | 6 |
| I.5.2-Assainissement .....                       | 6 |
| Conclusion.....                                  | 6 |

## **CHAPITRE-II- Etude hydraulique**

|  |   |
|--|---|
| Introduction .....   | 7 |
| Averses.....   | 7 |
| II.1-Choix de période de retour .....                            | 7 |
| II.2- Détermination de l'intensité moyenne de précipitation..... | 7 |
| II.3-Analyse des données pluviométrique.....                     | 8 |
| II.4.1-Les caractéristiques de cette série .....                 | 8 |
| II.4.2- Vérification de l'homogénéité de la série .....          | 9 |

|  |    |
|--|----|
| II.5- Choix de la loi d'ajustement .....   | 11 |
| II.5.1- Ajustement de la série pluviométrique à la loi de Gumbel (manuelle) .....  | 11 |
| II.5.2-Ajustement de la série pluviométrique à la loi de Galton(Log normale) .....   | 15 |
| II.5.2.1- Calcul des paramètres d'ajustement par la loi de Galton .....  | 16 |
| II.5.3-Ajustement de la série pluviométrique à la loi de GEV .....   | 18 |
| II.6- Choix de l'ajustement à adopter.....   | 20 |
| II.6.1- Application du test khi-deux $\chi^2$ .....  | 20 |
| II.7-Calcul de l'intensité de la pluie de durée 15 minutes et période de retour de 10 ans parla<br>formule de MONTANARI..... | 21 |
| Conclusion.....  | 22 |

### **CHAPITRE-III- Diagnostic du système d'évacuation**

|  |    |
|--|----|
| Introduction .....   | 22 |
| III.1- Objectif de diagnostic .....                            | 22 |
| III.2-Avantage de diagnostic .....                             | 22 |
| III.3-Role de diagnostic.....                                  | 22 |
| III.4- Aperçu général du réseau d'assainissement existant..... | 23 |
| III.5-Diagnostic.....  | 23 |
| III.5.1-Diagnostic physique.....                               | 23 |
| III.5.2- Diagnostic hydraulique .....                          | 26 |
| III.6- Recommandation.....                                     | 26 |
| Conclusion.....  | 27 |

### **CHAPITRE-IV- Calcul de base**

|   |    |
|---|----|
| Introduction .....  | 28 |
| IV.1- Evaluation de la population.....                                | 28 |
| IV.2- Système d'évacuation des eaux usées et des eaux pluviales ..... | 29 |
| IV.2.1- Système séparatif.....  | 29 |
| IV.2.2- Système unitaire .....  | 29 |
| IV.2.3- Système mixte .....   | 29 |

|  |    |
|--|----|
| IV.2.4- Système pseudo séparatif .....                           | 30 |
| IV.2.5- Système composite .....                                  | 30 |
| IV.3- Choix du système d'évacuation.....                         | 30 |
| IV.4- Schémas d'évacuation.....                                  | 32 |
| IV.4.1- Schéma Perpendiculaire .....                             | 32 |
| IV.4.2- Schéma par Déplacement Latéral .....                     | 32 |
| IV.4.3- Schéma à Collecteur Transversal ou Oblique.....          | 33 |
| IV.4.4- Schéma à Collecteur Etagé.....                           | 34 |
| IV.4.5- Schéma Type Radial .....                                 | 35 |
| IV.5- Choix du schéma du réseau d'évacuation .....               | 36 |
| IV.6- Délimitation des sous bassins.....                         | 36 |
| IV.7- Choix du coefficient de ruissellement.....                 | 36 |
| IV.8- Calcul du nombre d'habitants pour chaque sous bassin ..... | 39 |
| Conclusion.....  | 41 |

## **CHAPITRE-V- Evaluation des débits**

|   |    |
|---|----|
| Introduction .....  | 42 |
| V.1-Originé et nature des eaux à évacuer .....                              | 42 |
| V.1.1- Les eaux usées .....   | 42 |
| V.1.1.1- Les eaux usées d'origine domestique.....                           | 42 |
| V.1.1.2- Les eaux usées des services publics .....                          | 42 |
| V.1.1.3- Les eaux usées industrielles.....                                  | 42 |
| V.1.1.4- Les eaux parasites .....   | 44 |
| V.1.2- Les eaux pluviales.....  | 44 |
| V.2- Estimation des débits des eaux usées.....                              | 45 |
| V.2.1- Evaluation des débits d'eaux usées domestiques.....                  | 45 |
| V.2.2- Estimation des débits des eaux usées des établissements publics..... | 47 |
| V.2.3- Estimation des débits des eaux parasites .....                       | 48 |
| V.2.4- Débits totaux des eaux usées à évacuer .....                         | 49 |
| V.3- Les eaux pluviales .....   | 50 |
| V.3.1- Estimation des débits des eaux pluviales.....                        | 51 |
| V.3.2- La méthode rationnelle.....  | 51 |

|   |    |
|---|----|
| V.3.3- Hypothèse de la méthode rationnelle .....                    | 52 |
| V.3.4- Validité de la méthode rationnelle .....                     | 52 |
| V.3.5- Le temps de concentration.....                               | 52 |
| V.3.6- Coefficient réducteur de l'intensité.....                    | 53 |
| V.3.7- Critique de la méthode rationnelle .....                     | 54 |
| V.3.8-Application de la méthode rationnelle.....                    | 54 |
| V.4- Calcul des débits totaux pour chaque surface élémentaire ..... | 55 |
| Conclusion.....   | 56 |

## **CHAPITRE -VI- Calcul hydraulique du réseau**

|   |    |
|---|----|
| Introduction .....  | 57 |
| VI.1-Conception du réseau d'assainissement.....                       | 57 |
| VI.2-Dimensionnement du réseau d'assainissement .....                 | 58 |
| VI.2.1- Conditions d'écoulement et de dimensionnement .....           | 58 |
| VI.2.2- Mode de calcul .....  | 58 |
| VI.2.3- Formules d'écoulements .....                                  | 60 |
| VI.3- Dimensionnement du réseau d'assainissement (horizon 2050) ..... | 61 |
| Conclusion.....   | 61 |

## **CHAPITRE- VII - Les Eléments Constitutifs Du Réseau**

|  |           |
|--|-----------|
| Introduction .....                                   | 62        |
| VII.1-Ouvrages principaux.....                       | 62        |
| VII.1.1-Canalisation.....                            | 62        |
| VII.1.1.1- Formes et sections des canalisation ..... | 62        |
| VII.1.1.2-Type de canalisation .....                 | 62        |
| VII.1.1.3- Choix du type de canalisation .....       | 63        |
| VII.2- Les ouvrages annexes .....                    | 64        |
| VII.2.1- Les ouvrages normaux.....                   | 64        |
| VII.2.2- Les ouvrages spéciaux.....                  | 66        |
| VII.2.2.1- Les déversoirs d'orage.....               | 66        |
| Conclusion.....                                      | <b>72</b> |

## **CHAPITRE- VIII – Organisation de chantier**

|   |    |
|---|----|
| Introduction .....  | 73 |
| VII.1-Les étapes de réalisation d'un projet .....                   | 74 |
| VI.1.1- Manutention et stockage des conduites.....                  | 74 |
| VI.1.2- Découpage de la couche de terre végétale et de godrons..... | 74 |
| VI.1.3-Installation des jalons des piquets .....                    | 74 |
| VI.1.4- Exécution des tranchées.....                                | 74 |
| VI.1.5- Aménagement du lit de sable .....                           | 74 |
| VI.1.6- Assemblage des conduites .....                              | 75 |
| VI.1.7-La mise en place des canalisation .....                      | 75 |
| VI.1.8- Essais sur les joints et les canalisation.....              | 75 |
| VI.1.9-Construction des regards.....                                | 75 |
| VI.1.10- Réalisation des branchements.....                          | 75 |
| VI.1.11- Remblai des tranches et compactage .....                   | 76 |
| VI.2- Choix des engins de terrassement.....                         | 61 |
| VI.3- Devis quantitatif et estimative .....                         | 61 |
| VI.3.1- Volume du décapage de la couche végétale.....               | 74 |
| VI.3.2- Volume du déblai des tranches.....                          | 74 |
| VI.3.3- Volume occupé par le lit de sable.....                      | 74 |
| VI.3.4-Volume occupé par les conduites .....                        | 74 |
| VI.3.5- Volume de l'enrobage.....                                   | 74 |
| VI.3.6- Volume de remblai de protection .....                       | 74 |
| VI.3.7- Volume excédentaire .....                                   | 75 |
| Conclusion.....   | 61 |

# Liste des tableaux

## Chapitre - I -Présentation de la zone d'étude

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Tableau I.01</b> : Températures mensuelles et annuelles de la région d'OUARIZANE .... | <b>04</b> |
| <b>Tableau I.02</b> : Répartition mensuelles de la pluviométrie .....                    | <b>04</b> |
| <b>Tableau I.03</b> : :Vitesses moyennes mensuelles des vents.(2007-2016).....           | <b>05</b> |
| <b>Tableau I. 04</b> : Humidités moyennes mensuelles.(2007-2016).....                    | <b>05</b> |

## Chapitre - II - Etude Hydrologique

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Tableau II.01</b> : Identification de la station pluviométrique .....  | <b>08</b> |
| <b>Tableau II-02:</b> Caractéristiques de la série avec n=32ans.....  | <b>08</b> |
| <b>Tableau II.03</b> : calcule paramètre de la médiane.....   | <b>10</b> |
| <b>Tableau II.04</b> :Résultat du test de la médiane.....   | <b>11</b> |
| <b>Tableau II-05</b> : Résultat de l'ajustement à la loi de Gumbel (Hyfran).....  | <b>14</b> |
| <b>Tableau II-06</b> : Ajustement de la série pluviométrique à la loi de Gumbel pour la période de retour de 10 ans ..... | <b>14</b> |
| <b>Tableau II-07</b> :Le tableau suivant représente les calculs par logicielle HYFRAN .....                               | <b>17</b> |
| <b>Tableau II-08</b> : Ajustement de la série pluviométrique à la loi de GALTON.....                                      | <b>17</b> |
| <b>Tableau II-09</b> : Résultats de l'ajustement à la loi de GEV (hyfran).....  | <b>19</b> |
| <b>Tableau II-10</b> : Ajustement de la série pluviométrique à la loi de GEV pour la période de retour de 10ans.....      | <b>19</b> |

## Chapitre - IV - Calcule de Base

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Tableau IV.1</b> : Répartition de la population à différents horizons de calcul.....         | <b>28</b> |
| <b>Tableau IV.2:</b> Avantages et inconvénients des trois systèmes de réseaux.....              | <b>31</b> |
| <b>Tableau IV.3:</b> Estimation du coefficient de ruissellement suivant la nature des surfaces. | <b>37</b> |
| <b>Tableau IV.4</b> :coefficient de ruissèlement en fonction de la surface drainée.....         | <b>37</b> |
| <b>Tableau IV.5</b> :Coefficient de ruissellement en fonction de la catégorie d'urbanisation.   | <b>38</b> |
| <b>Tableau IV.6</b> : Coefficient de ruissellement en fonction de la densité de la population.  | <b>38</b> |
| <b>Tableau IV.7:</b> Valeurs de coefficients de ruissellement pour chaque sous bassin.....      | <b>39</b> |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Tableau IV.8</b> : Calcul de nombre d'habitant de chaque sous bassin..... | <b>41</b> |
|--|-----------|

## **Chapitre -V- Evaluation des débits**

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Tableau V-1</b> : Débits des eaux usées domestiques pour chaque sous bassin..... | <b>46</b> |
|---|-----------|

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Tableau V-2</b> : Débits des eaux usées des équipements publiques pour chaque sous bassin..... | <b>48</b> |
|---|-----------|

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Tableau V-3</b> : Débits des eaux parasites..... | <b>49</b> |
|---|-----------|

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Tableau V-4</b> : Débits totaux des eaux usées à évacuer pour chaque sous bassin..... | <b>50</b> |
|--|-----------|

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Tableau V-5</b> : Estimation des débits pluvieux pour chaque sous bassin..... | <b>54</b> |
|--|-----------|

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Tableau V-6</b> : Calcul des débits totaux pour chaque surface élémentaire..... | <b>55</b> |
|--|-----------|

## **Chapitre -VI- Calcul hydraulique du réseau**

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Tableau VI.1</b> : Le Coefficient de Manning-Strickler (ks) en fonction de la nature des parois... | <b>59</b> |
|---|-----------|

## **Chapitre – VII- Les Eléments Constitutifs du Réseau**

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Tableau VII.1</b> : les caractéristiques de déversoirs d'orage..... | <b>71</b> |
|--|-----------|

## **Chapitre - VIII – Organisation de chantier**

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Tableau VIII.1</b> : Devis quantitatif et estimatif du réseau ..... | <b>81</b> |
|--|-----------|

# Liste des figures

## Chapitre - I -Présentation de la zone d'étude

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Figure I.1</b> :Situation de la commune d'OUARIZANE dans la wilaya de RELIZANE... | <b>01</b> |
| <b>Figure.I.2</b> : Situation géographique de la zone d'étude(MAPS).....             | <b>02</b> |
| <b>Figure I.3</b> : Carte de zonage sismique du territoire national.....             | <b>03</b> |

## Chapitre - II - Etude Hydrologique

|  |            |
|--|------------|
| <b>Figure II.1</b> :Situation des stations pluviographique et climatologique ..... | <b>08</b>  |
| <b>Figure II-2</b> : Ajustement de la série pluviométrique à la loi de GUMBEL..... | <b>15</b>  |
| <b>Figure II-3</b> : Ajustement de la série pluviométrique à la loi de GALTON..... | <b>18</b>  |
| <b>Figure II-4</b> : Ajustement de la série pluviométrique à la loi de GEV.....    | <b>208</b> |

## Chapitre-III- Diagnostic du système d'évacuation

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Figure III.01</b> : : Etat des regards (25/04/2024).....        | <b>24</b> |
| <b>Figure III.02</b> : Etat des bouches d'égouts (25/04/2024)..... | <b>25</b> |
| <b>Figure III.03</b> : Etat <i>rejet N°01</i> (25/04/2024).....    | <b>25</b> |

## Chapitre - IV - Calcule de Base

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Figure IV.1</b> . Divers systèmes d'évacuation.....                | <b>30</b> |
| <b>Figure IV.2</b> : schéma perpendiculaire .....                     | <b>32</b> |
| <b>Figure IV.3</b> : schéma par déplacement Latéral.....              | <b>33</b> |
| <b>Figure IV.4</b> : Schéma à Collecteur Transversal ou Oblique ..... | <b>34</b> |
| <b>Figure IV.5</b> : Schéma à Collecteur étagé.....                   | <b>34</b> |
| <b>Figure IV.6</b> : Schéma Type Radial.....                          | <b>34</b> |

## Chapitre – VII- Les Eléments Constitutifs du Réseau

|  |           |
|--|-----------|
| <b>FigureVII.1</b> : Exemple d'un branchement simple.....                          | <b>64</b> |
| <b>Figure VII.2</b> : Exemple d'une bouche d'égout (Pénétration par le haut )..... | <b>65</b> |
| <b>Figure VII-3</b> : Exemple d'un ouvrage type "trou dans le mur".....            | <b>67</b> |
| <b>Figure VII-4</b> : Exemple de déversoir à ouverture de radier.....              | <b>67</b> |
| <b>Figure VI1-5</b> : :Exemple de déversoir à seuil latéral simple.....            | <b>67</b> |

**Figure VII-6** :Exemple de déversoir à double seuil..... 68

**Figure VII-7** : Déversoir à seuil frontal..... 68

### **Chapitre -VIII – Organisation de chantier**

**Figure VIII.1** : Les différentes engins de terrassement..... 74

## Liste des planches

**Planche N°01/04** : Plan de masse avec découpage des sous bassin.

**Planche N°02/04** : Tracé du réseau d'assainissement.

**Planche N°03/04** : Profil en long du collecteur principal.

**Planche N°04/04** : Les ouvrages annexes et éléments d'égout.

# Introduction générale

L'eau est un élément vital et une source précieuse qui constitue un facteur décisif pour la croissance et le développement socio-économique.

Un système d'assainissement permet d'acheminer les eaux usées en provenance des différents services vers un traitement de manière à rejeter une eau assainie dans l'environnement.

Jusqu'au XIX<sup>ème</sup> siècle, le rejet des eaux usées était peu contrôlé. Le rejet se faisant directement dans la rue ou les oueds. Il existait cependant des fosses d'aisance pour récupérer les excréments humains. Une fois pleines, elles devaient être vidangées, ces fosses présentaient souvent des fuites pouvant polluer les points de puisage d'eau et occasionner des épidémies.

A présent, avec l'accélération du développement démographique et économique, en milieu urbain ainsi que l'évolution du mode de vie, ces fosses sont transformées des réseaux de collecte des eaux usées et pluvial qui nécessitent un entretien régulier qui est rendu obligatoire par la loi.

En effet, le développement rapide de la population en milieu urbain ainsi que l'évolution du mode de vie entraînent un accroissement considérable des structures urbaines impliquant des besoins en eau importants. Ces derniers, faut-il le souligner, se traduisent par un accroissement permanent du volume des rejets polluants.

Notre étude porte sur le diagnostic et la réhabilitation du réseau d'assainissement de la commune de Ouarizane wilaya du Relizane. Devant l'extension de la ville et la croissance démographique le réseau existant connaît beaucoup d'anomalies liées à la fiabilité de l'évacuation des eaux pluviales et usées. On note aussi le problème des contre pentes et des regards en trop plein ainsi que l'inexistence de réseau dans certaine zone et leurs vétustés.

Toutes ces conditions font des stagnations des eaux usées dans les rues et du débordassions des regards.

Afin de remédier à cette situation, par le biais de ce travail, nous proposons, un diagnostic du système d'assainissement pour qu'on puisse connaître les solutions pour assurer l'évacuation des eaux pluviales et usées dans des bonnes conditions.

Notre étude nécessite de passer par les étapes suivantes :

Relever l'état actuel du système d'assainissement existant en effectuant plusieurs visites du terrain.

Calculer le débit des eaux usées et débit des eaux pluviales provenant de la zone d'étude ce qui nécessite une étude hydrologique pour évaluer l'intensité moyenne des précipitations qui se traduiront en débit pluvial.

Le calcul hydraulique nous permettra de dimensionner le réseau et de définir les paramètres existants en proposant une autre variante de modification nécessaire dans le cas où les collecteurs actuels ne remplissent plus leurs missions.



# CHAPITRE I

*Présentation de la*

*Zone d'étude*

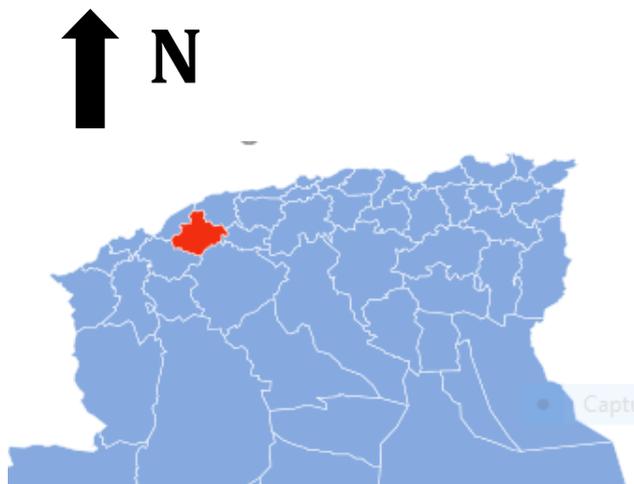
## Introduction

Avant d'entamer un projet d'assainissement, il est impératif de procéder à une analyse préliminaire de la zone d'étude. Cette étape essentielle consiste à prendre en compte divers facteurs qui impactent la conception du projet. Parmi ceux-ci figurent l'évolution démographique, les données climatiques et pluviométriques. Ces éléments fournissent des informations cruciales pour orienter le choix des méthodes appropriées et garantir la réussite du projet.

### I.1 Présentation de la commune de Ouarizane

La ville de Ouarizane fait partie de la daïra d'Oued Rhiou elle est située à 47 km environ du Nord-Ouest de la wilaya de Relizane., elle est limitée :

- Au Nord par : commune EL GUETTAR et MAZOUNA.
- à l'Est par : commune de SOBHA (CHLEF).
- à l'Ouest par : commune de DJIDIOUIA.
- Au Sud par : commune d'OUED RHIOU.



**Figure I. 1 :** Situation de la wilaya de Relizane  
**Source :** <https://fr.wikipedia.org>



**Figure I. 2:** Situation de la commune d'Ouarizane dans la wilaya de Relizane.  
**Source :** <https://fr.wikipedia.org>



Figure I. 2 : situation géographique de la zone d'étude(MAPS).

### I.1. Situation topographique

Dans la conception du réseau d'assainissement l'étude de la topographie s'avère indispensable et joue un rôle important, vu que l'évacuation des eaux s'effectue généralement gravitairement sauf dans certains cas où le relief exige un relevage. La commune d'Ouarizane présente un terrain accidenté, avec des altitudes fluctuant entre 154 mètres et 659 mètres.

### I.2. Situation géologique

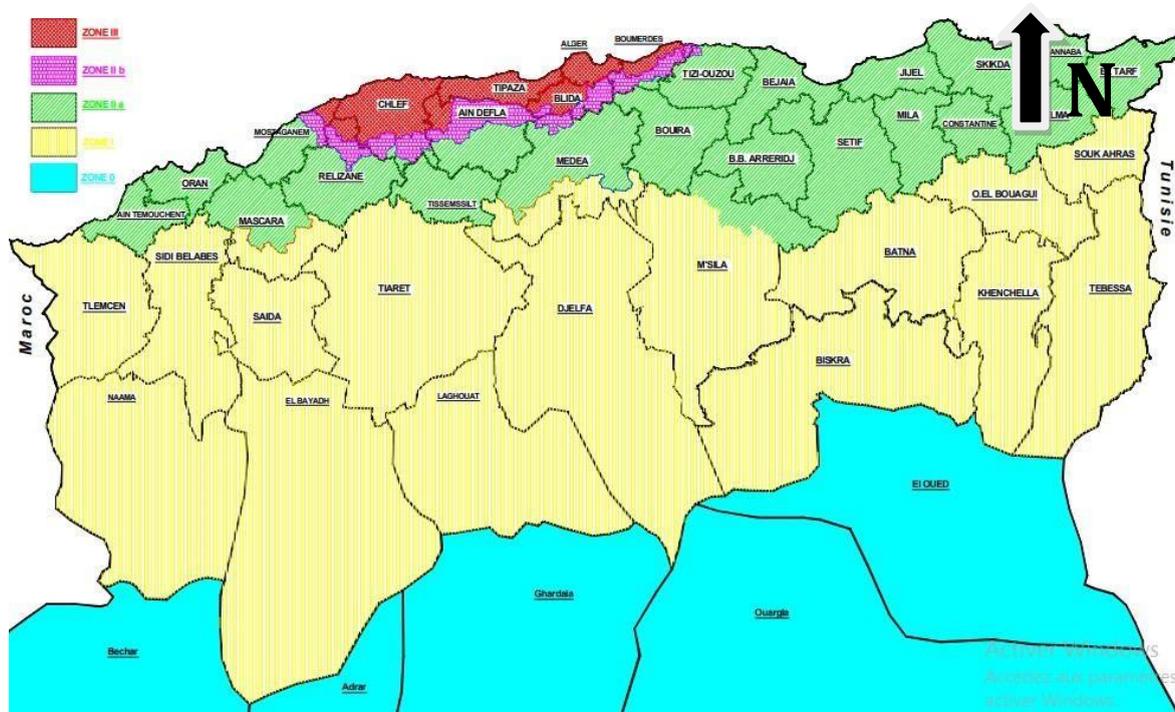
Le territoire de la commune d'Ouarizane est délimité comme suit :

- Au nord, il est bordé par une formation de calcaire tendre du miocène, où la roche mère est souvent exposée sous forme de bancs calcaires affleurant à la surface.
- À l'est et à l'ouest, la plaine principale est principalement constituée de sols alluvionnaires, comprenant des alluvions d'argile sableuse et des zones de colluvions résultant de l'érosion du massif calcaire. Ces zones contiennent des galets et des limons argileux.
- Au sud, on trouve des terrains de piémonts calcaires du miocène supérieur, où la roche mère est visible et offre des conditions très favorables pour la construction.

### I.3. Sismicité

Le territoire algérien est divisé en quatre zones sismiques (**Figure I.3**) :

- **Zone 0** : sismicité négligeable.
- **Zone I** : sismicité faible.
- **Zone II** : sismicité moyenne.
- **Zone III** : sismicité forte.



**Figure I. 3** : Carte de zonage sismique du territoire national

Source : RPA 99/ version 2003 Carte de zonage sismique d'Algérie

La Commune d'Ouarizane se situe sur une zone de moyenne sismicité, elle est classée en zone 2 et possède une sismicité moyenne à forte

- Très forte en zone de plaine.
- Moyennement forte de montagne (piémont)

### I.4. Situation climatique

#### I.4.1. Climat

La région d'Ouarizane comme présentant un climat aride ,se caractérise par un climat particulier, marqué par des contrastes saisonniers. Les étés sont très chauds, tandis que les hivers connaissent des températures plus fraîches.

**I.4.2. Température**

La répartition mensuelle de température entre l'année 2007 et 2016 est représentée dans (Tableau I.1) :

**Tableau I. 1:** Températures mensuelles et annuelles de la région d'Ouarizane(2007-2016)

| Mois                     | Sept | Oct  | Nov  | Dec  | Jan  | Fev  | Mars | Avr  | Mai  | Juin | Juil | Août |
|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| T <sub>moy</sub><br>(°C) | 27   | 21.3 | 13.8 | 11.5 | 10.2 | 11.3 | 13.7 | 19.1 | 23.8 | 28.8 | 32.9 | 32.2 |

**Source :** ONM de RELIZANE

La région présente un climat thermique avec des températures élevées en été et plus fraîches en hiver.

Les plus hautes températures sont enregistrées en juillet et août, parfois jusqu'à un mètre de profondeur dans la nappe.

Les plus basses températures se produisent en janvier, avec une moyenne de 10,2°C.

**I.4.3. Pluviométrie**

Le Tableau I.2 représente les précipitations moyennes mensuelles de la région d'Ouarizane entre l'année 2007 et 2016

**Tableau I.2:** Répartition mensuelles de la pluviométrie(2007-2016)

| Mois      | Sept  | Oct  | Nov  | Dec  | Jan  | Fev  | Mars | Avr  | Mai  | Juin | Juil | Août |
|-----------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| P<br>(mm) | 12.67 | 28.3 | 50.8 | 36.5 | 35.4 | 34.6 | 28.7 | 30.1 | 20.8 | 2.4  | 0.57 | 2.8  |

**Source:** ANRH RELIZANE

Selon l'analyse du tableau I.2, on constate que le mois de novembre est le plus pluvieux, avec 50,8 mm de précipitations, tandis que le mois de juillet enregistre une faible pluviométrie de 0,57 mm. Le cumul annuel de précipitations est de 273,74 mm, dont 265,3 mm tombent entre octobre et mai.

Globalement, le climat de la région d'Ouarizane est marqué par une faible pluviométrie et une répartition très inégale tout au long de l'année.

#### I.4.4. Le vent

Vous trouverez les vitesses du vent répertoriées dans le **tableau I.3**.

**Tableau I.3:** Vitesses moyennes mensuelles des vents.(2007-2016)

| Mois       | Sept | Oct | Nov  | Dec  | Jan  | Fev  | Mars | Avr  | Mai | Juin | Juil | Août |
|------------|------|-----|------|------|------|------|------|------|-----|------|------|------|
| V<br>(m/s) | 2.67 | 2.5 | 2.45 | 2.61 | 2.35 | 2.85 | 2.97 | 2.91 | 3.3 | 3    | 2.87 | 2.9  |

**Source:** ONM de RELIZANE

Les principales directions de vent sont de l'ouest au nord-est. Les vents de l'ouest sont les plus nombreux durant l'automne, l'hiver et le début du printemps.

#### I.4.5. Humidité

L'humidité relative de l'air correspond à la concentration de vapeur d'eau présente dans un certain volume d'air. Elle est relativement élevée, ce qui réduit l'impact des températures élevées sur l'activation du processus d'érosion hydrique et le pouvoir évaporant de l'air, tout en apportant un apport d'eau considérable. La station de Relizane, qui est la plus proche du site du bassin, fournit les données d'humidité relatives dans le tableau ci-dessous :

**Tableau I. 4:** Humidités moyennes mensuelles.(2007-2016)

| Mois     | Sept | Oct  | Nov  | Dec  | Jan | Fev  | Mars | Avr  | Mai  | Juin | Juil | Août |
|----------|------|------|------|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|
| Hum<br>% | 45   | 56.4 | 63.4 | 71.5 | 64  | 57.5 | 52.6 | 53.9 | 45.7 | 37.6 | 39.4 | 36   |

**Source:** ONM de RELIZANE

La région présente une humidité relative plus élevée le matin tout au long de l'année, allant de 63 à 71 % en hiver et dessous de 36 % en été (tableau I.4). Cette teneur en humidité peut en partie pallier l'absence ou la rareté des précipitations, ce qui peut encourager la croissance des végétaux.

### I.5. Situations hydrauliques

#### I.5.1 Alimentation en eau potable

L'alimentation en eau potable de l'agglomération de Ouarizane est assurée à partir de 3 réservoir existant .

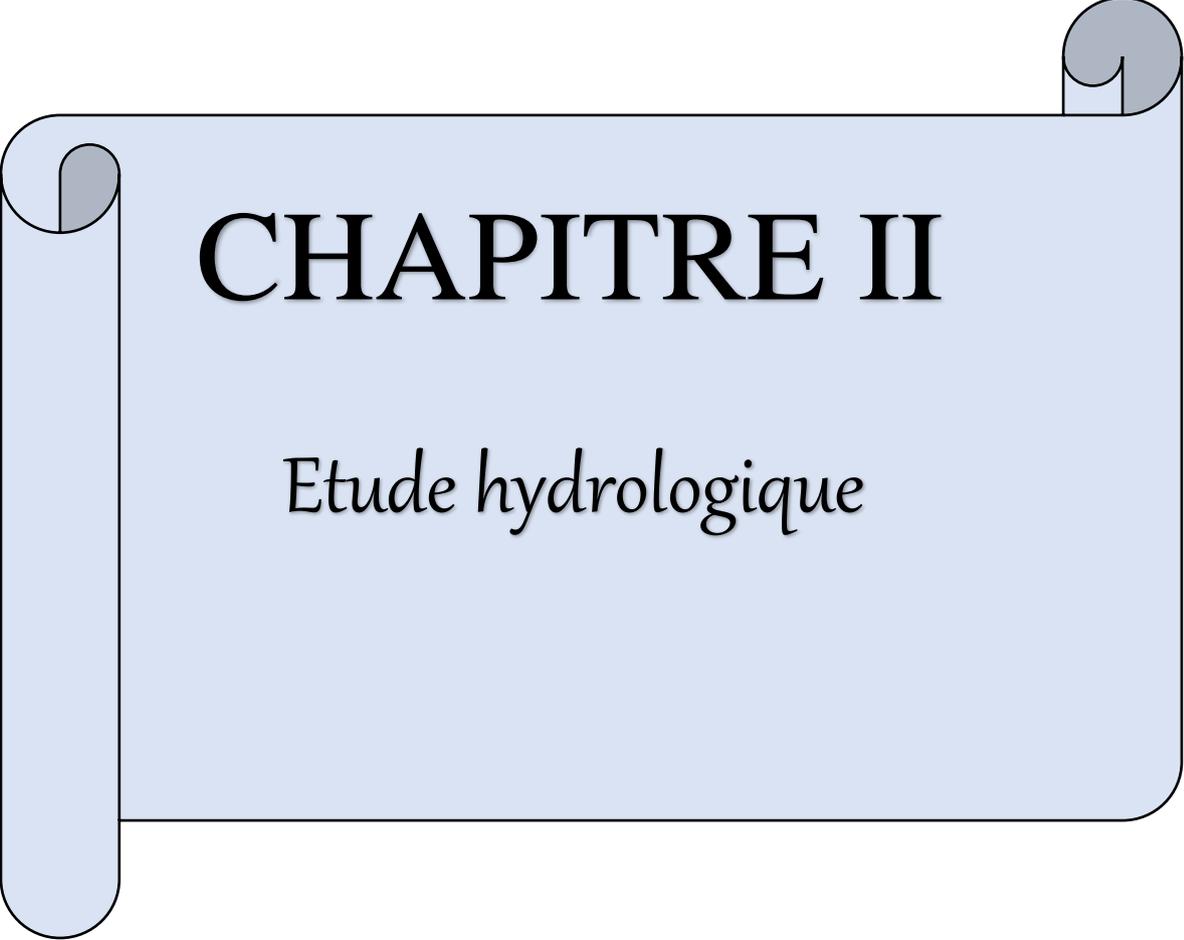
La dotation moyenne journalière est de l'ordre de **150 (l/j/hab)**.

#### I.5.2 Assainissement

La zone d'étude continent un réseau d'assainissement de type unitaire, comporte des conduites de différent diamètres allant de **DN250 - DN300** en **PVC** et de diamètre **500 -600** en **Béton Comprimé** et **800 - 1000** en **Béton Armé**.

### Conclusion

Dans cette partie nous avons élaboré les informations requises sur notre agglomération en ce qui concerne sa topographie, sa géologie, sa climatologie, sa démographie, ainsi que sa situation hydraulique qui démontre que le système d'évacuation est incapable de gérer les rejets, en particulier les eaux pluviales.



# CHAPITRE II

*Etude hydrologique*

## Introduction

Il est indispensable de mener une étude hydrologique pour la réalisation de projets hydroélectriques, la prévention des crues, l'assainissement, le drainage, l'irrigation et la creusement de barrages. Elle est essentielle dans les travaux d'assainissement, afin de déterminer de façon précise le débit spécifique des eaux pluviales pour une période de retour spécifique, en utilisant un modèle adéquat.

## Averses

Une averse correspond à un phénomène de pluie qui résulte d'une même perturbation météorologique, avec une durée qui peut varier de quelques minutes à plusieurs dizaines d'heures. Ces précipitations sont marquées par une intensité élevée et un ruissellement important.

Les orages représentent les averses les plus dangereuses, car ils se distinguent par une forte quantité de pluie dans un laps de temps limité et sont généralement très riches. Un hydrogramme permet de mesurer le volume d'eau qui tombe après avoir analysé les données d'un pluviographe qui enregistre la variation de la lame d'eau (H) tout au long du temps ( $\Delta t$ ).

### II.1 Choix de la période de retour

La période de retour correspond à la durée nécessaire pour qu'une averse d'une intensité spécifique se manifeste. En général, lors de la conception des réseaux d'assainissement, la durée de rénovation est de 10 ans.

### II.2 Détermination de l'intensité moyenne de précipitation

L'analyse de cette intensité moyenne maximale est très importante dans le dimensionnement des réseaux d'égout. L'intensité moyenne maximale est exprimée en mm/h, c'est la lame d'eau précipitée (mm) pendant une durée donnée, soit :

$$I_m = \Delta h / \Delta t \quad (\text{II-1})$$

$I_m$ : Intensité moyenne maximales en mm/h.

$h$  : hauteur de pluie tombée pendant la durée  $t$

Pour le calcul de l'intensité, il est nécessaire de :

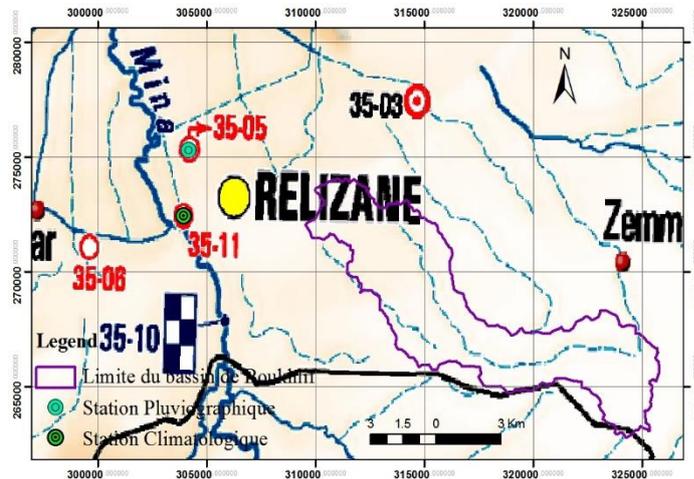
- Analyser les données pluviométriques et faire le choix du type de loi à laquelle il faut ajuster l'échantillon de données.
- Calculer les paramètres de la loi choisie et vérifier son adéquation.
- Calculer la valeur de l'intensité moyenne de précipitation.

### II.3 Analyse des données pluviométrique

**Tableau (II-1) :** Identification de la station pluviométrique

| Station de RELIZANE | Code de la station | Source  | Coordonnées |       |      | Années d'observation | N  |
|---------------------|--------------------|---------|-------------|-------|------|----------------------|----|
|                     |                    |         | X(km)       | Y(km) | Z(m) |                      |    |
|                     | 01 35 05           | A.N.R.H | 304.3       | 272.2 | 61   | 1980 - 2011          | 32 |

Les stations de référence de notre étude (station pluviographique et climatologique) sont visualisés dans la figure .



**Figure (II-1) :** Situation des stations pluviographique et climatologique  
Source : NARH

#### II.4.1 Les caractéristiques de cette série :

- La somme des précipitations maximales journalières durant 32 ans d'observation : 959,6 mm

**Tableau (II-2) :** Caractéristiques de la série avec n=32ans.

| Caractéristiques      | Formules | Valeurs |
|-----------------------|----------|---------|
| Nombre d'observations | 32       |         |
| Minimum               | 13.8     |         |
| Maximum               | 64.0     |         |

|  |  |         |
|--|--|---------|
| la moyenne des Pmax j en (mm)                    | $\overline{Pmax,j} = \frac{\sum_{i=1}^n Pmax,j}{n}$                                      | 30mm    |
| L'écart type « $\sigma_x$ » :<br>Pour n > 30 ans | $\sigma_x = \left[ \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Pmax,j - \overline{Pmax,j})^2}{n}} \right]$ | 11,6 mm |
| Coefficient de variation<br>« Cv »               | $Cv = \frac{\sigma_{max,j}}{\overline{Pmax,j}}$  | 0.385   |
| La médiane                                       | X (50%)  | 28,6 mm |
| L'exposant climatique :                          | b=0.35   |         |

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

Avant d'effectuer l'ajustement, il est primordial de vérifier l'homogénéité de la série, car si l'observation d'une série pluviométrique n'est pas homogène, il existe un risque d'avoir des ajustements incorrects. L'homogénéité de notre série est vérifiée en utilisant la méthode de test de la médiane ou de Mood.

❖ Test de Médiane ou test de Mood : dont les étapes sont les suivants :

1. trier la série par ordre croissante.
2. Déterminer la valeur M de la médiane d'ordre m (de telle sorte que 50% des Xi soient inférieure à X et 50% soient supérieure à X).

Deux cas sont possible :

→Si N est impaire, on prend la (N+1/2) ième valeur.

→Si N est paire, on prend la moyenne entre la (N/2) ième valeur et la (N/2 +1) ième valeur.

Pour notre cas : N= 32 donc  $M = [p(16) + p(17)] / 2$

alors la Médiane est : M= 28.6 mm

3. pour la série non trier, attribuer à chaque valeur un signe (+) si  $X_i > M$  ou bien un signe (-) si  $X_i < M$ .

4. calculons les quantiles Ts et Ns avec :

Ns: nombre totale de série de + ou de -

Ts: taille de la plus grande série de + ou -

5. Vérification les conditions suivantes:

$$Ns = \frac{1}{2} * (N + 1) - U_{1-\frac{\alpha}{2}} * \sqrt{N - 1} \quad (\text{II.2})$$

$$Ts = 3,3 * (\log(N) + 1) \quad (\text{II.3})$$

Avec :

N : la taille de l'échantillon.

U : variable réduite de gaussienne pour une probabilité de  $1-\alpha/2$ .

Et :

$$U_{1-\frac{\alpha}{2}} = 1,96$$

$\alpha$  : Erreur de premier espace = 5%.

**Tableau II-3** : calcul paramètre de la médiane

| Année | P(mm) | signe | Année | P(mm) | signe |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1980  | 29,8  | +     | 1996  | 28,3  | -     |
| 1981  | 13,8  | -     | 1997  | 18,6  | -     |
| 1982  | 33    | +     | 1998  | 30,3  | +     |
| 1983  | 17,8  | -     | 1999  | 27,3  | -     |
| 1984  | 16,3  | -     | 2000  | 40,4  | +     |
| 1985  | 54,1  | +     | 2001  | 61,6  | +     |
| 1986  | 22,1  | -     | 2002  | 22,7  | -     |
| 1987  | 28,8  | +     | 2003  | 34,8  | +     |
| 1988  | 33,2  | +     | 2004  | 27,5  | -     |
| 1989  | 28,8  | +     | 2005  | 29,3  | +     |
| 1990  | 21,9  | -     | 2006  | 34,8  | +     |
| 1991  | 28    | -     | 2007  | 25,9  | -     |
| 1992  | 17,6  | -     | 2008  | 33,8  | +     |

|      |      |   |      |      |   |
|------|------|---|------|------|---|
| 1993 | 23   | - | 2009 | 25,9 | - |
| 1994 | 23,7 | - | 2010 | 32,5 | + |
| 1995 | 30   | + | 2011 | 64   | + |

**Tableau II.4 :** Résultat du test de la médiane

| Paramètre                                      | Valeur | Comparaison                                     |
|--|--------|---|
| N <sub>s</sub>                                 | 23     | 23 > 5,58 donc condition n°1<br><b>vérifiée</b> |
| $\frac{1}{2}(N + 1 - 1,96 \cdot \sqrt{N + 1})$ | 5,58   |   |
| T <sub>s</sub>                                 | 5      | 5 < 8,26 donc condition n°2<br><b>vérifiée</b>  |
| $3,3(\log N + 1)$                              | 8,26   |   |

❖ Donc les deux conditions sont vérifiées alors la série est homogène.

## II.5 Choix de la loi d'ajustement

Les pluies maximales s'ajustent, généralement bien, aux lois suivantes :

- La loi de GUMBEL
- La loi de GALTON
- La loi de GEV

### II.5.1 Ajustement de la série pluviométrique à la loi de Gumbel (manuelle) :

La fonction de répartition de la loi de Gumbel est :

$$F(x) = e^{-e^{-y}} \tag{II.4}$$

Avec :

$$y = \frac{x-x_0}{\alpha} \tag{II.5}$$

y : variable réduite de "Gumbel"

x<sub>0</sub> : Paramètre de position en (mm)(Ordonnée à l'origine).

x : précipitation maximale journalière en (mm) qui correspond à une fréquence F(X)

➤ **Procédé d'ajustement (par la méthode graphique) consiste à :**

- Classer les valeurs des précipitations par ordre croissant avec attribution d'un rang 1, 2,3.....n.
- Calculer pour chaque valeur de précipitation la fréquence expérimentale  $F(x)$  par la formule de Hazen :

$$F(x) = \frac{m+0,5}{n} \quad (\text{II.6})$$

$m$  : rang de précipitation.

$n$  : nombre d'observations.

- Calculer la variable réduite de Gumbel donnée par la formule suivante :

$$y = - [ \ln - (\ln F(x)) ] \quad (\text{II.7})$$

Calcul des paramètres de l'ajustement de la loi de Gumbel :

$$x = \left(\frac{1}{\alpha}\right) y + x_0 \quad (\text{II.8})$$

Soit :

$$P_{\max, j, p} \% = \left(\frac{1}{\alpha}\right) y + x_0 \quad (\text{II.9})$$

$\frac{1}{\alpha}$  : Pente de la droite de gumbel

$$\frac{1}{\alpha} = 0,78 * \sigma_x \quad \text{donc :} \quad \frac{1}{\alpha} = 9,048 \text{ mm}$$

$$x = \bar{x} - \frac{1}{\alpha} \bar{y} \quad (\text{II.10})$$

$\bar{y}$  : Moyenne de la variable réduite de GUMBEL.

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^{n=40} y_i}{n}$$

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^{n=40} y_i}{32} = 0,570 \text{ mm}$$

$$x_0 = 30 - 9,048 * (0,570) = 24,842 \text{ mm}$$

Donc la droite de GUMBEL devient :  $x = 9,048 y + 24,842$

$$P_{\max,j}(p\%) = 9,048y + 24,842$$

On calcule le quantile de période de retour (10ans) passant par le calcul de la fréquence F au non dépassement ( $F = 1 - (1/T)$ ), ensuite déduire la valeur de la variable réduite de Gumbel donnée par la formule suivante :

$$y = -\text{Ln}(-\text{Ln}F(90\%)) = 2,25$$

D'où :

$$P_{\max,j}(10\%) = 45,2 \text{ mm}$$

#### a) Ajustement de la série pluviométrique à la loi de Gumbel (Logiciel HYFRAN) :

Pour vérifier les résultats précédents, nous utilisons le logiciel Hyfran pour calculer la Précipitation max journalière pour une période de retour de 10 ans.

Procédés d'ajustement :

- ✓ Lancement d'Hyfran
- ✓ Mettre la formule de Hazen comme formule de probabilité empirique
- ✓ Insérer les données ( $P_{\text{journalière max classé}}$ )
- ✓ Ajuster à la loi Gumbel (**méthode maximum de vraie semblance**)
- ✓ Tirer les coefficients de la droite.
- ✓ On obtient comme droite :  $P_{\max,j} = 8,16y + 25,08$

Donc :  $P_{\max}(10\text{ans}) = 8,16(2,25) + 25,08 = 43,44 \text{ mm}$

Les résultats obtenus par le logiciel **Hyfran** sont défini dans le tableau suivant :

**Tableau(II-5) : Résultat de l’ajustement à la loi de Gumbel (Hyfran)**

| T       | q      | XT   | Standard | Confidence interval |
|---------|--------|------|----------|---------------------|
| 10000.0 | 0.9999 | 100  | 11.2     | 78.3 - 122          |
| 2000.0  | 0.9995 | 87.1 | 9.33     | 68.8 - 105          |
| 1000.0  | 0.9990 | 81.5 | 8.54     | 64.7 - 98.2         |
| 200.0   | 0.9950 | 68.3 | 6.72     | 55.1 - 81.5         |
| 100.0   | 0.9900 | 62.6 | 5.94     | 51.0 - 74.3         |
| 50.0    | 0.9800 | 56.9 | 5.16     | 46.8 - 67.0         |
| 20.0    | 0.9500 | 49.3 | 4.14     | 41.2 - 57.4         |
| 10.0    | 0.9000 | 43.4 | 3.37     | 36.8 - 50.1         |
| 5.0     | 0.8000 | 37.3 | 2.62     | 32.2 - 42.5         |
| 3.0     | 0.6667 | 32.5 | 2.08     | 28.4 - 36.5         |
| 2.0     | 0.5000 | 28.1 | 1.69     | 24.8 - 31.4         |
| 1.4286  | 0.3000 | 23.6 | 1.46     | 20.7 - 26.4         |

Estimated parameters:  
 mu : 25.0844  
 alpha : 8.16102  
 Confidence level: 95 %

**Tableau (II-6) : Ajustement de la série pluviométrique à la loi de Gumbel pour la période de retour de 10 ans :**

| T (ans) | F(x)   | P <sub>p%</sub> (mm) | Ecart-type (mm) | Intervalle de confiance(mm) (95%) |
|---------|--------|----------------------|-----------------|-----------------------------------|
| 10.0    | 0.9000 | 43,4                 | 3,37            | 36,8-50,1                         |

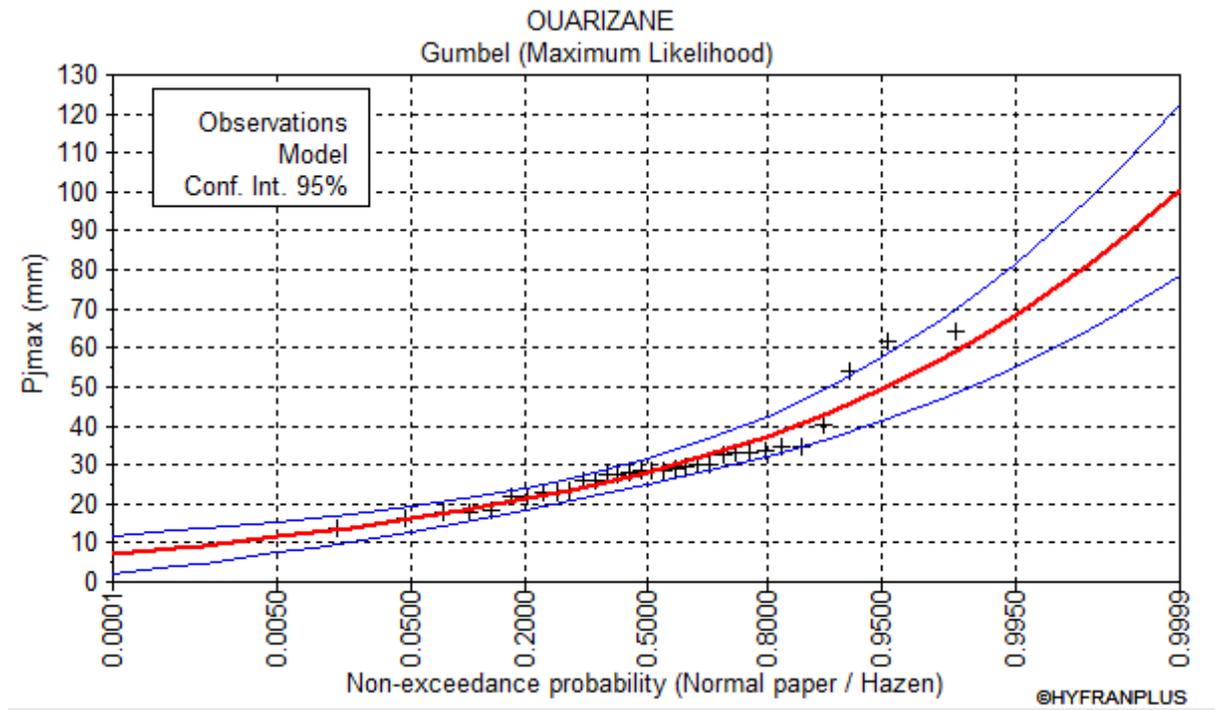


Figure (II-2) : Ajustement de la série pluviométrique à la loi de GUMBEL

**II.5.1 Ajustement de la série pluviométrique à la loi de Galton (Log normale)**

La loi de Galton a une fonction de répartition qui s'exprime selon la formule suivante :

$$f(x) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^x e^{-\frac{1}{2}u^2} du$$

f(x) : Fréquence au non déplacement.

La variable réduite est de la forme :  $u = \frac{xi - \bar{x}}{\sigma x}$

L'équation de la variable réduite présentée sous la forme  $\overline{Log x} + u_{p\%} \cdot \sigma_{Log x}$

est l'équation d'une droite sur papier gauss-logarithmique, avec en abscisse l'échelle gaussienne et en ordonnée l'échelle logarithmique.

**a. Procédé d'ajustement :**

- 1) Classement des valeurs par ordre décroissant (fréquence au non dépassement).
- 2) Calcul de la fréquence expérimentale par la formule d'Henri.
- 3) Calcul des caractéristiques empiriques de la série initiale.
- 4) Calcul des caractéristiques de la série transformée en  $\overline{Log x}$  et  $\sigma_{Log x}$ .

- 5) Report des valeurs sur papier gauss-logarithmique.
- 6) Détermination de la droite de GALTON  $Logx = \overline{Logx} + u_{p\%} \sigma_{Logx}$
- 7) Détermination de la valeur extrême soit graphiquement sur la droite ; soit analytiquement par :

$$xp\% = 10^{\log xp\%} \quad (II.13)$$

D'où :

$$xp\% = 10^{\overline{Logx} + u_{p\%} \sigma_{Logx}} \quad (II.14)$$

$U_{p\%}$  : Variable réduite de GAUSS pour une fréquence donnée 10% ;  $U_{p\%} = 1,28$

### II.5.1 Calcul des paramètres d'ajustement par la loi de Galton :

$$\overline{\log x} = \frac{\sum \log x}{n} \quad \overline{\log x} = 3,34 \text{ mm}$$

$$\sigma_{\log x} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n-32} (\log x_i - \overline{\log x})^2}{n}} = 0,35 \text{ mm}$$

L'équation totale devient :

$$\log x = 3,34 + u * 0,35$$

$$P_{\max j, 10\%} = 44,17 \text{ mm}$$

### b) Ajustement de la série pluviométrique à la loi de log normal (GALTON) (Logiciel HYFRAN)

En suivant les mêmes étapes comme ceux cités précédemment (la page 15)

**Tableau (II-7) :**Le tableau suivant représente les calculs par logicielle HYFRAN .

| T       | q      | XT   | Standard | Confidence interval |
|---------|--------|------|----------|---------------------|
| 10000.0 | 0.9999 | 104  | 18.7     | 67.4 - 141          |
| 2000.0  | 0.9995 | 89.3 | 14.4     | 61.0 - 118          |
| 1000.0  | 0.9990 | 83.1 | 12.7     | 58.2 - 108          |
| 200.0   | 0.9950 | 69.2 | 9.17     | 51.3 - 87.2         |
| 100.0   | 0.9900 | 63.3 | 7.77     | 48.1 - 78.6         |
| 50.0    | 0.9800 | 57.5 | 6.45     | 44.8 - 70.1         |
| 20.0    | 0.9500 | 49.7 | 4.84     | 40.2 - 59.2         |
| 10.0    | 0.9000 | 43.7 | 3.74     | 36.3 - 51.0         |
| 5.0     | 0.8000 | 37.3 | 2.75     | 31.9 - 42.7         |
| 3.0     | 0.6667 | 32.2 | 2.12     | 28.1 - 36.4         |
| 2.0     | 0.5000 | 27.7 | 1.74     | 24.2 - 31.1         |
| 1.4286  | 0.3000 | 23.0 | 1.54     | 19.9 - 26.0         |

Estimated parameters:  
 mu : 3.32009  
 sigma : 0.356038  
 Confidence level: 95 %

**Tableau (II-8) :** Ajustement de la série pluviométrique à la loi de Galton pour la période de retour de 10ans :

| 0,3  | F(x)   | P <sub>p</sub> % (mm) | Ecart-type (mm) | Intervalle de confiance (mm) (95%) |
|------|--------|-----------------------|-----------------|------------------------------------|
| 10.0 | 0.9000 | 43,7                  | 3,74            | 36,3-51                            |

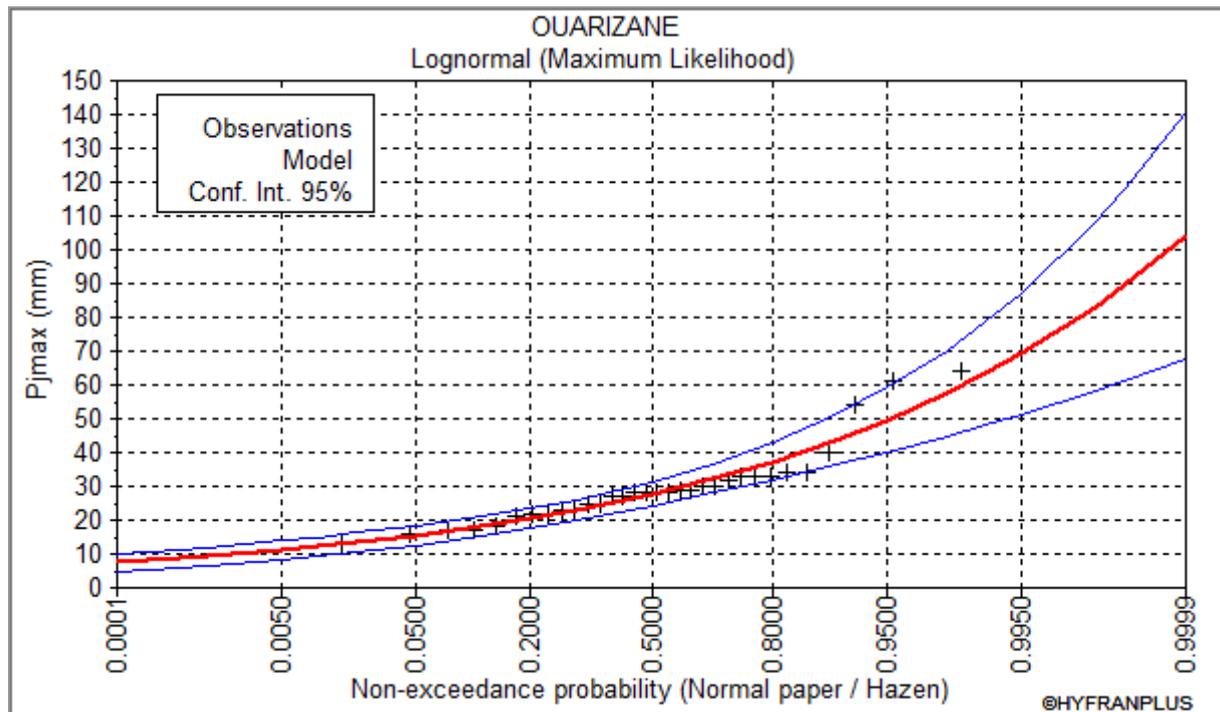


Figure (II-9) : Ajustement de la série pluviométrique à la loi de GALTON

### II.5.3 Ajustement de la série pluviométrique à la loi de GEV

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

$$F(x) = e^{-e^{-y}} \quad (II.15)$$

Sachant que « y » est la variable réduite :

$$Y = -\frac{1}{k} \ln\left(1 - \frac{k}{\alpha}(x - u)\right) \quad (II.16)$$

Avec:

x : Variable étudiée (Pj. Max).

u : Paramètre de position.

A : Paramètre de dispersion ( $\alpha > 0$ ).

K : Paramètre de forme appelé indice des valeurs extrêmes.

L'expression de quantile est alors :

$$X = u + \frac{\alpha}{k}(1 - e^{-ky}) \quad \text{(II.17)}$$

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

$u=31.8439$  ;  $k=-0.0820742$ ;  $\alpha=10.0031$ .

❖ Résultats de l'ajustement à la loi d'extrémum généralisé :

**Tableau II-09** : Résultats de l'ajustement à la loi de GEV (hyfran).

| T       | q      | XT   | Standard | Confidence interval |
|---------|--------|------|----------|---------------------|
| 10000.0 | 0.9999 | 129  | 73.3     | N/D                 |
| 2000.0  | 0.9995 | 106  | 41.3     | N/D                 |
| 1000.0  | 0.9990 | 96.6 | 30.8     | N/D                 |
| 200.0   | 0.9950 | 76.6 | 12.6     | N/D                 |
| 100.0   | 0.9900 | 68.6 | 7.23     | N/D                 |
| 50.0    | 0.9800 | 60.9 | 3.14     | 54.8 - 67.1         |
| 20.0    | 0.9500 | 51.3 | 0.456    | 50.4 - 52.2         |
| 10.0    | 0.9000 | 44.2 | 1.91     | 40.5 - 47.9         |
| 5.0     | 0.8000 | 37.2 | 2.31     | 32.6 - 41.7         |
| 3.0     | 0.6667 | 31.8 | 1.90     | 28.1 - 35.6         |
| 2.0     | 0.5000 | 27.2 | 1.02     | 25.2 - 29.2         |
| 1.4286  | 0.3000 | 22.6 | 0.360    | 21.9 - 23.3         |

**Tableau (II-10)** : Ajustement de la série pluviométrique à la loi de GEV pour la période de retour de 10ans :

| 0,3  | F(x)   | P <sub>p</sub> % (mm) | Ecart-type (mm) | Intervalle de confiance (mm) (95%) |
|------|--------|-----------------------|-----------------|------------------------------------|
| 10.0 | 0.9000 | 44,2                  | 1,91            | 40,5-47,9                          |

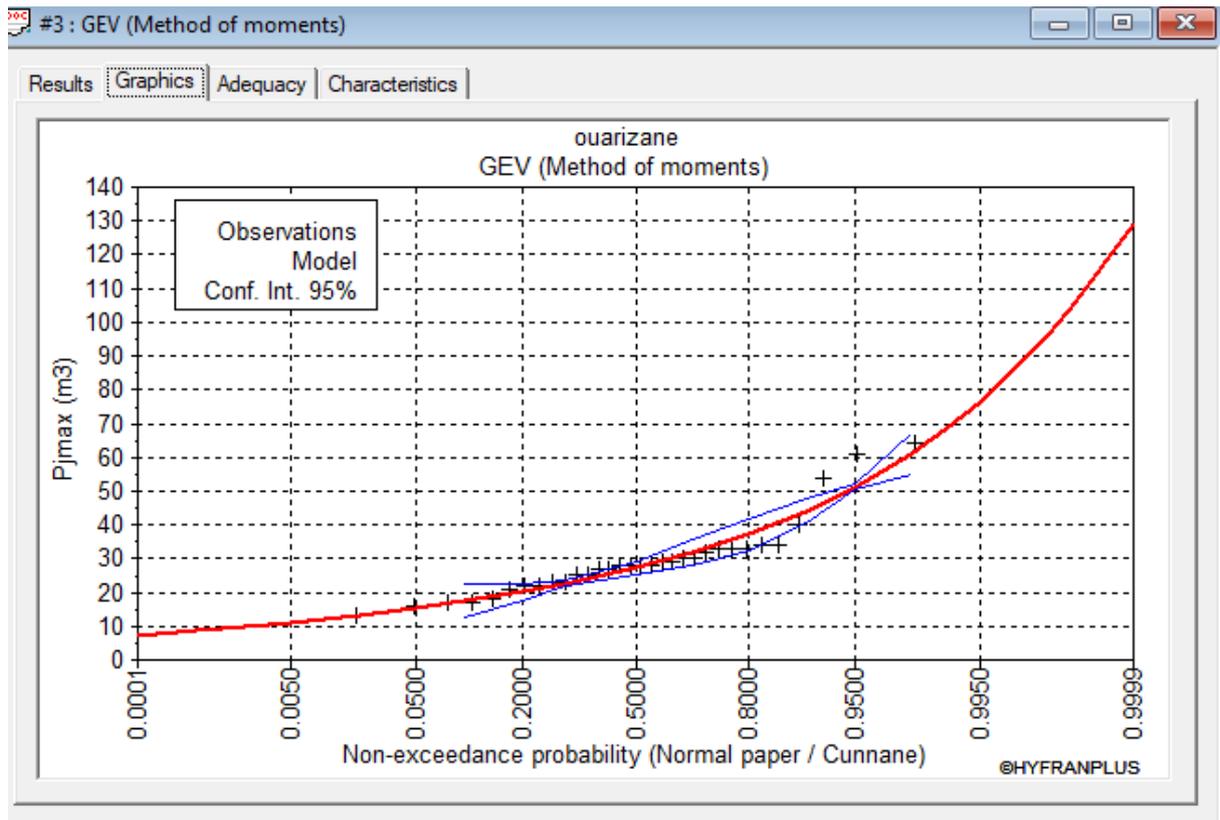


Figure (II-10) : Ajustement de la série pluviométrique à la loi de GEV.

## II.6 Choix de l'ajustement à adopter

### ➤ Application du test khi-deux $\chi^2$

Le but de l'application du test de Khi-deux de Pearson est de juger la compatibilité d'une loi statistique sur un échantillon donné de taille  $N$ . Pour connaître la fiabilité de ce test pour chaque ajustement, il faut d'abord calculer la valeur de  $\chi^2$  et de déterminer la probabilité correspondante à partir de la table de la fonction Khi-deux en fixant un seuil de signification  $\alpha$  ; pour ce faire deux hypothèses sont imposées :

$$H_0: \text{si } P(\chi^2) \geq \alpha$$

$$H_1: \text{si } P(\chi^2) \leq \alpha$$

Dans notre étude  $\alpha$  est de 5% donc on aura :

Si  $P(\chi^2) \geq 0.05$  ce qui conclut que l'hypothèse  $H_0$  provient de la loi testée.

Si  $P(\chi^2) < 0.05$  ce qui conclut que l'hypothèse  $H_0$  ne provient pas de la loi testée.

Dans notre cas, la valeur de  $\chi^2$  pour chaque loi a été calculé à l'aide du logiciel hyfran ainsi que sa probabilité  $P(\chi^2)$ .

- $\chi^2 = 10$  et  $P(\chi^2) = 0,0752 > 0,05$  pour la loi Galton.
- $\chi^2 = 10$  et  $P(\chi^2) = 0,0752 > 0,05$  pour la loi Gumbel.
- $\chi^2 = 10$  et  $P(\chi^2) = 0,0404 < 0,05$  pour la loi Gev

L'application du test khi-deux  $\chi^2$  dans notre travail montre que le loi de GEV n'ait pas été adaptée au test du khi-deux, par contre les deux lois log normale et de Gumbel ont montré une bonne adéquation avec les observations selon le test du khi-deux s'ajustent. La visualisation des courbes est aussi un indicateur fiable sur le modèle à choisir, donc la visualisation montrent que :

- ✓ D'après les graphiques des ajustements ; Les valeurs des  $P_{maxj}$  annuelles s'ajuste d'une façon presque similaire aux deux lois statistiques Galton et Gumbel pour la station de Relizane.
- ✓ Mais on a pu constater que pour les faibles valeurs des  $P_{maxj}$  s'ajuste d'une façon similaire aux deux lois, par contre les fortes valeurs s'ajustent mieux à la loi de Galton.

## II.7 Calcul de l'intensité de la pluie de durée 15 minutes et période de

### retour de 10 ans parla formule de MONTANARI

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

$$I_{t15min,p\%} = I_{24,p\%} \left(\frac{t}{24}\right)^{b-1} \quad (\text{II}_{15})$$

$I_{t15min,p\%}$ : Intensité moyenne de précipitation pour une averse de fréquence (p%).

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

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

$b$ : exposant climatique de la région ( $b=0.35$ ).

## ❖ D'après la loi de GALTON

$$P_{\max j, 10\%} = 44,17 \text{ mm}$$

Nous aurons donc :

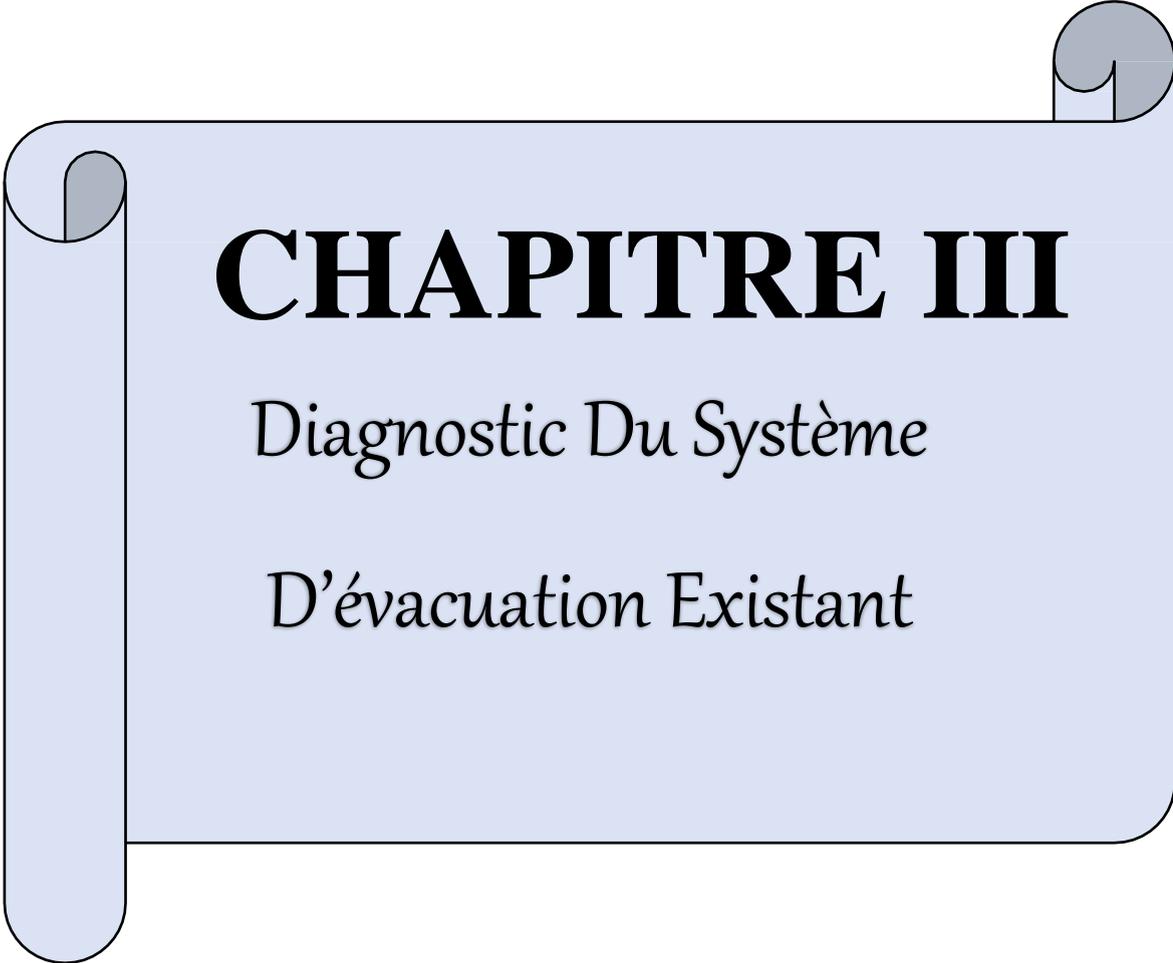
$$I_{t15\min, 10\%} = I_{24, 10\%} \left(\frac{t}{24}\right)^{b-1} = \frac{P_{24, 10\%}}{24} \left(\frac{t}{24}\right)^{b-1}$$

$$I_{t15\min, 10\%} = 35,76 \text{ mm/h}$$

### Conclusion

Grâce à l'analyse hydrologique, nous avons pu évaluer l'intensité moyenne des précipitations. Les résultats des trois lois d'ajustement (loi de GUMBEL , loi de GALTON et loi de GEV) sont proches. Pour dimensionnement de notre réseau d'assainissement, nous utiliserons la valeur obtenue par la loi de GALTON et calculerons l'intensité des pluies, qui correspond au débit spécifique.

$$qs = \frac{35,76 * 10000}{3600} = 99,33 \text{ l/s}$$



# **CHAPITRE III**

*Diagnostic Du Système*

*D'évacuation Existant*

**Introduction**

Dans le domaine de l'assainissement, les études de diagnostic du réseau visent à découvrir l'état et le fonctionnement de ses installations afin de les réhabiliter, de les restructurer et de prévoir des extensions liées au développement urbain.

La ville de Ouarizane dispose d'un réseau d'assainissement dégradé qui n'est pas suffisant face au développement urbain et au mode de vie des habitants. L'objectif de cette étude est de mettre en évidence les problèmes et les anomalies rencontrés par le réseau d'assainissement, ainsi que de déterminer les zones où il y a des lacunes afin de prévoir des travaux de conception et de gestion du réseau.

**III.1. Objectif de diagnostic**

L'étude de diagnostic nous permet de juger l'état de fonctionnement du réseau d'assainissement actuel (existant). Pour cela, il faut déterminer les paramètres de base qui serviront à l'expertise et la rénovation de ce dernier à savoir : Reconnaissance détaillée des lieux et détermination des zones d'extension. Enquête sur le réseau actuel (existant).

**III.2. Avantage du diagnostic**

Le diagnostic présente de nombreux avantages et les données collectées pour cette étude sont indispensables en vue de :

- Mieux connaître le fonctionnement réel du réseau afin d'optimiser le fonctionnement du système (réseau de collecte +station d'épuration).
- Envisager les actions ultérieures sur le réseau (travaux, méthodes de gestion).

**III.3. Rôle du diagnostic**

- Organiser les travaux du réseau existant de la zone étudiée.
- Proposer un programme de réhabilitation.
- Élaborer, en fonction des compétences de la communauté, un plan visant à rétablir la conformité du système de collecte.
- Il est important de planifier la gestion du système pour le maintenir conforme.

**III.4. Aperçu général du réseau d'assainissement existant**

Le réseau d'assainissement de la commune de Ouarizane est de type unitaire, comporte des conduites de différents diamètres allant de DN300 – DN500 en PVC et de diamètre 600 -1000 en Béton Armé .Il existe aussi quatre rejets vers l'Oued Ouarizane.

**III.5. Diagnostic**

La structure du système est due à l'évolution des réseaux et des réalisations dans l'espace et dans le temps, ainsi qu'à la modification et à l'extension successives des collecteurs et des ouvrages.

**III.5.1. Diagnostic physique**

Suite à un diagnostic réalisé sur le terrain, l'agglomération de Ouarizane possède un réseau qui présente les aspects suivants :

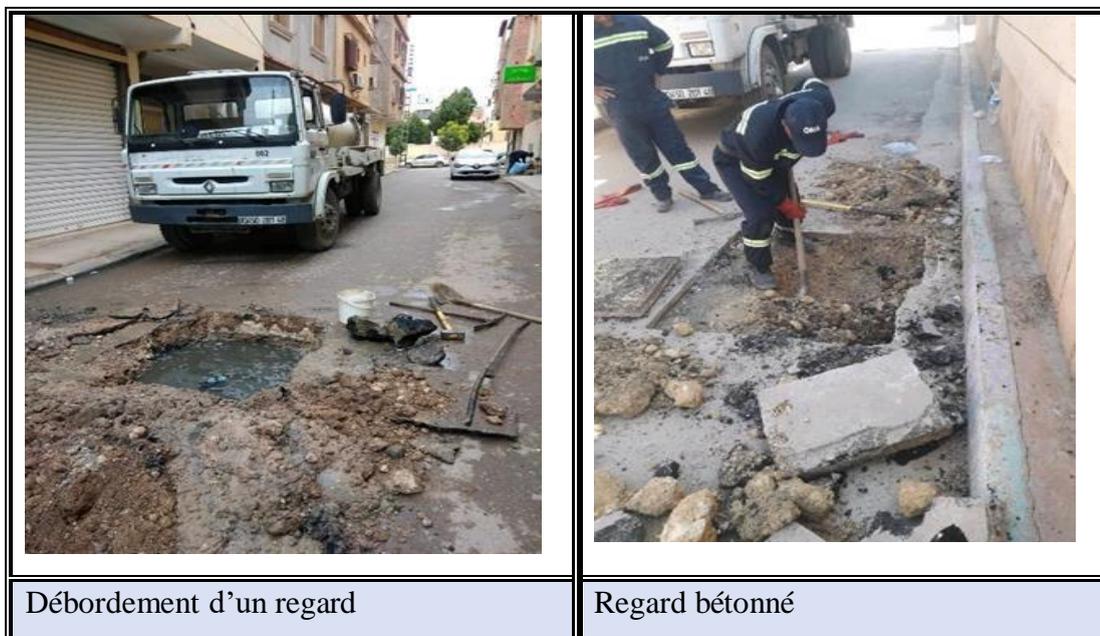
**a. Etat du réseau**

- Le réseau d'assainissement de la zone préfabriquée est réalisé en 1985 inaccessible (tampons non apparents, ancien réseau non visitable, dalots oubliés).On constate une intrusion d'eau claire et des pollutions.
- Des ouvrages anciens sous forme de drains constitués de dalots et des tuyaux sans joints, sans regards de visite.
- Des collecteurs détériorés et corrodés, avec la présence des racines.
- Des inondations provoquées par une surcharge par temps de pluie.
- Après avoir pris connaissance de l'état actuel du réseau d'assainissement existant, et l'inspection de l'état des regards et le dimensionnement des conduites, Nous avons noté qu'un ensemble des conduites ont été érodées et colmatées.
- La majorité des conduites en béton comprimé d'un duré de vie expiré.
- Nous avons également noté que après la croissance des habitants et la réalisation des avaloires et les caniveaux a résulté une augmentation du débit sur le réseau ce que fait que la plupart des conduites sont sou dimensionnée.
- Les niveaux des rejets existants sont les mêmes avec le niveau d'oued Ouarizane cela provoque le colmatage des canalisations dans le cas de l'écoulement de l'oued.
- Noté qu'il y a une partie en cours de rénovation (Rue Felahi Amar) d'un linière de 620 mètres (conduite DN400 en PVC) .

**b. Etat des ouvrages annexes****b.1. Etat des regards de visite**

Nous avons remarqué :

- La présence de regards obturés, où les dépôts (ordures, vases, troncs d'arbres) dépassent la section des conduites, est liée aux facteurs suivants :
- La composition de la couche de sol.
- La taille des conduites.
- Débordement des regards.
- Des regards sans tampons qui favorisent l'introduction de toutes sortes des déchets et de pierres.
- Des regards surélevés par rapport à la construction.
- Des regards non profonds ce qui favorise le retour des eaux usées, les habitations au-dessous des regards.
- Des regards cimentés par le dépôt des sédiments qui constituent une couche solide difficile à extraire.



**Figure III.1** : Etat des regards, pris par moi le (25/04/2024)

**b.2. Etat des bouches d'égout**

Selon les observations, il a été constaté que les bouches d'égout ne sont présentes que dans quelques rues. Toutes elles présentent un état médiocre ou sont endommagées par les boues, ce qui est dû à l'absence d'entretien.



Figure III.2 : Etat des bouches d'égouts, pris par moi le (25/04/2024)

**b.3. Etat de rejet**

On à découvert que les collecteurs principaux déversaient dans le milieu naturel urbanisé étaient souvent très anciens. Ces derniers représentent un grand pourcentage des flux épurés, ainsi que l'existence de 4 rejets déversant directement sur l'Oued Ouarizane.

Les niveaux des rejets existants sont les mêmes avec le niveau d'oued Ouarizane cela provoque le colmatage des canalisations dans le cas de l'écoulement de l'oued.

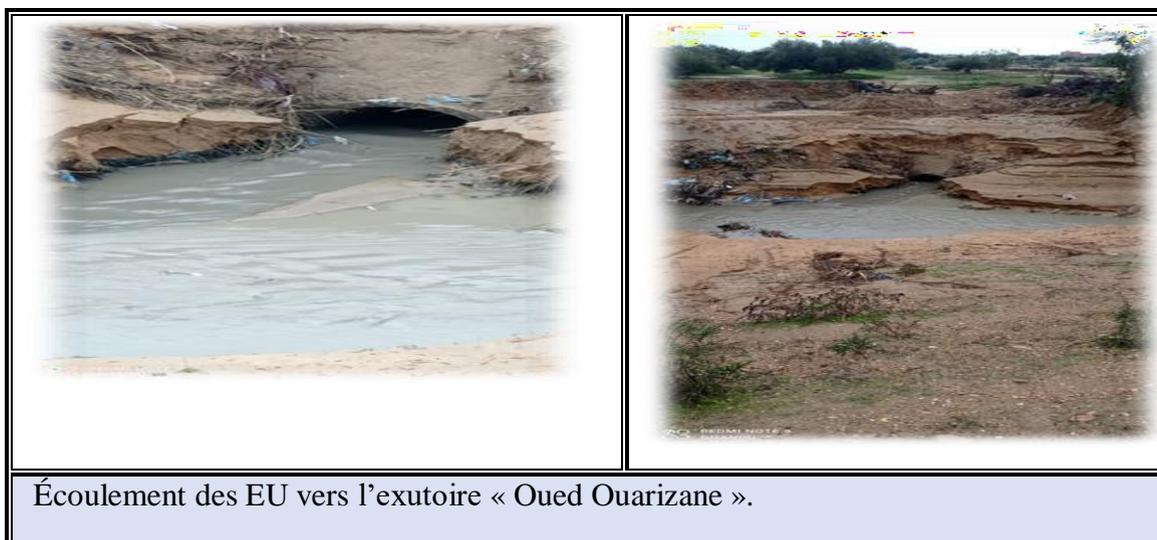


Figure III.3 : Etat de rejet N°01 , pris par moi le(25/04/2024)

**III.5.2. Diagnostic hydraulique**

Le problème majeur de réseau d'assainissement et que les collecteurs sont à faibles pente et vitesse favorisant le dépôt et provoquant un colmatage des collecteurs, avec un retour d'eau vers habitants. On remarque que les collecteurs ne peuvent assurer l'évacuation des eaux en période de crue d'où un risque majeur d'inondations.

**III.4. Recommandation**

Grâce au diagnostic, il a été possible de saisir le fonctionnement du réseau d'assainissement de l'étage Plateaux. Il est conseillé de définir la zone d'étude en utilisant un système unitaire et nous suggérons ce qui suit :

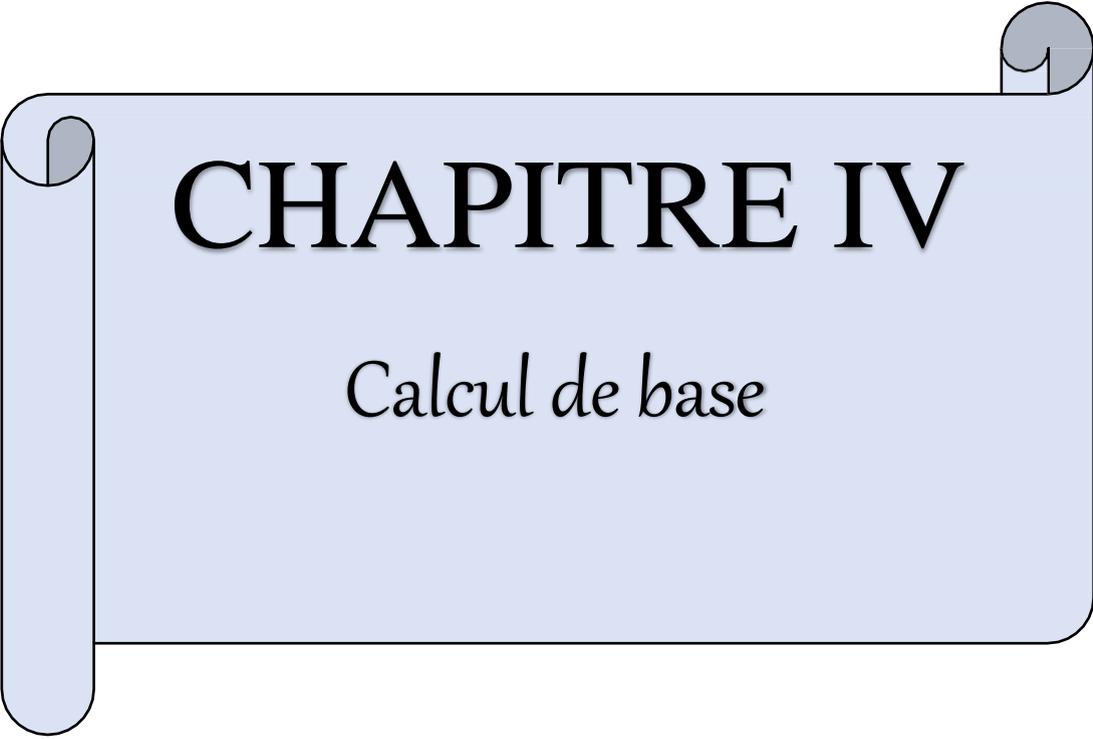
- Effectuer une analyse approfondie en divisant l'agglomération en plusieurs sous-bassins afin d'évaluer de manière adéquate les débits d'eaux usées et pluviales.
- Évaluer les conditions d'écoulement et de dimensionnement du réseau, en prenant en considération l'état des collecteurs (en bon état ou en mauvais état).
- Remplacer les collecteurs défectueux, colmatés et sous-dimensionnés.
- Éliminer les rejets d'eaux usées en période de sécheresse, en s'assurant que le milieu récepteur ne reçoive pas directement des eaux usées non traitées.
- Améliorer la capacité des segments du réseau d'assainissement qui présentent actuellement des lacunes afin d'éviter les débordements.
- Résoudre les problèmes liés aux inondations lors des orages.
- Installer des regards d'accès adéquats pour faciliter l'entretien du réseau.
- Augmenter la capacité du réseau en utilisant des diamètres supérieurs.
- Améliorer la capacité de collecte des eaux de pluie en construisant de nouveaux avaloirs et en réhabilitant ceux existants.
- Nettoyer régulièrement les regards pour éviter les obstructions et garantir le bon fonctionnement hydraulique du réseau.
- Créer un système de gestion qui repose sur un système d'information géographique..
- Comme les eaux usées de la ville d'Ouarizane sont actuellement déversées directement dans l'oued sans traitement préalable, il est prévu de construire une station d'épuration pour traiter les eaux usées de la ville.

### Conclusion

Grâce à ce chapitre, nous avons pu obtenir des renseignements sur l'état actuel de notre réseau d'assainissement après un diagnostic approfondi. La plupart des tronçons nécessitent une rénovation complète, à cela s'ajoute la zone d'extension qui n'a pas de réseau.

Vu les problèmes causés par les rejets, La projection d'un réseau est nécessaire pour les habitations touchées ces ouvrages. Le mauvais entretien du réseau et des ouvrages spéciaux vétustes note l'absence totale de la gestion régulière du réseau.

Il est évident que le système d'assainissement de la commune de Ouarizane doit être entièrement rénové..



# CHAPITRE IV

*Calcul de base*

**Introduction**

En ce qui concerne ce chapitre, la phase des calculs de base revêt une grande importance pour le calcul hydraulique plus tard, elle comprend :

- ❖ Le découpage de l’aire d’étude en sous-bassin ;
- ❖ Le choix du système d’assainissement ;
- ❖ Le choix du schéma de collecte et d’évacuation des eaux ;
- ❖ L’estimation du coefficient de ruissellement ;
- ❖ L’estimation du nombre d’habitants pour un horizon de calcul donné.

**IV.1. Evaluation de la population**

La population de la commune de Ouarizane est estimée actuellement à **9257** habitants en **2024** avec un taux d’accroissement de **2.43 %** (d’après le service technique de l’APC de Ouarizane), dans notre projet on doit estimer la population future durant la durée de vie du réseau projeté, on utilisera la formule de croissance géométrique.

$$P_t = P_0 * (1 + \tau)^n \quad \text{(IV.1)}$$

Avec :

$P_n$ : Population à l’horizon de calcul.

$P_0$  : Population de référence. (9257 habitants en 2024)

$\tau$  : taux d’accroissement démographique. (2.43%).

$n$  : nombre d’années séparant l’année de référence de l’horizon de calcul (2024-2054) .

**Tableau IV.1** : Répartition de la population à différents horizons de calcul

|                   | Horizon |      |       |       |       |       |       |
|-------------------|---------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                   | 2024    | 2025 | 2030  | 2035  | 2040  | 2045  | 2054  |
| Nombre d'habitant | 9257    | 9481 | 10691 | 12055 | 13593 | 15326 | 19023 |

## **IV.2. Système d'évacuation des eaux usées et des eaux pluviales**

Il est important de prendre en compte deux catégories de préoccupations lors de la mise en place du réseau d'une agglomération :

- Garantir une évacuation adéquate des eaux pluviales afin d'éviter la submersion des zones urbanisées et d'éviter toute stagnation après les averses.
- Assurer l'évacuation des eaux usées domestiques, ainsi que des eaux résiduares provenant des activités industrielles.

On peut concevoir un ou plusieurs réseaux de canalisations dans lesquels l'effluent s'écoule habituellement de manière gravitaire.

Plusieurs systèmes d'évacuations sont susceptibles d'être mis en service :

- Système unitaire.
- Système séparatif.
- Système pseudo séparatif.
- Systèmes spéciaux.

### **IV.2.1. Système séparatif**

Ce système comprend deux réseaux :

- Un réseau pour évacuer les eaux d'égout ménagères et certains effluents industriels après traitement.
- Un réseau pour évacuer les eaux pluviales vers un cours d'eau..

### **IV.2.2. Système unitaire**

Un seul réseau est utilisé pour évacuer toutes les eaux usées et pluviales, généralement équipé de déversoirs, permettant ainsi, en cas d'orage, le rejet direct d'une partie des eaux dans le milieu naturel.

### **IV.2.3. Système mixte**

Un système mixte est généralement désigné comme un réseau composé en partie d'un système unitaire et en partie d'un système séparatif.

IV.2.4. Système pseudo séparatif

Les réseaux séparatifs sont généralement désignés sous ce terme lorsque le réseau d'eaux usées peut recevoir certaines eaux pluviales provenant des propriétés riveraines.

IV.2.5. Système composite

Il s'agit d'une forme du système séparatif qui permet, par différents aménagements, de dériver partiellement les eaux les plus polluées du réseau pluvial vers le réseau d'eaux usées pour être traitées.

IV.3- Choix du système d'évacuation

Les paramètres prépondérants pour le choix du système d'assainissement sont :

- L'aspect économique : une étude comparative de plusieurs variantes est nécessaire.
- Il faut tenir compte les conditions de rejet.
- S'il s'agit d'une extension du réseau, il faut tenir compte du système existant.
- La topographie du terrain naturel.

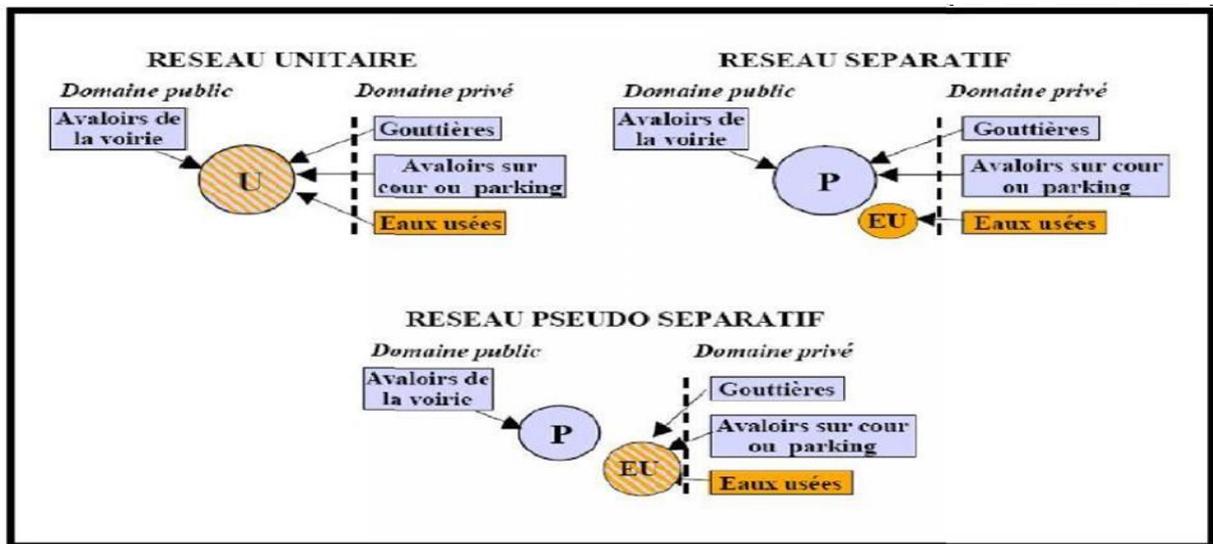


Figure IV.1. Divers systèmes d'évacuation

Tableau IV.2: Avantages et inconvénients des trois systèmes de réseaux.

| Système          | Domaine d'utilisation  | Avantages  | Inconvénients   | Contraintes d'exploitation   |
|------------------|--|--|---|--|
| Unitaire         | <ul style="list-style-type: none"> <li>- milieu récepteur éloigné des points de collecte.</li> <li>- topographie à faible relief.</li> <li>- débit d'étiage du cours d'eau récepteur important.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- conception simple</li> <li>- encombrement réduit du sous-sol</li> <li>- à priori économique</li> <li>- pas de risque d'inversion de branchement.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- débit rejeté vers la STEP très variable</li> <li>- la dilution des eaux usées est variable</li> <li>- apport de sable important à la station d'épuration</li> <li>- rejet direct vers le milieu récepteur du mélange au droit des déversoirs d'orage.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- entretien régulier des déversoirs d'orage et des bassins de stockage</li> <li>- difficulté d'évaluation des rejets directs vers le milieu récepteur.</li> </ul> |
| Séparatif        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- petites et moyennes agglomérations ;</li> <li>- extension des villes ;</li> <li>- faible débit d'étiage du cours d'eau récepteur.</li> </ul>                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- diminution des sections des collecteurs</li> <li>- exploitation plus facile de la STEP</li> <li>- meilleure nature préservé</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- encombrement important du sous-sol</li> <li>- coût d'investissement élevé</li> <li>- risque important d'erreur de branchement.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Surveillance accrue des branchements</li> <li>- entretien d'un linéaire important de collecteurs (eaux usées et pluviales)</li> </ul>                           |
| Pseudo séparatif | <ul style="list-style-type: none"> <li>- petits et moyennes agglomération.</li> <li>- présence d'un milieu récepteur proche.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Le problème des faux branchements est éliminé.</li> <li>- Le plus gros des eaux pluviales étant acheminées en d'heur de la ville, ce qui nous donne des collecteurs traversant la ville de moindre dimension</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- le fonctionnement de la station d'épuration est perturbé, la charge polluante est variable en qualité et en quantité</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Entretien régulier des déversoirs d'orage et des bassins de stockage ;</li> <li>- Surveillance accrue des branchements.</li> </ul>                              |

**REMARQUE :**

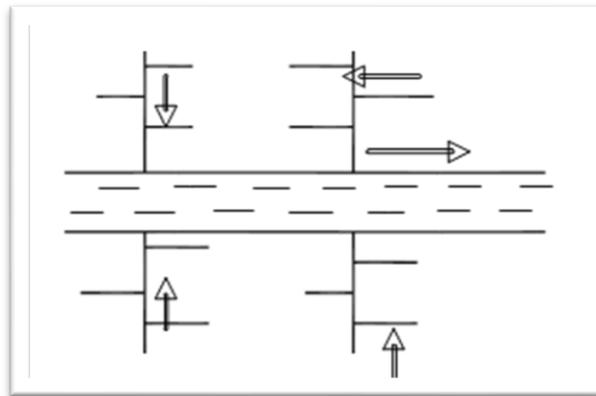
Dans notre travail nous avons projeté un réseau d'assainissement de type unitaire afin d'évacuer avec le moindre coût les eaux usées et pluviale en même temps.

**IV.4. Schémas d'évacuation**

Un schéma d'évacuation correspond à la structure, à la disposition ou au dessin du système d'évacuation. Il dépend de la topographie, du relief et de la structure de l'agglomération. De plus, il est essentiel de prendre en compte la pente, la disposition des quartiers et des routes, le trajet vers la station d'épuration et le milieu naturel. Leur plan est le plus souvent proche de l'un des types suivants :

**IV.4.1 Schéma Perpendiculaire**

Ce schéma implique d'amener plusieurs collecteurs perpendiculairement à la rivière. Le système ne permet pas de concentrer les eaux vers un seul point d'épuration, il est adapté lorsque l'épuration n'est pas considérée comme nécessaire et également pour l'évacuation des eaux pluviales en système séparatif.



**Figure IV.2 :** schéma perpendiculaire

**Domaines d'utilisation du schéma perpendiculaire :**

- Lorsque la pollution est minimale
- Lorsque le coût du projet est élevé on utilise plusieurs points de rejet pour économiser des tronçons(intercepteur).
- Il est utilisé dans le système séparatif car il est considéré comme meilleure solution pour son rejet direct au milieu récepteur.

#### IV.4.2 Schéma par Déplacement Latéral

Le modèle le plus simple est celui du déplacement latéral, qui permet de transporter l'effluent vers l'aval de l'agglomération pour être traité. Les eaux sont collectées dans un collecteur parallèle au cours d'eau, ce qui nécessite une épuration.

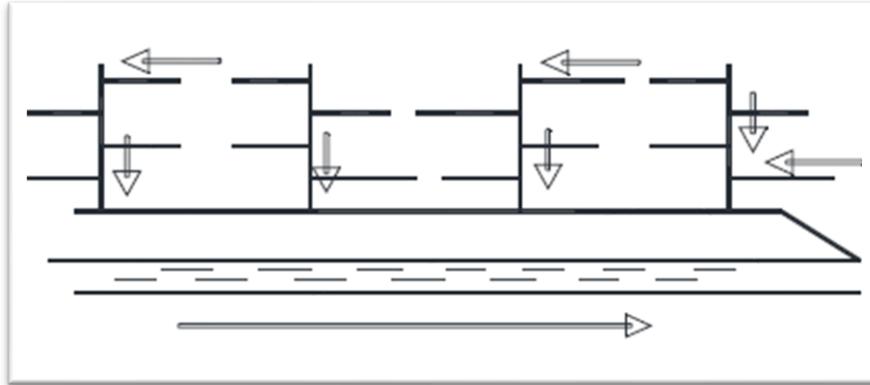


Figure IV.3 : schéma par déplacement Latéral

#### Avantages et inconvénients du schéma par déplacement latéral : Avantages :

- Préservation du milieu naturel contre la pollution dans le cas où une épuration est envisagée et protection de la nappe phréatique contre la contamination.
- Contrôler les eaux usées de l'agglomération avec l'acheminement vers un point précis.
- L'utilisation de l'intercepteur comme bassin de retenue en cas de problèmes dans la station d'épuration.

#### Inconvénients :

- Le coût élevé de la réalisation de l'intercepteur.
- Si on a un problème au niveau l'intercepteur c'est toute la ville qui aura des conséquences négatives sur le réseau.
- Le débit demandé par la station d'épuration nécessite un déversoir d'orage ce qui influe aussi sur le coût du projet.

#### IV.4.3 Schéma à Collecteur Transversal ou Oblique

.Les ramifications de collecteurs présentes dans ce schéma permettent de transmettre l'effluent à l'aval de l'agglomération. Ce genre de plan est utilisé lorsque la pente du sol est faible.

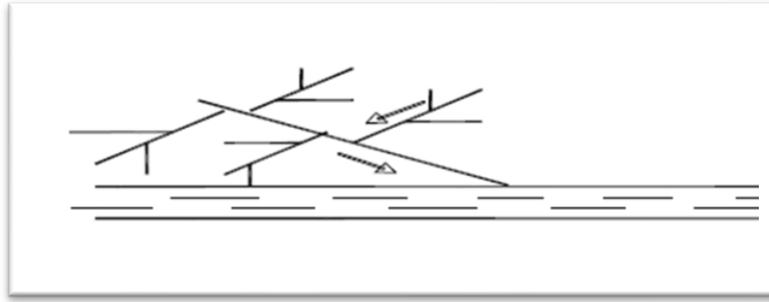


Figure IV.4 : Schéma à Collecteur Transversal ou Oblique

#### IV.4.4 Schéma à Collecteur Etagé

Ce modèle est une variante du modèle à déplacement latéral, mais avec une augmentation des collecteurs longitudinaux. Il permet d'évacuer les apports provenant du haut de l'agglomération du collecteur bas.

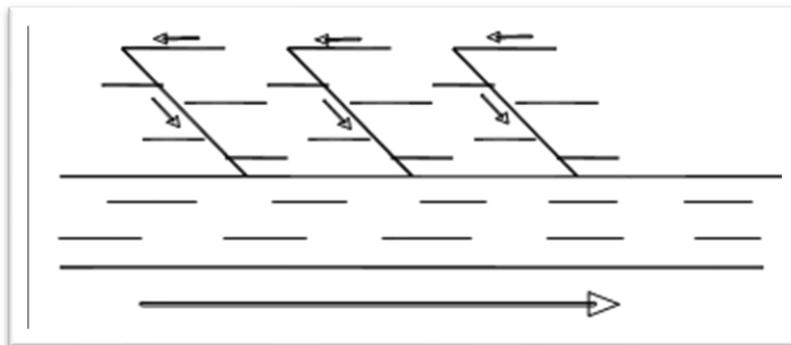


Figure IV.5: Schéma à Collecteur étagé

#### IV.4.5 Schéma Type Radial

Le schéma radiale est adaptée aux zones plates, car elle permet de concentrer l'effluent en un ou plusieurs points où il sera mesuré et évacué en un point éloigné de l'agglomération.

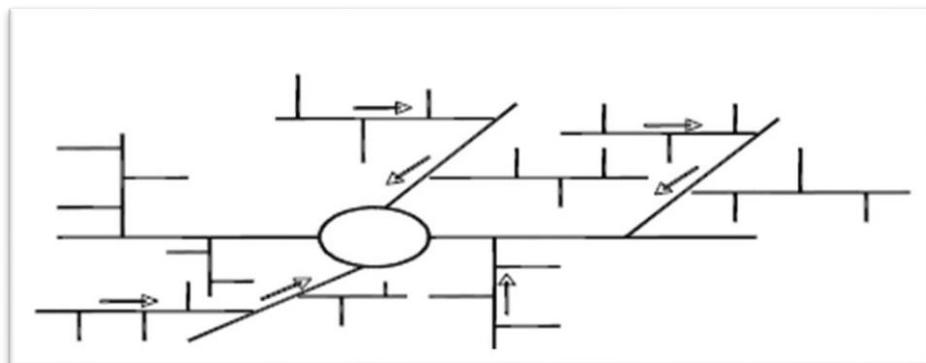


Figure IV.6 : Schéma Type Radial

**Les avantages du schéma radial :**

C'est une solution pour l'évacuation des eaux usées d'une agglomération ayant un terrain plat.

Il permet d'élever la contre-pente dans certains points de la ville.

**Les inconvénients du schéma radial :**

- Les odeurs désagréables dans toute la ville parce qu'il faut réaliser des bassins de collecte des eaux usées dans chaque lieu de la ville bien défini.
- Le cout important parce qu'il y a des stations de relevage dans chaque lieu de l'agglomération (des équipements hydrauliques, des ouvrages en génie civil ...)
- Le bruit des pompes surtout pendant l'heure de pointe.
- Le problème de retour d'eau chez l'habitant n'est pas inévitable en cas de problème dans le réseau de collecte ou de relevage.
- Le problème de dépôt secourant dans les conduites de refoulement sur tout dans les régions à faibles pluviométrie et à vent de sable fréquent et aussi lors que la longueur de refoulement est grande.

**IV.5 Choix du schéma du réseau d'évacuation**

Le schéma du réseau d'évacuation à adopter est déterminé par différents paramètres :

- ✓ Les conditions techniques et locales du lieu : système existant, la topographie du terrain et la répartition géographique des habitants à desservir ;
- ✓ Les conditions économiques : le coût et les frais d'investissement et d'entretien ;
- ✓ Les conditions d'environnement : nature de rejet et le milieu récepteur ;
- ✓ L'implantation des canalisations dans le domaine public.

**Remarque :** Dans le cas de notre étude le schéma **par déplacement latéral est retenu.**

## IV.6. Délimitation des sous bassins

En règle générale, le bassin versant est une zone géographique limitée par les lignes de crête ou les lignes de partage des eaux. Il est défini comme l'aire de collecte qui regroupe les eaux de ruissellement et les concentre vers le point de sortie appelé exutoire. La surface d'un bassin versant, sa pente moyenne, sa longueur hydraulique et son coefficient de ruissellement sont des éléments caractéristiques. Système de évacuation des eaux usées et des eaux de pluie.

Le découpage du site en sous bassins élémentaires doit être fait selon :

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

**Remarque :** Pour notre projet, le découpage de la zone à étudier se fait suivant la nature du sol et les routes, les pentes et les contres pentes.

## IV.7. Choix du coefficient de ruissellement

Le coefficient de ruissellement  $C_r$  est le rapport caractérisant le volume d'eau ruisselée sur une surface, au volume d'eau tombée sur cette surface. Autrement dit c'est le taux d'imperméabilisation, si « A » est La surface totale du bassin versant, « A' » la superficie de surface revêtue donc :

$$C_r = \frac{A'}{A} \quad (IV.2)$$

Ce coefficient dépend de plusieurs facteurs :

- La durée de pluie, et l'humidité de l'air.
- La nature du sol.
- La pente du terrain.

- Le mode d'occupation du sol.
- La densité de la population.

Comme une estimation erronée du coefficient de ruissellement conduit à un sous ou surdimensionnement du réseau, tous ces facteurs doivent être pris en considération pour la détermination de ce coefficient.

Le coefficient de ruissellement est estimé suivant deux cas :

- ✓ **Premier cas** : en fonction de la nature des surfaces à drainer. Les valeurs du coefficient de ruissellement de ces surfaces sont estimées d'une façon approchée, vu l'hétérogénéité de la nature de ces surfaces

**Tableau IV.3:** Estimation du coefficient de ruissellement suivant la nature des surfaces.

| Nature de la surface          | Valeurs du coefficient de ruissèlement |
|-------------------------------|--|
| Toit en métal, tuile, ardoise | 0.9                                    |
| Chaussées avec peu de joints  | 0.85-0.9                               |
| Pavés en pierre naturelles    | 0.75-0.85                              |
| Pavage en blocages            | 0.40-0.50                              |
| Surfaces goudronnées          | 0.25-0.60                              |
| Chemins en graviers           | 0.25-0.30                              |
| Gare, terrain de sport        | 0.10-0.30                              |
| Parcs, jardins, gazon         | 0.05-0.25                              |
| Forets                        | 0.01-0.20                              |

Source (SALAH, B., 1993 « polycopie d'assainissement »)

**Tableau IV.4 :** coefficient de ruissèlement en fonction de la surface drainée.

| Surface                         | Coefficient de ruissèlement |
|---------------------------------|-----------------------------|
| Chaussées en béton asphaltée    | 0.70-0.95                   |
| Chaussée en brique              | 0.70-0.85                   |
| Toiture                         | 0.75-0.95                   |
| Terrain gazonné, sol sablonneux |                             |
| Plat (pente <2 %)               | 0.13-0.17                   |
| Pente moyenne 2 a 7 %           | 0.18-0.22                   |
| Pente abrupte                   | 0.25-0.35                   |
| Entrée de garage en gravier     | 0.15-0.30                   |

Source (SALAH, B., 1993 « polycopie d'assainissement »)

**Tableau IV.5 :** Coefficient de ruissellement en fonction de la catégorie d'urbanisation.

| Zones d'urbanisme          | Cr          |
|----------------------------|-------------|
| Zones très denses          | 0.90        |
| Zones denses               | 0.60 – 0.70 |
| Zones moins denses         | 0.40 – 0.50 |
| Quartiers résidentiels     | 0.20 – 0.30 |
| Squares, jardins, prairies | 0.05 – 0.20 |

Source (SALAH, B., 1993 « polycopie d'assainissement »)

- **Deuxième cas :** la densité de population influe énormément sur le coefficient de ruissellement, étant donné que les surfaces habitables sont revêtues (toitures ou surfaces goudronnées) Il a été constaté que plus la densité de population est importante plus le coefficient de ruissellement augmente, ce qui rend son estimation difficile pour des sous bassins préurbains vu la densité de population très éparse et faible.

**Tableau IV.6 :** Coefficient de ruissellement en fonction de la densité de la population.

| Densité de la population (hab /km <sup>2</sup> ) | Cr          |
|--|-------------|
| 20   | 0.20        |
| 30– 60   | 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– 600   | 0.70 – 0.90 |

**Remarque :**

Puisque notre agglomération est à caractère urbain, alors le coefficient de ruissellement est estimé en fonction de :

- ✓ La catégorie d'urbanisation.
- ✓ La nature des surfaces.

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

A défaut de connaître le nombre exact d'habitants de chaque sous bassins, on suit les étapes suivantes afin de pouvoir estimer ce dernier.

- On estime le coefficient de ruissellement de chaque sous bassin ;
- On calcule le coefficient de ruissellement pondéré total ;

- On calcule la densité partielle de chaque sous bassin ;
- On déduit le nombre d'habitant dans chaque sous bassins.

### 1. Estimation du coefficient de ruissellement pour chaque sous bassin :

On va estimer la valeur de coefficient de ruissellement pondéré pour chaque sous bassin, en se basant sur le plan de masse de la zone d'étude.

→Les résultats sont dans le tableau suivant :

**Tableau IV.7:** Valeurs de coefficients de ruissellement pour chaque sous bassin.

| Sous bassin | surface(ha) | Cr   |
|-------------|-------------|------|
| 1           | 3,10        | 0,76 |
| 2           | 1,17        | 0,78 |
| 3           | 0,57        | 0,72 |
| 4           | 0,86        | 0,79 |
| 5           | 2,16        | 0,73 |
| 6           | 0,89        | 0,74 |
| 7           | 0,61        | 0,75 |
| 8           | 3,16        | 0,74 |
| 9           | 2,90        | 0,71 |
| 10          | 3,45        | 0,72 |
| 11          | 1,56        | 0,74 |
| 12          | 6,94        | 0,81 |
| 13          | 6,40        | 0,69 |
| 14          | 7,77        | 0,74 |
| 15          | 5,34        | 0,82 |
| 16          | 3,72        | 0,81 |
| 17          | 1,75        | 0,72 |
| 18          | 4,46        | 0,71 |
| 19          | 6,47        | 0,76 |
| 20          | 3,29        | 0,73 |
| 21          | 0,75        | 0,70 |
| 22          | 5,18        | 0,74 |
| 23          | 4,59        | 0,75 |
| Total       | 77,09       |      |

**2. Coefficient de ruissellement pondéré :**

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

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

Avec :

A : surface totale en (ha).

Cri : coefficient de ruissellement partiel.

Crp : coefficient de ruissellement total pondéré.

**AN : Crp :0,75**

**3. Calcule la densité partielle de chaque sous bassin :**

Le calcul de la densité partielle correspondant à chaque surface élémentaire semble plus compréhensif à travers la relation suivante :

$$D_i = \frac{C_{ri} \cdot P_t}{C_{rp} \cdot A} \quad (\text{IV.4})$$

Avec :

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

Crp : coefficient de ruissellement total pondéré.

A : surface totale (ha) A=77,09 ha.

Pt : nombre total d'habitants (hab.) à l'horizon 2054 = 19023 hab

Cri : coefficient de ruissellement partiel.

On procède par la suite au calcul du nombre d'habitants correspondant à chaque sous bassin par la relation ci-dessous :

$$P_i = D_i \times A_i \quad (\text{IV.5})$$

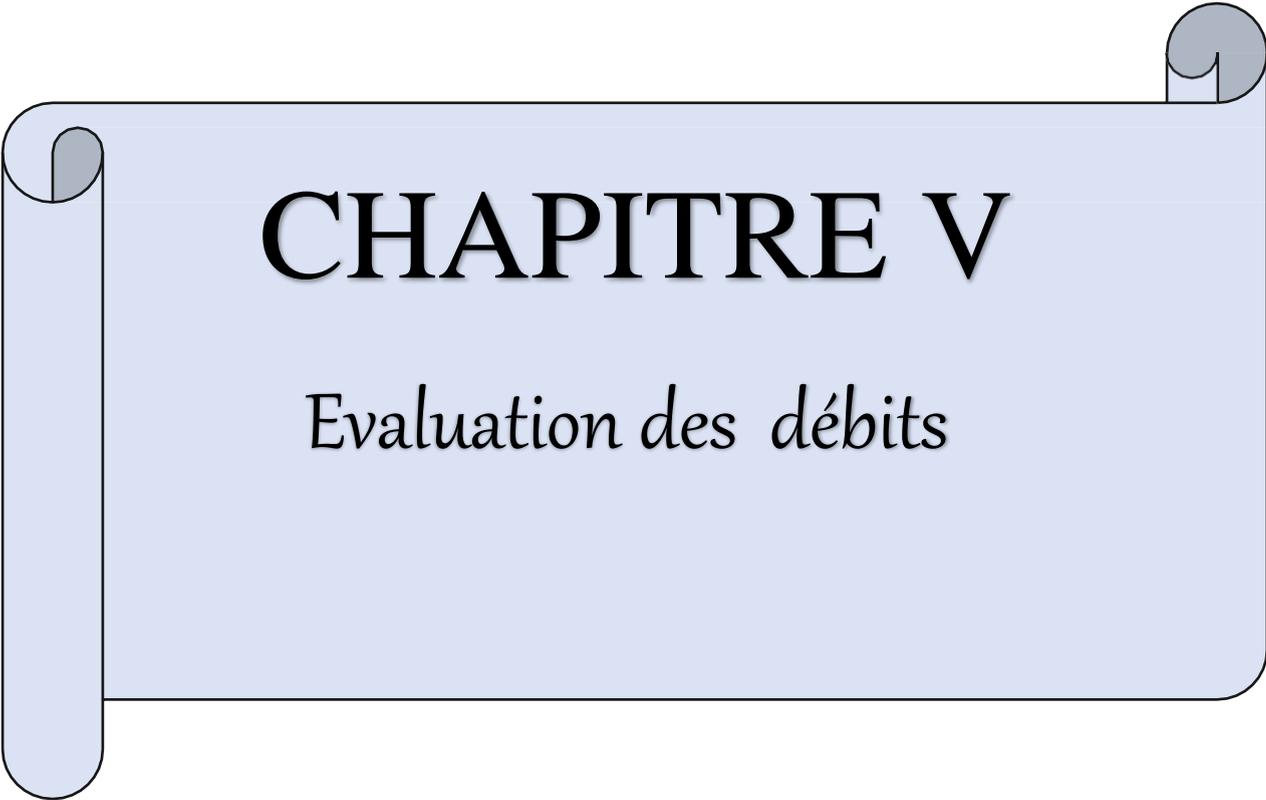
Les résultats de calcul du nombre d'habitants de chaque sous bassins, sont reportés dans le tableau suivant :

**Tableau IV.8** : Calcul de nombre d'habitant de chaque sous bassin.

| Sous bassin  | surface(ha)  | Cr   | Ai*Cr        | Di(hab/ha) | Ni(hab)      |
|--------------|--------------|------|--------------|------------|--------------|
| 1            | 3,10         | 0,76 | 2,36         | 254,61     | 789          |
| 2            | 1,17         | 0,78 | 0,91         | 261,31     | 306          |
| 3            | 0,57         | 0,72 | 0,41         | 241,21     | 137          |
| 4            | 0,86         | 0,79 | 0,68         | 264,66     | 228          |
| 5            | 2,16         | 0,73 | 1,58         | 244,56     | 528          |
| 6            | 0,89         | 0,74 | 0,66         | 247,91     | 221          |
| 7            | 0,61         | 0,75 | 0,46         | 251,26     | 153          |
| 8            | 3,16         | 0,74 | 2,34         | 247,91     | 783          |
| 9            | 2,90         | 0,71 | 2,06         | 237,86     | 690          |
| 10           | 3,45         | 0,72 | 2,48         | 241,21     | 832          |
| 11           | 1,56         | 0,74 | 1,15         | 247,91     | 387          |
| 12           | 6,94         | 0,81 | 5,62         | 271,36     | 1883         |
| 13           | 6,40         | 0,69 | 4,42         | 231,16     | 1479         |
| 14           | 7,77         | 0,74 | 5,75         | 247,91     | 1926         |
| 15           | 5,34         | 0,82 | 4,38         | 274,71     | 1467         |
| 16           | 3,72         | 0,81 | 3,01         | 271,36     | 1009         |
| 17           | 1,75         | 0,72 | 1,26         | 236,91     | 415          |
| 18           | 4,46         | 0,71 | 3,17         | 237,86     | 1061         |
| 19           | 6,47         | 0,76 | 4,92         | 254,61     | 1647         |
| 20           | 3,29         | 0,73 | 2,40         | 244,56     | 805          |
| 21           | 0,75         | 0,70 | 0,53         | 234,51     | 176          |
| 22           | 5,18         | 0,74 | 3,83         | 247,91     | 1284         |
| 23           | 4,59         | 0,75 | 3,44         | 251,26     | 1153         |
| <b>Total</b> | <b>77,09</b> |      | <b>56,78</b> |            | <b>19023</b> |

**Conclusion**

La population de notre étude est de 19023 habitants répartis sur 23 sous-bassins. Nous avons opté pour un système d'évacuation unitaire avec un schéma perpendiculaire par déplacement latéral, qui sera utilisé dans les calculs et les chapitres qui suivent.



# CHAPITRE V

*Evaluation des débits*

**Introduction**

Il est essentiel que le réseau d'assainissement assure la collecte et l'évacuation des eaux de ruissellement et des eaux usées provenant de différentes sources. Avant de commencer à dimensionner les collecteurs, il est essentiel de procéder à une évaluation des débits d'eaux usées et pluviales, qui se concentre principalement sur l'estimation de la quantité et de la qualité des rejets. Elles diffèrent d'une agglomération à l'autre en fonction de la vocation choisie. L'évaluation des débits des eaux usées vise principalement à évaluer la quantité et la qualité des eaux usées émises par les habitations et les lieux d'activités. Étant donné que ces eaux possèdent une composition susceptible d'entraîner des maladies à transmission hydrique, il est essentiel de les évacuer le plus tôt possible et avec le moyen le plus sûr. D'où l'importance de l'évaluation des données.

**V.1. Origine et nature des eaux à évacuer****V.1.1 Les eaux usées**

L'origine des eaux usées influence la nature des polluants présents dans l'effluent. On distingue principalement :

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

**V.1.1.1. Les eaux usées d'origine domestique**

Les eaux domestiques sont le résultat des habitudes quotidiennes des population urbaines .Elles sont essentiellement constituées de deux catégories :

- Les eaux domestiques, incluant les eaux de cuisine, de lavage, de bain et de douche, sont évacuées par les éviers, les lavabos et les baignoires.
- Les eaux usées provenant des toilettes.

Les normes de consommation d'eau potable déterminent la quantité d'eaux à évacuer, qui sont elles-mêmes basées sur l'évaluation de la consommation actuelle.

Afin d'évaluer cette consommation, divers éléments sont pris en considération, tels que :

- Le type d'habitat et son niveau de confort.
- L'approvisionnement en eau potable.
- Les conditions climatiques.

#### **V.1.1.2. Les eaux usées des services publics**

Les eaux provenant du lavage des espaces publics sont rejetées dans le réseau grâce aux installations de collecte des eaux pluviales. La prise en compte des besoins domestiques sera prise en considération pour les eaux usées des services publics tels que l'éducation, la santé, le tourisme, l'administration et d'autres services d'utilité publique. L'estimation de ces eaux prend en considération la quantité d'eau potable nécessaire pour chaque activité, qui est basée sur la notion d'équivalent habitant, qui représente une unité de compte homogène pour tous les usagers.

#### **V.1.1.3. Les eaux usées industrielles**

Il s'agit d'eaux usées éliminées par un processus industriel. La quantité d'eaux évacuées par les industries est influencée par plusieurs paramètres, tels que ceux mentionnés ci-dessous :

- Nature de l'industrie : (Fabrications ou de transformations) ;
- Procédé de fabrication utilisé;
- Taux de recyclage effectivement réalisé ;

Mis à part la quantité à évacuer, il est toujours important de prendre en compte certains paramètres, tels que :

- Les eaux chaudes doivent avoir une température inférieure à 35 °C.
- Elles ne doivent pas contenir de matières corrosives, solides ou toxiques, sinon elles doivent subir un prétraitement à l'intérieur de l'unité industrielle.

Il est nécessaire d'effectuer un prétraitement des eaux industrielles à l'usine afin d'éviter tout dommage et de réduire la durée de vie du réseau. Son amortissement dépend de divers paramètres, tels que la nature des eaux industrielles, car elles attaquent les conduites chimiquement et les détériorent.

**V. 1.1.4. Les eaux parasites**

La notion d'eaux claires parasites englobe généralement toutes les eaux issues de drainage, d'infiltrations suite à une chute de pluie ou à la remontée de la nappe.

En général, ces eaux entrent dans les collecteurs par :

- Les joints mal fabriqués (mauvais raccordement) ou déboîtés en raison d'une mauvaise installation de canalisation.
- Les fissures dans les collecteurs peuvent survenir en raison de la pression de la terre autour de la conduite ou des racines des arbres qui recherchent de l'humidité (phénomène d'hydrotropisme).

Les eaux présentes perturbent le bon déroulement de la station d'épuration. Cependant, ils sont assez complexes à évaluer et ne peuvent être effectués que sur le terrain ; seule la modélisation peut fournir une méthode d'estimation du débit de ces eaux.

Il est nécessaire de mesurer les eaux parasites sur le réseau. Cependant, en l'absence de mesures, la directive allemande ATV recommande de prendre un débit d'eau parasite compris entre 0,05 et 0,15 l/s/ha.

**V.1.2 Les eaux pluviales**

Il s'agit des eaux de surface qui sont principalement constituées de celles qui sont issues des précipitations atmosphériques. Il est essentiel de collecter et de conduire ces eaux vers la canalisation d'évacuation afin d'éviter principalement les risques d'inondation. Les premières minutes d'une chute de pluie sont marquées par une augmentation de la quantité de matières organiques, en particulier dans les agglomérations à forte concentration industrielle, en raison de la pollution des surfaces par les eaux de ruissellement et de lavage. Il est également possible que ces eaux transportent du sable qui peut se déposer dans la canalisation à la moindre diminution de la vitesse d'écoulement.

**Remarque :**

Notre projet ne comporte pas d'industrie. Les eaux usées provenant de l'agglomération sont d'origine domestique et du service public.

**V.2. Estimation des débits des eaux usées**

La quantité d'eaux usées à évacuer chaque jour sera évaluée en fonction de la consommation d'eau par habitant.

La quantité de rejets évacués dépend du type de l'agglomération et du mode d'occupation du sol. L'urbanisation de l'agglomération entraîne une augmentation de la proportion d'eau rejetée.

**V.2.1. Evaluation des débits d'eaux usées domestiques**

Pour calculer le débit des eaux usées à évacuer, nous prendrons comme base une dotation d'eau potable de 150 l/j /hab. (ADE Relizane). Nous considérons que les 80% de l'eau consommée seront rejetées comme eaux usées dans le réseau d'évacuation.

**V.2.1.1 Evaluation du débit moyen journalier**

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

$$Q_{moy.j} = \frac{C_{rej} * D * N_{hab}}{86400} \quad (V.1)$$

Avec :

**Q<sub>moy.j</sub>**: Débit moyen rejeté quotidiennement en (l / s).

**N** : Nombre d'habitants à l'horizon d'étude (hab).

**D** : Dotation journalière prise égale à 150 l/j hab.

**C<sub>rej</sub>** : Coefficient de rejet pris égale à 80 % des eaux potables.

**V.2.1.2. Evaluation du débit de pointe**

Comme la consommation, le rejet des eaux usées est aussi variable dans la journée, d'où on est appelé à déterminer le débit de pointe qui est donné par la relation suivante :

$$Q_{pte} = Q_{moy.j} * k_p \quad (V.2)$$

Avec:

$Q_{pte}$ : Débit de point;

$Q_{moy,j}$ : Débit moyen journalier;

$K_P$ : Coefficient de pointe, Ce coefficient de pointe peut être calculé à partir du débit moyen journalier :

$$K_p = 1,5 + \frac{1}{\sqrt{Q_{moy,j}}} \quad \text{Si: } Q_{moy,j} > 2.8 \text{ l/s}$$

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

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

**Tableau V-1** : Débits des eaux usées domestiques pour chaque sous bassin.

| Sous bassin | Ni   | D(l/j/hab) | $Q_{con}$ (l/s) | $C_{rej}$ | $Q_{moy,j}$ (l/s) | $K_p$ | $Q_{pte}^{dom}$ (l/s) |
|-------------|------|------------|-----------------|-----------|-------------------|-------|-----------------------|
| 1           | 775  | 150        | 1,346           | 0,8       | 1,077             | 3     | 3,230                 |
| 2           | 300  | 150        | 0,521           | 0,8       | 0,417             | 3     | 1,251                 |
| 3           | 135  | 150        | 0,234           | 0,8       | 0,188             | 3     | 0,563                 |
| 4           | 224  | 150        | 0,388           | 0,8       | 0,310             | 3     | 0,931                 |
| 5           | 519  | 150        | 0,901           | 0,8       | 0,721             | 3     | 2,162                 |
| 6           | 217  | 150        | 0,376           | 0,8       | 0,301             | 3     | 0,903                 |
| 7           | 151  | 150        | 0,261           | 0,8       | 0,209             | 3     | 0,627                 |
| 8           | 769  | 150        | 1,336           | 0,8       | 1,069             | 3     | 3,206                 |
| 9           | 678  | 150        | 1,176           | 0,8       | 0,941             | 3     | 2,823                 |
| 10          | 817  | 150        | 1,419           | 0,8       | 1,135             | 3     | 3,406                 |
| 11          | 380  | 150        | 0,659           | 0,8       | 0,528             | 3     | 1,583                 |
| 12          | 1850 | 150        | 3,211           | 0,8       | 2,569             | 3     | 7,707                 |
| 13          | 1453 | 150        | 2,523           | 0,8       | 2,018             | 3     | 6,054                 |
| 14          | 1892 | 150        | 3,285           | 0,8       | 2,628             | 3     | 7,883                 |
| 15          | 1441 | 150        | 2,501           | 0,8       | 2,001             | 3     | 6,003                 |
| 16          | 991  | 150        | 1,721           | 0,8       | 1,377             | 3     | 4,131                 |
| 17          | 415  | 150        | 0,720           | 0,8       | 0,576             | 3     | 1,727                 |
| 18          | 1042 | 150        | 1,809           | 0,8       | 1,447             | 3     | 4,341                 |
| 19          | 1618 | 150        | 2,809           | 0,8       | 2,247             | 3     | 6,742                 |
| 20          | 790  | 150        | 1,372           | 0,8       | 1,098             | 3     | 3,293                 |
| 21          | 173  | 150        | 0,300           | 0,8       | 0,240             | 3     | 0,720                 |
| 22          | 1261 | 150        | 2,190           | 0,8       | 1,752             | 3     | 5,255                 |
| 23          | 1133 | 150        | 1,967           | 0,8       | 1,573             | 3     | 4,720                 |

Avec :

$Q_{cons}$  : débit consommé (l/s)

### V.2.2-Estimation des débits des eaux usées des établissements publics

Ces débits sont évalués de la même façon que les eaux domestiques, en fonction de la consommation d'eau potable pour chaque type d'utilisateur.

#### V.2.2.1-Débit moyen journalier

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

$$Q_{\text{moy.j}} = \frac{C_{\text{rej}} * D_{\text{éq}} * N_u}{86400} \quad (\text{V. 3})$$

Avec :

$D_{\text{éq}}$  : Dotation moyen de la consommation journalière d'eau potable (L/j/unité) ; une donnée qui diffère d'un type d'utilisateur à un autre ;

$Q_{\text{moy.j.éq}}$  : Débit moyen journalier des eaux usées publiques en (L/s) ;

$N_u$  : Nombre des usagers (des unités), forment la catégorie de consommation ;

#### IV.2.2.2-Débit de pointe

Le débit de pointe est donné par la formule suivante :

$$Q_{\text{pte}}^{eq} = Q_{\text{moy.j}}^{eq} K_p \quad (\text{V. 4})$$

Avec:

$Q_{\text{pte}}^{eq}$  : Débit de pointe des eaux usées domestiques (L/s).

$K_p$  : coefficient de pointe

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

**Tableau V-2 : Débits des eaux usées des équipements publics pour chaque sous bassin.**

| Sous bassin | Equipements  | Nombre | Unité de mesure | Quantité | Dotation (l/j/unité) | Crej | Qmoy.j.equ (l/s) | Kp | $Q^{éq}(l/s)$ pte | Total $Q^{éq}(l/s)$ pte |
|-------------|--------------|--------|-----------------|----------|----------------------|------|------------------|----|-------------------|-------------------------|
| 3           | Hôpital      | 1      | Malade          | 200      | 40                   | 0,8  | 0,074            | 3  | 0,222             | 0,222                   |
| 4           | Polyclinique | 1      | Malade          | 50       | 40                   | 0,8  | 0,019            | 3  | 0,056             | 0,056                   |
| 7           | Gendarmerie  | 1      | Employée        | 100      | 100                  | 0,8  | 0,093            | 3  | 0,278             | 0,278                   |
| 8           | Lycée        | 1      | Élève           | 600      | 10                   | 0,8  | 0,056            | 3  | 0,167             | 0,167                   |
| 9           | CEM          | 1      | Élève           | 500      | 10                   | 0,8  | 0,046            | 3  | 0,139             | 0,181                   |
|             | CFPA         | 1      | Stagiaire       | 100      | 15                   | 0,8  | 0,014            | 3  | 0,042             |                         |
| 10          | Mosquée      | 1      | Fidèle          | 1000     | 20                   | 0,8  | 0,185            | 3  | 0,556             | 0,556                   |
| 12          | Stade        | 1      | m2              | 10000    | 3                    | 0,8  | 0,278            | 3  | 0,833             | 0,875                   |
|             | Bibliothèque | 1      | Lecteur         | 100      | 15                   | 0,8  | 0,014            | 3  | 0,042             |                         |
| 14          | Mosquée      | 2      | Fidèle          | 800      | 20                   | 0,8  | 0,296            | 3  | 0,889             | 1,072                   |
|             | Bureau de    | 1      | Employée        | 30       | 20                   | 0,8  | 0,006            | 3  | 0,017             |                         |
|             | École        | 1      | Élève           | 600      | 10                   | 0,8  | 0,056            | 3  | 0,167             |                         |
| 15          | École        | 1      | Élève           | 700      | 10                   | 0,8  | 0,065            | 3  | 0,194             | 0,194                   |
| 17          | APC          | 1      | Employée        | 20       | 15                   | 0,8  | 0,003            | 3  | 0,008             | 0,175                   |
|             | CEM          | 1      | Élève           | 600      | 10                   | 0,8  | 0,056            | 3  | 0,167             |                         |
| 19          | Mosquée      | 1      | Fidèle          | 1000     | 20                   | 0,8  | 0,185            | 3  | 0,556             | 0,556                   |

**V.2.3- Estimation des débits des eaux parasites**

Le débit des eaux parasites est calculé par la relation suivante :

$$Q_{ep} = A_i \cdot D_i \quad (V. 5)$$

Avec :

$Q_{ep}$ : Débit des eaux parasites (l/s).

$D_p$  : Quantité d'eau d'infiltration après une chute de pluie (l/s/ha) prise égale à 0,15 l/s/ha

$A_i$  : Surface élémentaire (ha).

**Tableau V-03 : Débits des eaux parasites**

| Sous bassin | Ai(ha) | Dp(l/s/ha) | Q <sub>ep</sub> (l/s) |
|-------------|--------|------------|-----------------------|
| 1           | 3,1    | 0,15       | 0,465                 |
| 2           | 1,17   | 0,15       | 0,176                 |
| 3           | 0,57   | 0,15       | 0,086                 |
| 4           | 0,86   | 0,15       | 0,129                 |
| 5           | 2,16   | 0,15       | 0,324                 |
| 6           | 0,89   | 0,15       | 0,134                 |
| 7           | 0,61   | 0,15       | 0,092                 |
| 8           | 3,16   | 0,15       | 0,474                 |
| 9           | 2,9    | 0,15       | 0,435                 |
| 10          | 3,45   | 0,15       | 0,518                 |
| 11          | 1,56   | 0,15       | 0,234                 |
| 12          | 6,94   | 0,15       | 1,041                 |
| 13          | 6,4    | 0,15       | 0,960                 |
| 14          | 7,77   | 0,15       | 1,166                 |
| 15          | 5,34   | 0,15       | 0,801                 |
| 16          | 3,72   | 0,15       | 0,558                 |
| 17          | 1,75   | 0,15       | 0,263                 |
| 18          | 4,46   | 0,15       | 0,669                 |
| 19          | 6,47   | 0,15       | 0,971                 |
| 20          | 3,29   | 0,15       | 0,494                 |
| 21          | 0,75   | 0,15       | 0,113                 |
| 22          | 5,18   | 0,15       | 0,777                 |
| 23          | 4,59   | 0,15       | 0,689                 |

#### V.2.4-Débits totaux des eaux usées à évacuer

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

**Tableau V-4 :** Débits totaux des eaux usées à évacuer pour chaque sous bassin.

| Sous bassin | Ai(ha) | $Q^{dom}(l/s)$<br><i>pte</i> | $Q^{éq}(l/s)$<br><i>pte</i> | $Q_{ep}(l/s)$ | $Q^{eu}(l/s)$<br>total |
|-------------|--------|------------------------------|-----------------------------|---------------|------------------------|
| 1           | 3,10   | 3,230                        |                             | 0,465         | 3,695                  |
| 2           | 1,17   | 1,251                        |                             | 0,176         | 1,427                  |
| 3           | 0,57   | 0,563                        | 0,222                       | 0,086         | 0,870                  |
| 4           | 0,86   | 0,931                        | 0,056                       | 0,129         | 1,116                  |
| 5           | 2,16   | 2,162                        |                             | 0,324         | 2,486                  |
| 6           | 0,89   | 0,903                        |                             | 0,134         | 1,036                  |
| 7           | 0,61   | 0,627                        | 0,278                       | 0,092         | 0,997                  |
| 8           | 3,16   | 3,206                        | 0,167                       | 0,474         | 3,847                  |
| 9           | 2,90   | 2,823                        | 0,181                       | 0,435         | 3,439                  |
| 10          | 3,45   | 3,406                        | 0,556                       | 0,518         | 4,479                  |
| 11          | 1,56   | 1,583                        |                             | 0,234         | 1,817                  |
| 12          | 6,94   | 7,707                        | 0,875                       | 1,041         | 9,623                  |
| 13          | 6,40   | 6,054                        |                             | 0,960         | 7,014                  |
| 14          | 7,77   | 7,883                        | 1,072                       | 1,166         | 10,121                 |
| 15          | 5,34   | 6,003                        | 0,194                       | 0,801         | 6,998                  |
| 16          | 3,72   | 4,131                        |                             | 0,558         | 4,689                  |
| 17          | 1,75   | 1,727                        | 0,175                       | 0,263         | 2,165                  |
| 18          | 4,46   | 4,341                        |                             | 0,669         | 5,010                  |
| 19          | 6,47   | 6,742                        | 0,556                       | 0,971         | 8,268                  |
| 20          | 3,29   | 3,293                        |                             | 0,494         | 3,786                  |
| 21          | 0,75   | 0,720                        |                             | 0,113         | 0,832                  |
| 22          | 5,18   | 5,255                        |                             | 0,777         | 6,032                  |
| 23          | 4,59   | 4,720                        |                             | 0,689         | 5,408                  |

Avec :

$Q_t^{eu}$ : Débit d'eaux usées total.

### V.3-Les eaux pluviales

Le terme « eaux de ruissellement » désigne le surplus d'eau qui ne parvient pas à pénétrer dans le sol ou à s'évaporer, se déversant à la surface du sol. En règle générale, ces eaux sont composées d'eaux pluviales, c'est-à-dire d'eaux de pluies et de fonte des neiges, qui s'écoulent à la surface du sol et se déversent dans des rivières. Dans la plupart des cas, l'eau doit pénétrer dans le sol, où elle sera absorbée par les arbres et les plantes, ou encore remplir les nappes phréatiques d'eau souterraine.

### V.3.1-Estimation des débits des eaux pluviales

Pour toute étude d'un réseau d'assainissement, il est essentiel de mesurer les débits de pluie. Parce qu'il est nécessaire de recueillir ces eaux dans les canalisations d'évacuation afin d'éviter les débordements (inondations). Il existe deux méthodes principales pour évaluer les débits de pluie :

- Méthode superficielle.
- Méthode rationnelle.
- ❖ Nous avons utilisé la méthode rationnelle de la raison dans notre étude, car elle est généralement utilisée pour des surfaces limitées . Elle est également facile à appliquer à des agglomérations de petite importance et peut être intéressante pour des installations dont la surface est relativement limitée.

### V.3.2-La méthode rationnelle

Il s'agit d'une méthode qui permet d'évaluer le débit en divisant le bassin versant en sous-bassin. Cette méthode a été découverte en 1889, mais elle n'a été généralisée qu'en 1906. Elle est également connue sous le nom de méthode de LLOYD DAVIS. Cette méthode a démontré sa validité, en particulier pour les bassins urbains à faible surface.

Son objectif est d'évaluer les débits de pluie après une averse d'intensité moyenne « i » supposée constante pendant la chute de pluie sur des surfaces d'influence de superficie « A », avec un coefficient de ruissellement « Cr ». La formulation de la méthode rationnelle est la suivante :

$$Q = \alpha . Cr . i . A \quad (V. 6)$$

Avec :

$Q_p$  : débit de pointe à l'exutoire.

$Cr$  : coefficient de ruissellement sur la surface élémentaire.

$i$ : intensité moyenne de la pluie.

$A$  : superficie du bassin versant.

$\alpha$ : Coefficient correctif de l'intensité tenant compte de la distribution de la pluie dans l'espace, dont sa détermination est en fonction de la forme du bassin.

### V.3.3- Hypothèse de la méthode rationnelle

La méthode rationnelle est fondée par quatre (04) hypothèses :

- L'intensité de l'averse en mm/h est uniforme, dans le temps et dans l'espace, sur l'ensemble du bassin drainé.
- Le coefficient de ruissellement est invariable d'une averse à l'autre.
- Le débit de pointe  $Q_p$  est observé à l'exutoire seulement si la durée de l'averse est supérieure au temps de concentration du bassin versant.
- Le débit de pointe est proportionnel à l'intensité moyenne sur une durée égale au temps de concentration du bassin versant.

### V.3.4- Validité de la méthode rationnelle

Cette méthode est efficace pour des aires relativement limitées, le résultat est meilleur pour des aires plus faibles du fait de la bonne estimation du coefficient de ruissellement, aussi, elle est applicable pour des surfaces où le temps de concentration ne dépasse pas 30 minutes.

### V.3.5- Le temps de concentration

Le temps de concentration d'un bassin est défini comme étant le temps mis par la pluie tombée au point le plus éloigné, en durée d'écoulement, pour atteindre l'entrée du collecteur qui doit évacuer l'apport de la surface considérée, elle est donnée par la formule suivante :

$$t_c = t_1 + t_2 + t_3$$

Où :

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

$$t_1 = \frac{L}{60V} \quad (\text{V. 7})$$

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

$t_3$ : Temps de ruissellement dans un bassin ne comportant pas de canalisations dans une surface de son I en % autrement c'est le parcours superficiel de longueur  $L_s$  en km:

$$t_3 = \frac{L}{11\sqrt{I}} \quad (\text{V. 8})$$

Avec :

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

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

**v** : Vitesse d'écoulement (m/s).

❖ On a Trois (03) cas peuvent être envisagés :

-Le bassin ne comporte pas de canalisation : **tc = t<sub>3</sub>** ;

-Le bassin comporte un parcours superficiel, puis une canalisation : **tc= t<sub>1</sub>+t<sub>3</sub>**;

-Le bassin est urbanisé et comporte une canalisation : **tc = t<sub>1</sub> +t<sub>2</sub>**.

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

$$tc = 3,98 \left[ \frac{L}{\sqrt{I}} \right]^{0,77} \quad (\text{V. 9})$$

### V.3.6- Coefficient réducteur de l'intensité

La répartition d'une pluie au niveau d'un bassin est en effet irrégulière, surtout pour les pluies de courte durée et d'intensité importante. Cela dépend de la nature des nuages, des vents... Afin de prendre en considération cela, nous modifions l'intensité d'un coefficient réducteur :  $\alpha$  est inférieur à 1.

➤ Pour des bassins longs (rectangle, étroit,), ce coefficient sera égal à :

$$\alpha = 1 - 0,006 * \frac{\sqrt{d}}{2} \quad (\text{V. 10})$$

➤ Pour des bassins ramassés (carré ou cercle) :

$$\alpha = 1 - 0,005\sqrt{D} \quad (\text{V. 11})$$

#### Remarque :

Étant donné la complexité de la détermination du coefficient réducteur, il est calculé en fonction des surfaces, afin de déterminer si :

A ≤10ha donc  $\alpha=1$ . A >10ha donc  $\alpha<1$

### V.3.7-Critique de la méthode rationnelle

- La décomposition du bassin en aires élémentaires est approchée.
- Le coefficient de ruissellement est toujours constant sur tout le bassin et pendant toute la durée de l'averse.
- La méthode rationnelle ne tient pas compte l'effet de stockage d'eau de ruissellement sur les sous bassins.
- Elle ne tient pas compte de distribution spatiale de la pluie (variation de l'intensité)
- L'estimation du temps de concentration est souvent laborieuse.

### V.3.8. Application de la méthode rationnelle

Les résultats de calcul des débits pluviaux pour chaque surface élémentaire sont reportés dans le tableau suivant :

**Tableau V-5** : Estimation des débits pluvieux pour chaque sous bassin.

| Sous bassin | Ai(ha) | Cr   | I(l/s/ha) | Qp(l/s) |
|-------------|--------|------|-----------|---------|
| 1           | 3,10   | 0,76 | 99,33     | 234,02  |
| 2           | 1,17   | 0,78 | 99,33     | 90,65   |
| 3           | 0,57   | 0,72 | 99,33     | 40,77   |
| 4           | 0,86   | 0,79 | 99,33     | 67,48   |
| 5           | 2,16   | 0,73 | 99,33     | 156,62  |
| 6           | 0,89   | 0,74 | 99,33     | 65,42   |
| 7           | 0,61   | 0,75 | 99,33     | 45,44   |
| 8           | 3,16   | 0,74 | 99,33     | 232,27  |
| 9           | 2,90   | 0,71 | 99,33     | 204,52  |
| 10          | 3,45   | 0,72 | 99,33     | 246,74  |
| 11          | 1,56   | 0,74 | 99,33     | 114,67  |
| 12          | 6,94   | 0,81 | 99,33     | 558,37  |
| 13          | 6,40   | 0,69 | 99,33     | 438,64  |
| 14          | 7,77   | 0,74 | 99,33     | 571,13  |
| 15          | 5,34   | 0,82 | 99,33     | 434,95  |
| 16          | 3,72   | 0,81 | 99,33     | 299,30  |
| 17          | 1,75   | 0,72 | 99,33     | 125,16  |
| 18          | 4,46   | 0,71 | 99,33     | 314,54  |
| 19          | 6,47   | 0,76 | 99,33     | 488,43  |
| 20          | 3,29   | 0,73 | 99,33     | 238,56  |
| 21          | 0,75   | 0,70 | 99,33     | 52,15   |
| 22          | 5,18   | 0,74 | 99,33     | 380,75  |
| 23          | 4,59   | 0,75 | 99,33     | 341,94  |

## V.4-Calcul des débits totaux pour chaque surface élémentaire

Tableau V-6 : Calcul des débits totaux pour chaque surface élémentaire

| Sous bassin | Ai(ha) | $Q_t^{eu}(l/s)$ | Qp(l/s) | $Q_{total}(l/s)$ |
|-------------|--------|-----------------|---------|------------------|
| 1           | 3,10   | 3,70            | 234,02  | 237,72           |
| 2           | 1,17   | 1,43            | 90,65   | 92,08            |
| 3           | 0,57   | 0,87            | 40,77   | 41,64            |
| 4           | 0,86   | 1,12            | 67,48   | 68,60            |
| 5           | 2,16   | 2,49            | 156,62  | 159,11           |
| 6           | 0,89   | 1,04            | 65,42   | 66,46            |
| 7           | 0,61   | 1,00            | 45,44   | 46,44            |
| 8           | 3,16   | 3,85            | 232,27  | 236,12           |
| 9           | 2,90   | 3,44            | 204,52  | 207,96           |
| 10          | 3,45   | 4,48            | 246,74  | 251,21           |
| 11          | 1,56   | 1,82            | 114,67  | 116,48           |
| 12          | 6,94   | 9,62            | 558,37  | 568,00           |
| 13          | 6,40   | 7,01            | 438,64  | 445,66           |
| 14          | 7,77   | 10,12           | 571,13  | 581,25           |
| 15          | 5,34   | 7,00            | 434,95  | 441,94           |
| 16          | 3,72   | 4,69            | 299,30  | 303,99           |
| 17          | 1,75   | 2,16            | 125,16  | 127,32           |
| 18          | 4,46   | 5,01            | 314,54  | 319,55           |
| 19          | 6,47   | 8,27            | 488,43  | 496,69           |
| 20          | 3,29   | 3,79            | 238,56  | 242,35           |
| 21          | 0,75   | 0,83            | 52,15   | 52,98            |
| 22          | 5,18   | 6,03            | 380,75  | 386,78           |
| 23          | 4,59   | 5,41            | 341,94  | 347,35           |

Avec:

**Qp** : Débit pluvial (l/s)

**Q<sub>t</sub><sup>eu</sup>**: Débit d'eaux usées total(l/s)

**Qt**: Débits totaux de chaque surface élémentaire(l/s)

**Conclusion**

Ce chapitre a porté sur l'évaluation des débits (usés et pluviales) pour chaque sous-bassin. Grâce à ce chapitre, nous pourrons réaliser un calcul hydraulique approfondi qui nous conduira à une dimension adéquate de notre réseau et de ses ouvrages annexes.



# CHAPITRE VI

*Calcul hydraulique du réseau*

## **Introduction**

Une fois que tous les débits ont été déterminés, on procède au dimensionnement effectif du réseau. Ce calcul hydraulique vise à dimensionner les éléments d'évacuation, tels que les collecteurs et les structures associées, tout en respectant les normes de débit. Un réseau d'assainissement doit garantir une évacuation rapide des déchets hors des habitations et le transport des eaux usées dans des conditions d'hygiène adéquates, c'est-à-dire qu'il doit être autonettoyant dans la mesure du possible. Par conséquent, il est crucial de vérifier les vitesses d'écoulement pour les faibles débits, de sorte que les sédiments soient automatiquement évacués lors des précipitations. L'implantation en profondeur doit être réalisée de manière à répondre aux exigences de résistance mécanique face aux charges extérieures, tout en optimisant le tracé des collecteurs.

### **VI.1. Conception du réseau d'assainissement**

La mise en œuvre d'un réseau d'assainissement consiste à représenter tous les éléments qui composent les différentes branches du réseau sur un schéma global.

**Les collecteurs :** Ils doivent être capables de transporter en tout temps l'ensemble des débits fournis par les conduites qu'ils desservent. Ils se caractérisent par leur :

- Emplacements.
- Profondeurs.
- Dimensions (diamètres intérieur et extérieur, ...).
- Pentes.

**Les regards :** de différents types (de visite, de jonction, ). Ils sont également définis par leurs :

- Emplacements.
- Profondeurs.
- Côtes.

Avant de procéder au calcul hydraulique d'un réseau d'assainissement, on considère les hypothèses suivantes :

- L'écoulement est uniforme à surface libre, le gradient hydraulique est égal à la pente du radier.

- La perte de charge engendrée est une énergie potentielle égale à la différence des côtes du plan d'eau en amont et en aval.
- Les canalisations d'égouts sont dimensionnées pour un débit en pleine section « $Q_{ps}$ » ; malgré qu'en réalité et dans la plupart du temps, elles ne débitent pas cette quantité d'eaux plus faibles que celles pour lesquelles elles ont été calculées.

## **VI.2- Dimensionnement du réseau d'assainissement**

Il est essentiel de vérifier certaines conditions :

### **VI.2.1-Conditions d'écoulement et de dimensionnement :**

Le dimensionnement du réseau du type unitaire doit, sans provoquer l'érosion de la paroi de la conduite, permettre l'entraînement des sables pour empêcher leur décantation et éviter les dépôts.

Les conditions d'auto-curage aussi doivent être satisfaites. Il faut assurer une vitesse minimale de 0.6 m/s pour le (1/10) du débit de pleine section, et une vitesse de 0.3 m/s pour le (1/100) de ce même débit.

Il est aussi déconseillé de dépasser des vitesses de l'ordre de (4 à 5) m/s.

### **VI.2.2- Mode de calcul**

Les hypothèses du calcul hydraulique du réseau gravitaire sont :

- L'écoulement est uniforme à surface libre.
- Les canalisations d'égouts dimensionnées pour un débit en pleine section  $Q_{ps}$  ne débitent en réalité et dans la plupart du temps que des quantités d'eaux plus faibles.
- La perte de charge engendrée est une énergie potentielle égale à la différence des côtes du plan d'eau en amont et en aval.
- Le gradient hydraulique de perte de charge est égal à la pente du radier.
- ❖ L'écoulement dans les collecteurs est un écoulement à surface libre régi par la formule de la continuité :

$$Q = V.S \quad \text{(VI-1)}$$

Avec :

S : Section mouillée (m<sup>2</sup>).

V : Vitesse d'écoulement (m/s).

Q : Débit (m<sup>3</sup>/s).

❖ La vitesse est déterminée par l'expression :

$$V = Ks R^{\frac{2}{3}} * \sqrt{Im} \quad \text{(VI-2)}$$

Où :

R (m): Rayon hydraulique.

Im (m/m) : Pente du collecteur.

Ks: Coefficient de rugosité . sa valeur dépend du type de l'ouvrage utilisé, son matériau et son état.

**Tableau V1.1** : Le Coefficient de Manning-Strickler (ks) en fonction de la nature des parois

| Nature des parois            | Ks |
|------------------------------|----|
| Fossé à parois en herbe      | 33 |
| Fossé à parois en terre      | 40 |
| Canal en maçonnerie          | 63 |
| Conduite en béton            | 75 |
| Conduite en fibre ciment     | 83 |
| Conduite en fonte ou en grés | 90 |
| Conduite en PVC              | 90 |

❖ L'expression du débit devient :

$$Q = Ks * S * R^{\frac{2}{3}} \sqrt{Im} \quad \text{(VI-3)}$$

❖ D'où la formule du diamètre est :

$$Dcal = \left( \frac{3,2036 + Qt}{Ks * \sqrt{I}} \right)^{\frac{3}{8}} \quad \text{(VI-4)}$$

❖ Le débit en plein section est donc :

$$Qps = Vps * \frac{\pi(Dnor)^2}{4} \quad \text{(VI-5)}$$

D'après la méthode des régressions polynomiales et à partir des valeurs fournies par l'annexe 03 (voir abaque) des relations entre  $R_q$  et  $R_v$ , ainsi entre  $R_q$  et  $R_h$  ont été établies :

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

$$R_h = -11,423R_q^6 + 40,641R_q^5 - 55,497R_q^4 + 37,115R_q^3 - 12,857R_q^2 + 2,8373R_q + 0,0359 \quad (\text{VI-7})$$

## VI.2.2 - Formules d'écoulements

### VI.2.3.1-Formule de CHEZY

$$V = C\sqrt{R_h * I} \quad (\text{VI-7})$$

Où:

$R_h$  : Rayon hydraulique (m).

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

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

$R_h$  : rayon hydraulique (m)

### VI.2.3.2 -Formule de MANNING

$$V = \frac{\alpha}{n} * R_h^{\frac{2}{3}} * I^{\frac{1}{2}} \quad (\text{VI-8})$$

Où:

$R_h$  : Rayon hydraulique (m).

$I$  : Pente du collecteur (m/m).

$\alpha$  : est un coefficient d'unité qui vaut 1 en système international et 1,486 en système anglo-saxon.

$n$  : coefficient de MANNING il dépend des parois des conduites.

**VI.2.3.3 -Formule de MANNING-STRICKLER**

$$V = K_S * R_h^{\frac{2}{3}} * \sqrt{I} \quad (\text{VI-9})$$

Avec :  $K_S$  : Coefficient de rugosité de Manning-Strickler.

$$K_S = 26 \left(\frac{1}{d_{35}}\right)^{\frac{1}{2}} \quad (\text{VI-10})$$

Où:

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

**VI.3- Dimensionnement du réseau d'assainissement (horizon 2050)**

Une fois le diagnostic effectué, notre variante est de conserver le schéma de trace existant pour des raisons techniques et économiques, tout en réalisant un raccordement des nouvelles habitations.

**Remarque**

Les résultats de calcul des dimensions du réseau et des paramètres hydrauliques (condition d'écoulement et la vitesse d'auto curage) sont reportés dans l'Annexe 02.

**Conclusion**

L'objectif de ce chapitre est de déterminer les dimensions des collecteurs principaux et secondaires ainsi que de l'émissaire. En se basant sur les données des calculs hydrauliques effectués, il est envisageable d'affirmer que la rénovation du système d'assainissement résoudra les problèmes observés. La condition essentielle d'auto-curage sera validée, et le fonctionnement du réseau est satisfaisant tant en période sèche qu'humide. Pour garantir une exploitation optimale de notre réseau d'assainissement, il est crucial de choisir adéquatement les conduites, ce qui nous a conduit à opter pour des conduites en PVC et en béton armé.



# CHAPITRE VII

*Les Eléments Constitutifs Du  
Réseau*

**Introduction**

L'assainissement est une démarche visant à améliorer la situation sanitaire globale de l'environnement en supprimant toute cause d'insalubrité.

Les éléments constitutifs d'un réseau d'égout doivent assurer le bon fonctionnement de ce dernier.

Les ouvrages peuvent être classés en Les ouvrages principaux qui constituent le corps du réseau et Les ouvrages annexes qui permettent une bonne exploitation du réseau.

**VII.1. Ouvrages principaux**

Les ouvrages principaux concernent la mise en place de l'ensemble du réseau, depuis l'évacuation à l'exutoire jusqu'à l'entrée des effluents dans la station d'épuration.

Les principales œuvres se présentent comme suit :

**VII.1.1. Canalisations**

Elles sont fabriquées en usine sous différentes formes cylindriques. On les désigne par leurs diamètres intérieurs, appelés diamètres nominaux, qui sont exprimés en millimètre, ou par leurs ovoïdes préfabriqués, qui sont désignés par leur hauteur exprimée en centimètre .

**VII.1.1.1- Formes et sections des canalisations**

- ✓ **Conduites circulaires** : Les conduites circulaires sont plus couramment employées pour les sections faibles que les autres formes.
- ✓ **Conduites ovoïdes** : Ces conduites sont généralement employées pour remplacer les conduites circulaires ayant un diamètre supérieur à 800 mm, dans le but d'éviter le risque d'auto-curage.

**VII.1.1.2- Type de canalisation****❖ Conduites en béton non armé**

On les produit mécaniquement grâce à un processus qui garantit une grande compacité du béton.

Les canalisations visitables ne doivent pas être utilisées avec des tuyaux non armés.

**❖ Conduites en béton armé**

Elles sont composées de deux ensembles d'armatures, la première composée de barres droites appelées génératrices, tandis que la deuxième est constituée de spires en hélice continues avec un pas régulier maximal de 1,5 mètre.

**❖ 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.

**❖ Conduites en grés artificiels**

Les tuyaux sont fabriqués à partir d'argile et de sable argileux à une température de 1200°C à 1300°C. Le matériau obtenu présente une grande imperméabilité. Il est insensible aux agents chimiques, à l'exception de l'acide fluorhydrique.

**❖ Conduites en chlorure de polyvinyle (p.v.c) non plastifié**

Elles ont une certaine réactivité face aux chocs. La dilatation joue un rôle crucial et il est essentiel de prendre en considération lors de la pose.

**VII.1.1.3-Choix du type de canalisation**

La sélection des différents types de conduite nécessite de prendre en considération :

- Pentes du terrain ;
- Diamètres utilisés ;
- La nature du sol traversé ;
- Résistance aux actions chimiques du sol ;
- Bonne étanchéité ;
- Résistance aux actions mécaniques dues aux charges externes.

Pour notre projet, nous avons opté pour des modèles Les conduites en PVC ont été sélectionnées pour des diamètres allant de 300 à 500mm, tandis que les conduites en béton armé ont été sélectionnées pour les plus gros de forme circulaire en raison des avantages qu'elles offrent :

- Etanchéité primordiale.
- Résistance aux attaques chimiques.

- Bonne résistance mécanique.
- Leur bonne stabilité dans les tranchées.
- Pose et assemblage facile.
- La disponibilité sur le marché national.

**VII-2 Les ouvrages annexes**

Les ouvrages annexes comprennent :

- Les ouvrages normaux.
- Les ouvrages spéciaux.

**VII.2.1- Les ouvrages normaux**

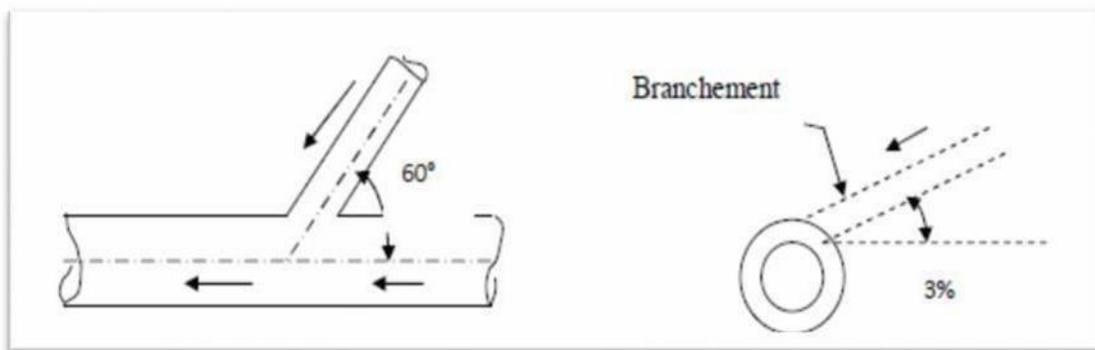
Les ouvrages normaux sont les ouvrages courants. On les trouve aussi bien en amont ou le long des réseaux .Ils assurent généralement la fonction de recette des effluents ou d'accès au réseau.

**VII.2.1.1-Les branchements**

Ce sont des conduits de diamètres inférieurs au diamètre de la canalisation publique (environ 7/10) reliant vertical d’eaux usées et pluviale des immeubles à cette dernière.

Le raccordement du cote égout peut être perpendiculaire en présence de galerie visitable et incliné en général à 60° sur les canalisation pour ne pas perturber l’écoulement .

Le trace de la conduite de branchements doit avoir une pente d’environs 3% pour favoriser un écoulement avec rinçage interne de la conduite .



**FigureVII.1 : Exemple d'un branchement simple.**

VII.2.1-2 Les bouches d'égout

Elles servent a l'absorption de l'eau de surface (pluviale et de l'eau se lavage des chaussées).Elles sont utilisées aux points bas des caniveaux , soit dans le trottoir (absorption du coté latéral) soit dans la chaussée ( absorption par le haut ).

La distance entre les bouches d'égout est en Moyenne de 50m .La section d'entrée est en fonction de l'écartement entre les deux bouches afin d'absorber le flot d'orage venant de l'amont.

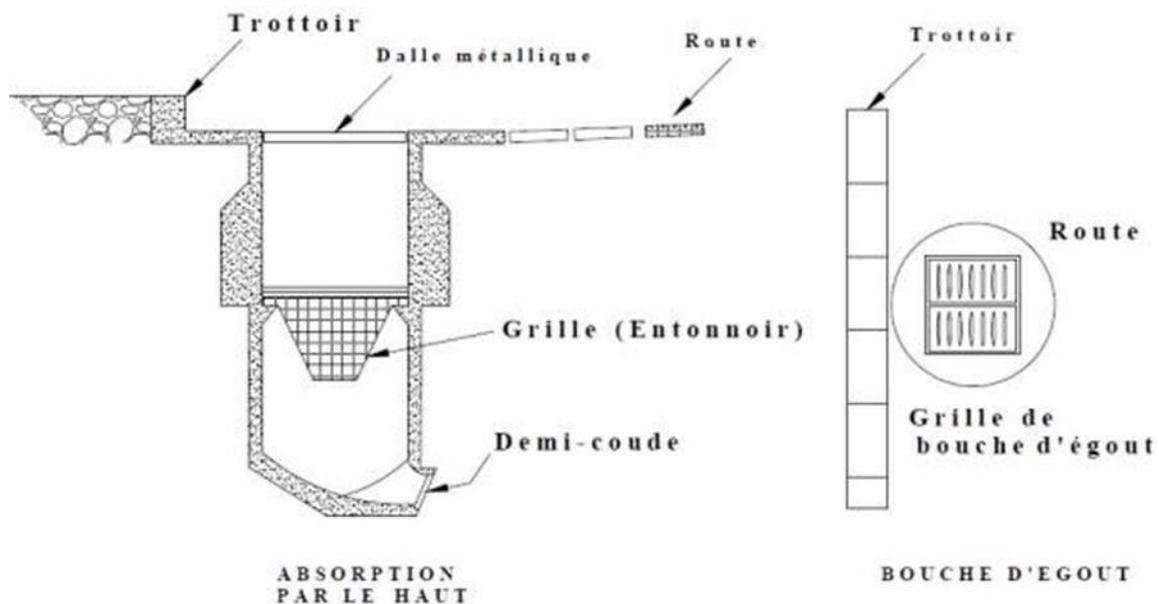


Figure VII.2 : Exemple d'une bouche d'égout (Pénétration par le haut )

VII.2.1-3 Les regards

Les regards sont les ouvrages d'accès au réseau, qui permettent au personnel d'assurer l'entretien et la surveillance, ils assurent aussi l'aération du réseau.

Le type de regard varie en fonction de la pente du terrain et de l'encombrement ainsi que du système d'évacuation.

❖ Types de regards

- ✓ **Regard de visite** : Ces regards servent à l'entretien régulier et au curage régulier des canalisations, tout en garantissant une bonne ventilation de ces dernières. Cette distance varie de 35 à 80 mètres.

- ✓ **Regard de ventilation** : La présence d'air dans les égouts constitue la meilleure protection contre la fermentation et la formation de sulfure d'hydrogène.
- ✓ **Regard de jonction**: Ils sont utilisés pour rassembler deux collecteurs de la même ou de différentes sections.
- ✓ **Regard de chute** : C'est l'ouvrage le plus répandu en 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 servent à la chute verticale et à la chute en toboggan.

### ❖ **Emplacement**

Les regards doivent être installés sur les canalisations:

- ✓ A chaque changement direction ;
- ✓ A chaque jonction de canalisation ;
- ✓ Aux points de chutes ;
- ✓ A chaque changement de pente ;
- ✓ A chaque changement de diamètre.

## **VII.2.2- Les ouvrages spéciaux**

### **VII.2.2.1- Les déversoirs d'orage**

Un déversoir est un ensemble de systèmes qui évacuent les pointes de ruissellement vers le milieu naturel afin de décharger le réseau d'aval.

#### **VII.2.2.1.1- Emplacement des déversoirs d'orage**

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

- Le régime d'écoulement de niveau d'eau dans la canalisation amont et aval
- Topographie du site et variations des pentes.
- Le milieu récepteur, son pouvoir auto épurateur et la dilution nécessaire.
- La capacité de la station d'épuration pour éviter le mauvais fonctionnement et les surcharges.

VII.2.2.1.2-Les types des déversoirs

a- Trous dans le mur

Les ouvrages les plus anciens sont désormais abandonnés en raison d'un faible rendement hydraulique et d'un bilan déplorable de dépollution.

Ce système a été perfectionné en avançant l'orifice du rejet vers l'intérieur.

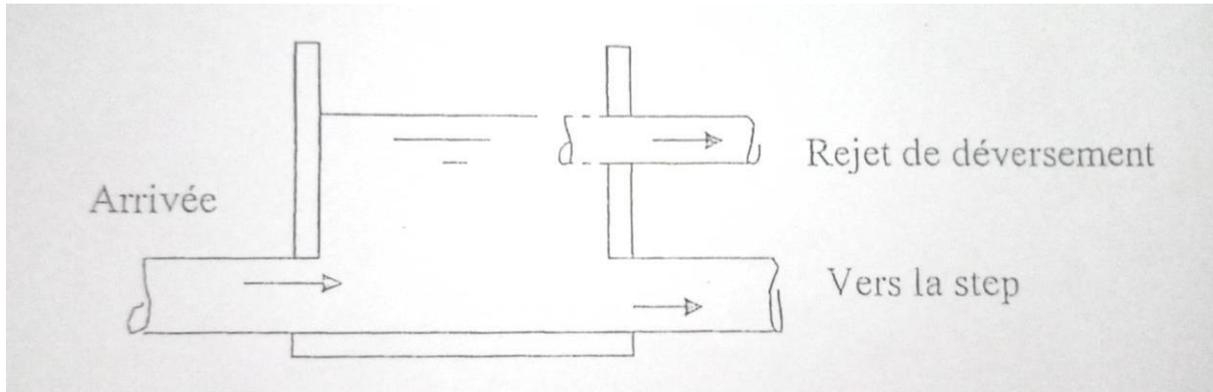


Figure (VII-3) : Exemple d'un ouvrage type "trou dans le mur"

b- Déversoirs à ouverture de radier

Ce type de déversoir est préconisé dans le cas où les pentes sont trop importantes c'est-à- dire en présence d'écoulement torrentiel. Le débit de temps sec et « petite pluie » passe par l'orifice dans le fond ou sur le côté du radier. Il s'agit d'un type d'ouvrage à fortement déconseiller qui a tendance à se boucher en permanence, donc à déverser souvent par temps sec.

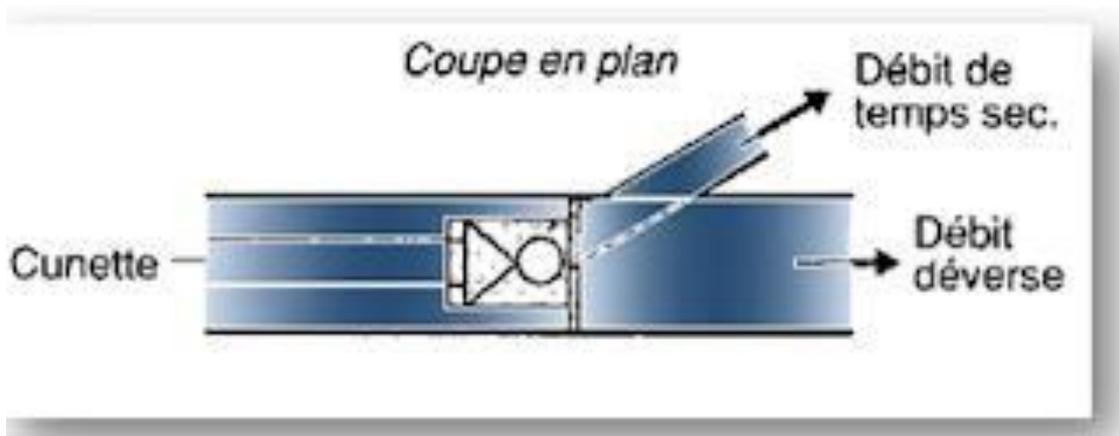
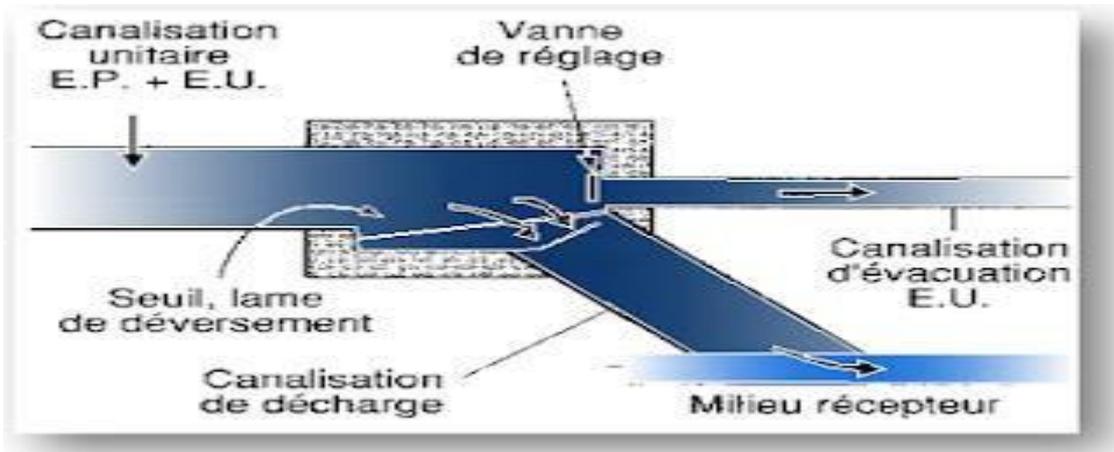


Figure (VII-4) : Exemple de déversoir à ouverture de radier

Source : [https://hydrauliqueformation.blogspot.com/2013/07/deversoir-dorage.html#google\\_vignette](https://hydrauliqueformation.blogspot.com/2013/07/deversoir-dorage.html#google_vignette)

**c- Déversoirs à seuil latéral**

Le seuil latéral pur du déversoir est rectiligne et strictement parallèle à l'écoulement.

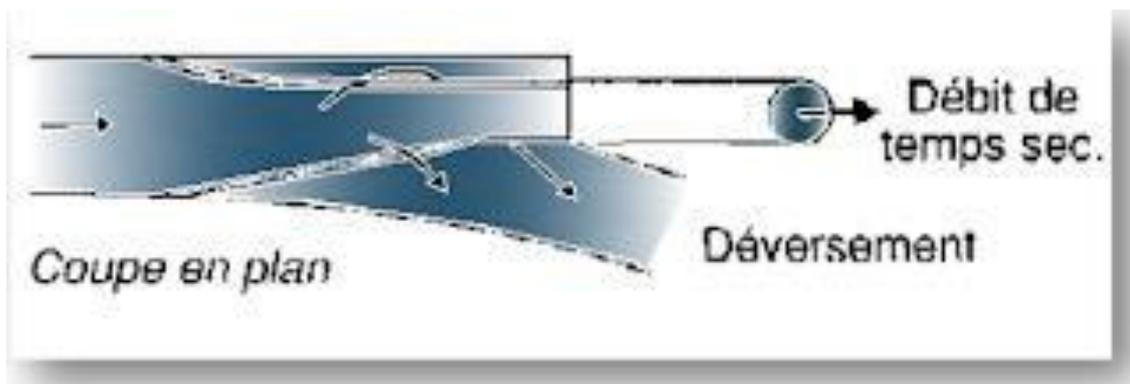


**Figure (VI1-5) :** Exemple de déversoir à seuil latéral simple.

Source : [https://hydrauliqueformation.blogspot.com/2013/07/deversoir-dorage.html#google\\_vignette](https://hydrauliqueformation.blogspot.com/2013/07/deversoir-dorage.html#google_vignette)

**d- Déversoirs à seuil double**

Lorsque les calculs nous indiquent une longueur importante du seuil du déversoir, on choisit d'utiliser un double seuil déversant dans ce type de déversoir.



**Figure (VI1-6) :** Exemple de déversoir à double seuil.

Source : [https://hydrauliqueformation.blogspot.com/2013/07/deversoir-dorage.html#google\\_vignette](https://hydrauliqueformation.blogspot.com/2013/07/deversoir-dorage.html#google_vignette)

**e- Déversoirs à seuil frontal**

Le seuil est donc droit et perpendiculaire à la circulation. On peut encore distinguer parmi les déversoirs à seuils frontaux une sous-catégorie en fonction de la présence ou non d'une contraction au niveau du seuil, de la mise en charge de la conduite aval et de l'orientation de cette même conduite par rapport à la crête.



**Figure (VI1-7) :** Déversoir à seuil frontal

Source : [https://hydrauliqueformation.blogspot.com/2013/07/deversoir-dorage.html#google\\_vignette](https://hydrauliqueformation.blogspot.com/2013/07/deversoir-dorage.html#google_vignette)

**f- Déversoirs by pass**

Ce genre de déversoir assure l'évacuation des pointes de ruissellement vers le milieu naturel afin de dégager le réseau aval, garantissant ainsi le partage du flux polluant entre le milieu naturel et le collecteur aval. Les eaux supplémentaires lors des orages sont transférées vers un autre collecteur en jouant le rôle de maillage du réseau.

Afin d'augmenter la capacité de transport, il est nécessaire de prélever les eaux en temps sec afin de les acheminer vers un égout des eaux. De plus, il est possible de transformer la partie inférieure du collecteur unitaire en collecteur semi-pluvial, éventuellement avec un vannage.

**Remarque**

Pour éviter le problème des dépôts et ne pas occuper beaucoup d'espaces, nous utiliserons un déversoir à seuil frontal.

## VII.2.2.1.3-Dimensionnement des déversoirs d'orage

## ❖ Mode du calcul

1)-Déterminer le débit total  $Q_t$ 

Le débit total de dimensionnement qui est égal à la somme des débits en temps sec ( $Q_{us}$ ) et du débit pluvial ( $Q_p$ ).

$$Q_t = Q_p + Q_{us} \quad (\text{VII.1})$$

2)-Déterminer le débit critique  $Q_{cr}$ 

$$Q_{cr} = Q_t * \left(1 - \frac{t_c}{100}\right) \quad (\text{VII.2})$$

$t_c$  : temps de concentration évalué en fonction de la nature et la structure de la surface à drainer .

## 3)-Calcul de débit de la STEP :

- Calcul le débit de pointe d'eaux usées  $Q_{pte}$ .

$$Q_{pte} = Q_{moy} * K_p \quad (\text{VII.3})$$

Avec :

$$K_p = 1,5 + \frac{2,5}{\sqrt{Q_{moy}}} \quad (\text{VII.4})$$

- Tenant compte de la dilution :

Exemple :

- Dilution de 2:  $Q_{step} = Q_{pte}(1 + 2)$  (VII.5)

- Dilution de 3:  $Q_{step} = Q_{pte}(1 + 1)$  (VII.6)

$Q_{pte}$  :débit de pointe d'eau usée.

## 4)-Calcul du débit déversant

le débit critique se compose :

-Du débit déversé : $Q_{dev}$

-Du débit allant vers la STEP : $Q_{step}$

$$Q_{cr} = Q_{dev} + Q_{step} \quad \rightarrow \quad Q_{dev} = Q_{cr} - Q_{step}$$

**5)-Détermination des hauteurs d'eau correspondant aux débits à l'amont du déversoir:**

On utilise l'abaque de BAZIN (Annexe03 ).

- Hauteur d'eau demandée par la STEP :

$H_{step}$ : Correspond à la hauteur du seuil du déversoir. On utilise l'abaque de variation des débits et des vitesses en fonction de la hauteur de remplissage (Annexe 03 ).

$$R_Q = \frac{Q_{step}}{Q_{ps}} \rightarrow \text{Abaque} \rightarrow R_H = \frac{H_{step}}{D} \rightarrow H_{step} = R_H * D$$

**6)-Détermination de la hauteur déversant :**

$$H_{dev} = H_{tcr} - H_{step} \quad (\text{VII. 7})$$

$$R_{Qcr} = \frac{Q_{cr}}{Q_{ps}} \rightarrow R_{Hcr} = \frac{H}{D} \rightarrow H = R_H * D$$

Avec:

H : Hauteur de remplissage de débit de dimensionnement.

**7)-On détermine la longueur du seuil, déversant (b) :**

On applique la formule de BAZIN :

$$Q_{dev} = m * L * H_{dev} * \sqrt{2gH_{dev}} \quad (\text{VII. 8})$$

Avec :

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

**m**= 0,45 déversoir frontal. **m**< 0,4 déversoir latéral.

**L**: Largeur du seuil.

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

**g** = 9,81 m/s<sup>2</sup> (pesanteur).

Donc :

$$L = \frac{Q_{dev}}{m \sqrt{2gH_{dev}}^{\frac{3}{2}}} \quad (\text{VII. 9})$$

**❖ Dimensionnement du déversoir d'orage (DO) :**

Les calculs résume dans le tableau suivant :

**Tableau VII.1** : les caractéristiques de déversoirsd'orage

| Déversoirs<br>d'orage | Qt<br>(l/s) | Qcr<br>(l/s) | Qstep<br>(l/s) | Qdév<br>(l/s) | Hstep<br>(mm) | Hcr<br>(mm) | Hdev<br>(mm) | L<br>(m) |
|-----------------------|-------------|--------------|----------------|---------------|---------------|-------------|--------------|----------|
| <b>DO1</b>            | 5291,28     | 4497,58      | 207,62         | 4289,96       | 60            | 660         | 600          | 4,68     |

**Conclusion**

Ce chapitre nous a permis de passer en revue les éléments constitutifs du réseau d'assainissement qui assurent l'écoulement rapide des eaux usées et un degré très élevé de durabilité et faciliter les opération de curage grâce a l'implantation , et au dimensionnement des divers éléments constitutifs du réseau d'égouts .



# CHAPITRE VIII

*Organisation de chantier*

### Introduction

La mise en place d'un système d'assainissement est soumise aux lois auxquelles tous les chantiers sont soumis, dans le but de garantir la rapidité, la qualité et l'économie dans la réalisation de notre projet.

L'organisation du chantier permet d'organiser le déroulement des travaux en établissant un rythme de travail adéquat, en spécifiant le temps de réalisation, la main-d'œuvre requise et les moyens matériels (matériaux de construction, engins,...).

### VIII.1. Les étapes de réalisation du projet

Notre projet comprend les principales étapes suivantes :

- Manutention stockage des conduites ;
- Décapage de la couche de terre végétale et de goudrons ;
- Installation des jalons des piquets ;
- Exécution des tranchées et des fouilles pour les regards ;
- Aménagement du lit de sable ;
- Installation des canalisations en tranchée ;
- Assemblage des tuyaux ;
- Essais d'étanchéité des conduites et des joints ;
- Construction des regards ;
- Réalisation des branchements ;
- Remblai des tranchées et compactage.

#### VIII.1.1. Manutention et stockage des conduits

- **Manutention**

Pour assurer la protection des conduites lors du transport, il est important d'éviter les chocs, notamment sur les extrémités, et d'éviter le déchargement brusque sur le sol.

- **Stockage**

Pour le stockage du matériel, il est recommandé de suivre les conseils suivants :

- Placer les tubes en position horizontale sur une surface plane sur des supports disposés tous les 1,5 mètres pour prévenir toute flexion du produit.
- Prévenir l'érosion du sol sur les tulipes, en particulier si le sol est en pierre, en béton ou bitumineux.

- Il est préférable de ne pas empiler à une hauteur supérieure à 1,5 mètre, car cela pourrait causer des dommages aux tubes de la partie inférieure, et même éviter les chutes des tubes supérieurs.
- Il convient de laisser les tulipes libres, en alternant entre les tulipes et les caps. Si les palets sont exposés pendant une période prolongée au soleil, il est nécessaire de les protéger avec un matériau opaque, éventuellement de couleur blanche, afin d'éviter une augmentation de la température dans la canalisation.

### **VIII.1.2. Décapage de la couche de terre végétale et de goudrons**

Le décapage de la terre végétale implique de éliminer la couche superficielle du sol sur une faible épaisseur. Cela se fait en utilisant une niveleuse, tandis que pour le sol goudronné, on utilise une raboteuse.

### **VIII.1.3. Installation des jalons des piquets**

Selon les plans de masse, il est nécessaire de placer les jalons des piquets dans chaque point d'emplacement d'un regard.

### **VIII.1.4. Exécution des tranchées**

La technique de fouille ouverte, en tranchée, est la plus courante dans la construction des collecteurs urbains. Environ toujours, la profondeur de la tranchée est conditionnée par des conditions d'axe hydraulique ou de croisement d'ouvrages existants. La largeur de la tranchée est principalement influencée par les dimensions externes de la conduite.

### **VIII.1.5. Aménagement du lit de sable**

Les canalisations seront installées sur un lit de sable d'une épaisseur d'au moins 10cm. Il sera correctement nivelé en fonction des côtes du profil en long. Il est nécessaire que le lit de pose soit composé de sable avec au moins 12% de particules inférieures à 0,1 m

### VIII.1.6. Assemblage des conduites

La jointure de ces dernières est réalisée en fonction de la section, de la forme et de la nature du matériau de la conduite.

### VIII.1.7. La mise en place des canalisations

La mise en place des conduites se fait par des engins appropriés ; La pose de canalisation d'assainissement s'opère de l'aval vers l'amont. Avant la mise en place des conduites en fouillées on procède à un triage des conduites de façon à éliminer celles qui ont subi des chocs importants, ou des fissurations, on doit s'assurer au préalable qu'aucun corps étranger ne se trouve à l'intérieur des conduites.

### VIII.1.8 Essais sur les joints et les canalisations

L'essai est menée à l'eau, à l'air, à la fumée ou à un mélange d'eau et d'air. Il s'agit d'une épreuve d'étanchéité à laquelle les conduites déjà installées au fond de la tranchée sont soumises.

### VIII.1.9 Construction des regards

En général, les regards ont une forme carrée. Les dimensions des regards diffèrent selon les collecteurs, leur profondeur et leur épaisseur diffèrent d'un regard à l'autre. Ces regards sont fabriqués sur place en béton armé, mais il est possible d'avoir des regards préfabriqués. Il est nécessaire que les tampons soient munis d'un orifice afin de faciliter leur levage et l'aération de l'égout.

### VIII.1.10. Réalisation des branchements

Les branchements impliquent de l'aval vers l'amont :

- Le raccordement de la canalisation de branchement à la canalisation principale ;
- La canalisation de branchement elle-même avec une pente minimale de 3 % ;
- Parfois, un regard collecteur de branchement.

Au niveau de chaque branchement individuel, la boîte de branchement est située à la limite du domaine public.

### VIII.1.11. Remblai des tranchées et compactage

Une fois que les conduites ont été installées dans les tranchées, il est essentiel de procéder à un remblai de qualité sur une certaine hauteur au-dessus de la génératrice supérieure de la conduite afin de prévenir tout dommage lors de l'exécution du remblai supérieur.

### VIII.2. Choix des engins de terrassement

Afin de mener à bien ces travaux, il est nécessaire d'utiliser divers types d'engins, car chaque opération requiert un engin spécifique. Ces engins sont classés en trois grandes catégories :

#### ❖ Pour le décapage de la couche de la terre végétale

On utilise la "niveleuse" pour décaper la terre végétale sur les terrains faciles à décaper, tandis que dans les terrains difficiles, on utilise le "Bulldozer".

#### ❖ Pour l'excavation des tranchées

Il s'agit d'une pelle rétro équipée. Les Pelles sont des engins de terrassement adaptés à tous les types de sols. Ce sont des machines qui ont pour fonction de réaliser les déblais et de les charger. Dans les zones difficiles, il est nécessaire d'utiliser une pelle à chenille.

#### ❖ Pour le remblaiement des tranchées

Le remblayage s'est effectué à l'aide d'une chargeuse, avec un corps automoteur articulé et une benne de grande taille à l'avant.

#### ❖ Pour le compactage

La terre a été compactée après le remblayage à l'aide d'un compacteur à rouleaux lisses, un engin lourd qui tasse la terre sous lui à l'aide d'un ou plusieurs rouleaux en fonte.



→ Le bulldozer

<https://lguafrique.com/wp-content/uploads/2020/03/bulldozer.jpg>



→ La niveleuse

<https://lguafrique.com/wp-content/uploads/2020/03/niveleuse.jpg>



→ La pelleuse

<https://lguafrique.com/wp-content/uploads/2020/03/pelleuse.jpg>

|   |                                |
|---|--------------------------------|
|  <p><a href="https://lguafrique.com/wp-content/uploads/2020/03/chargeuse.jpg">https://lguafrique.com/wp-content/uploads/2020/03/chargeuse.jpg</a></p>      | <p>➔ <b>La chargeuse</b></p>   |
|  <p><a href="https://lguafrique.com/wp-content/uploads/2020/03/tractopelle.jpg">https://lguafrique.com/wp-content/uploads/2020/03/tractopelle.jpg</a></p> | <p>➔ <b>La tractopelle</b></p> |
|  <p><a href="https://lguafrique.com/wp-content/uploads/2020/03/compacteur.jpg">https://lguafrique.com/wp-content/uploads/2020/03/compacteur.jpg</a></p>  | <p>➔ <b>Le compacteur</b></p>  |

Figure VIII.1 : Les différents engins de terrassement.

### VIII.3. Devis quantitatif et estimative

Pour obtenir une estimation du coût de réalisation de notre projet, il est nécessaire de procéder au calcul du devis quantitatif et estimatif. Ce calcul implique d'évaluer les quantités de toutes les opérations réalisées sur le terrain pour la réalisation du projet, puis de les multiplier par le prix unitaire correspondant. Il est également pratique pour sélectionner deux ou plusieurs options, c'est-à-dire effectuer une étude technico- économique.

#### VIII.3.1. Détermination des différents volumes

##### VIII.3.1.1. Volume du décapage de la couche végétale

$$V_{déc} = H_{vc} \times L \times B_{CV} \quad (\text{VIII.1})$$

Avec :

$V_{déc}$  : Volume de la couche végétale décapée ( $m^3$ ).

$H_{vc}$  : Profondeur de la couche végétale (m).

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

$B_{CV}$  : Largeur de la couche végétale (m).

##### VIII.3.1.2. Volume du déblai des tranchées

$$V_d = B \times L \times H \quad (\text{VIII.2})$$

Avec :

$V_d$  : Volume du déblai des tranchées ( $m^3$ ).

$B$  : Largeur de la tranchée (m).

$H$  : Profondeur de la tranchée (m).

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

##### VIII.3.1.3. Volume occupé par le lit de sable

$$V_{ls} = e \times L \times B \quad (\text{VIII.3})$$

Avec :

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

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

$B$  : Largeur de la tranchée (m).

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

**VIII.3.1.4. Volume occupé par les conduites**

$$V_{con} = (\pi \times D_{ext} / 4) \times L \quad (\text{VIII.4})$$

Avec :

$V_{con}$  : Volume occupé par les conduites ( $m^3$ ).

$D_{ext}$  : Diamètre extérieur de la conduite (m).

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

**VIII.3.1.5. Volume de l'enrobage**

$$V_e = H_e \times L \times B \quad (\text{VIII.5})$$

Avec :

$V_e$  : Volume de l'enrobage ( $m^3$ ).

$H_e$  : Hauteur d'enrobage.

$B$  : Largeur de la tranchée (m).

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

**VIII.3.1.6. Volume du remblai de protection**

$$V_{rem} = V_d - (V_{con} + V_{déc} + V_{ls}) \quad (\text{VIII.6})$$

Avec :

$V_{rem}$  : Volume du remblai ( $m^3$ ).

$V_d$  : Volume du déblai ( $m^3$ ).

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

$V_{déc}$  : Volume de la couche végétale décapée ( $m^3$ ).

$V_{con}$  : Volume occupé par les conduites ( $m^3$ ).

**VIII.3.1.7. Volume excédentaire**

$$V_{exc} = V_f - V_{rem} \quad (\text{VIII.7})$$

Tel que :

$V_{exc}$  : Volume du sol excédentaire ( $m^3$ ).

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

$V_{rem}$  : Volume du remblai ( $m^3$ ).

Sachant que :

$$V_f = V_d \times K_f \quad \text{(VIII.7)}$$

Avec :

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

**Tableau VIII.1** : Devis quantitatif et estimatif du réseau.

| N°                             | Désignation des travaux  | Unités         | Quantités | Prix Unitaire (DA) | Montant (DA) |
|--------------------------------|--|----------------|-----------|--------------------|--------------|
| <b>Travaux de terrassement</b> |  |                |           |                    |              |
| 1                              | Fouille en tranchées dans un terrain de toutes natures de profondeur variable selon le profil en long y/c le dressement des parois verticales le nivellement du fond de fouilles ,à l'aide d'un engin mécanique, y compris réparation des conduites endommagées lors des travaux et toutes sujétions | m <sup>3</sup> | 28900     | 300                | 8670000      |
| 2                              | Fourniture et pose d'un lit de sable de 20 cm au dessus et dessous de la génératrice supérieure de la conduite, y compris toutes sujétions   | m <sup>3</sup> | 5500      | 1000               | 5500000      |
| 3                              | Remblaiement en terre tout venant expurgé de pierres, y compris toutes sujétions   | m <sup>3</sup> | 10900     | 250                | 2725000      |
| 4                              | Reprise du remblai en TUF de toute la tranchée avec compactage et arrosage, au niveau des voies en bonne état y compris toutes sujétions   | m <sup>3</sup> | 10900     | 1200               | 13080000     |
| <b>Canalisations</b>           |  |                |           |                    |              |
| 1                              | canalisations PVC Ø315   | ml             | 13650     | 1500               | 20475000     |
| 2                              | canalisations PVC Ø400   | ml             | 1750      | 2300               | 4025000      |
| 3                              | canalisations PVC Ø500   | ml             | 490       | 3100               | 1519000      |

|             |                         |    |      |        |           |
|-------------|-------------------------|----|------|--------|-----------|
| 4           | canalisations PVC Ø600  | ml | 1120 | 4000   | 4480000   |
| 5           | canalisations PVC Ø800  | ml | 1400 | 5000   | 7000000   |
| 6           | canalisations PVC Ø1000 | ml | 630  | 6500   | 4095000   |
| 7           | canalisations PVC Ø1200 | ml | 910  | 8500   | 7735000   |
| Génie civil |                         |    |      |        |           |
| 1           | Regards                 | u  | 630  | 45000  | 28350000  |
| 2           | Déversoir d'orage       | u  | 1    | 400000 | 400000    |
| 3           | Point de rejet          | u  | 1    | 400000 | 400000    |
| Total HT    |                         |    |      |        | 108454000 |
| TVA 19%     |                         |    |      |        | 20606260  |
| Total TTC   |                         |    |      |        | 129060260 |

- ❖ Le devis estimatif de notre projet est de cent vingt-neuf soixante mille deux cent soixante dinars algériens.

### Conclusion

Il est essentiel d'organiser le chantier pour mettre en place un système d'assainissement, afin de réaliser des économies sur les coûts, l'énergie et le temps, tout en améliorant le rendement du travail.

Grâce à l'analyse estimée des volumes des travaux, nous pouvons estimer le coût total du projet à **129060260 DA**.

## Conclusion générale

A la lumière de ce travail, nous pouvons conclure que l'établissement d'un diagnostic du système d'assainissement de la commune de Ouarizane, nous a permis de relever les anomalies que présente ce dernier. En effet le système d'assainissement existant est défectueux, incapable de véhiculer les débits futurs qui nous oblige à effectuer une rénovation et une projection d'un nouveau tracé, ce dernier nécessite une évaluation des débits des eaux pluviales à partir de la méthode rationnelle à la base d'une période de retour de 10 ans. Les débits des autres types des eaux usées (domestiques, et service public) ont été déterminés selon la répartition de la population.

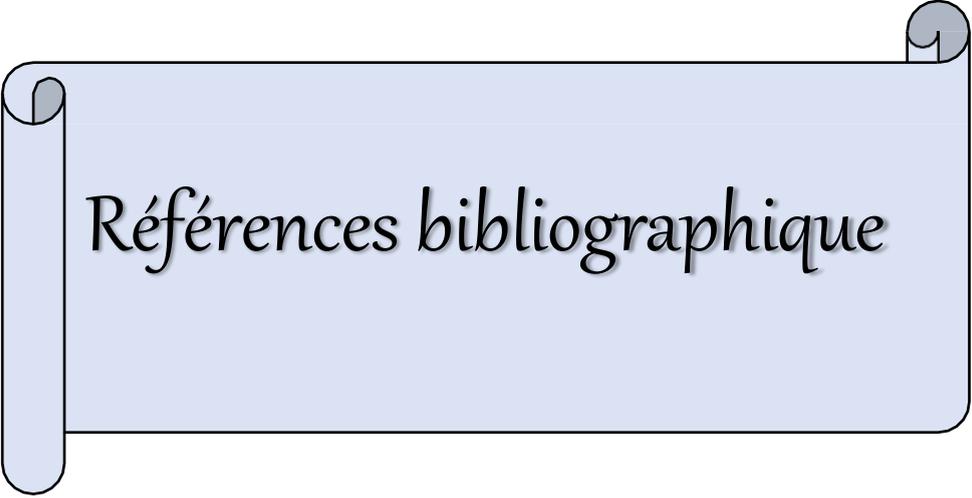
Le nouveau tracé se base sur la topographie de la zone d'étude, qui a permis de dégager le tracé d'une seule variante contenant une partie gravitaire et une autre partie qui a besoin d'une station de refoulement pour évacuer ces eaux usées vers la station d'épurations projetée à l'extrémité de l'oued de Ouarizane.

Les conduites utilisées sont en PVC et en béton armé qui ont une excellente étanchéité, très grande facilité de pose, très bonnes caractéristiques hydrauliques, bonne résistance mécanique.

Pour les éléments du réseau d'égout ; nous avons projeté des regards de visite, et un déversoir d'orage de type frontal.

Le projet d'exécution et le devis quantitatif et estimatif s'élève à  $1,2 \times 10^8$  DA.

Enfin nous espérons avoir décelé toutes les anomalies qui se trouvent dans notre zone d'étude.



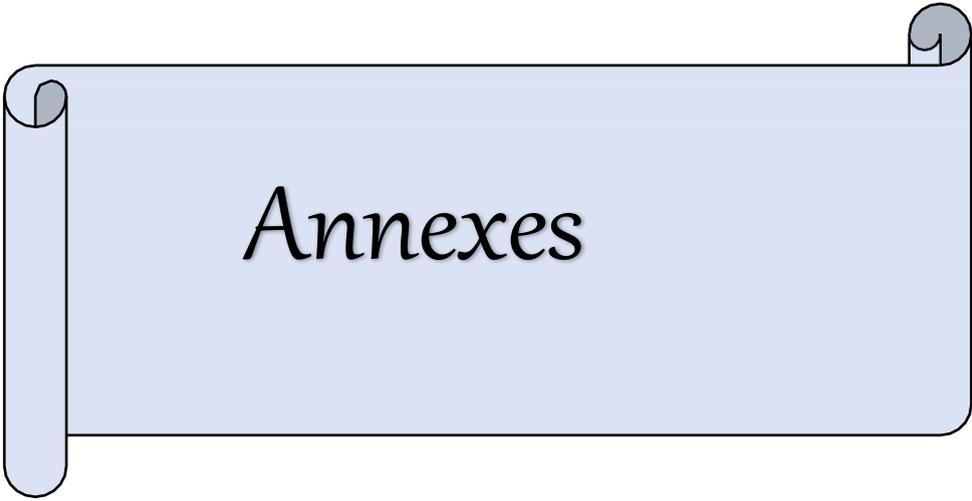
Références *bibliographique*

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ❖ Julien Gabert, Mémento de l'assainissement, Éditions du Gret, 2018 ;
- ❖ KERLOC'H Bruno, Le dimensionnement des réseaux d'assainissement des agglomérations, C.E.T.E. NORD – PICARDIE.
- ❖ BOURRIER R., Guide Technique Assainissement, 2017.
- ❖ BOURRIER R., Les réseaux d'assainissement calculs, applications, perspectives, Edition LAVOISIER, 2008
- ❖ Gomella C. et Guerree H., 1967. « Les eaux usées dans les agglomérations urbaines ».Eyrolles, Paris.
- ❖ SALAH. B. « polycopies d'assainissement », école nationale supérieure de l'hydraulique, BLID

### **Les mémoires de fin d'études :**

- ❖ FALI.A, Mémoire de fin d'études d'assainissement, Etude de diagnostic et extension du réseau d'assainissement de la ville de Oued-Rhiou (W.Relizane) ENSH septembre 1999.
- ❖ AGENCE DE L'EAU Artois-Picardie, 1999 « Guide du raccordement à l'égout », format PDF
- ❖ BOUDEHOUS,R 2021 Dimensionnement et conception du réseau d'assainissement da la zone d'Oued Drabla commune d'Ahmed Rachedi (Wilaya de Mila). Mémoire fin d'étude d'assainissement, école nationale supérieure d'Hydraulique de Blida, Algérie.
- ❖ Azari, S.2019. Dimensionnement d'un réseau d'assainissement de la nouvelle ville de BOUINAN-Lot : B et D-(W.Blida). Mémoire fin d'étude d'assainissement, école nationale supérieure d'Hydraulique de Blida, Algérie.
- ❖ Ali ghomri 2019 diagnostic et étude du réseau d'assainissement de la cite errimel – commune d'el-oued (w.el-oued). Université d'el-oued faculté de technologie département d'hydraulique et de génie civil.



*Annexes*

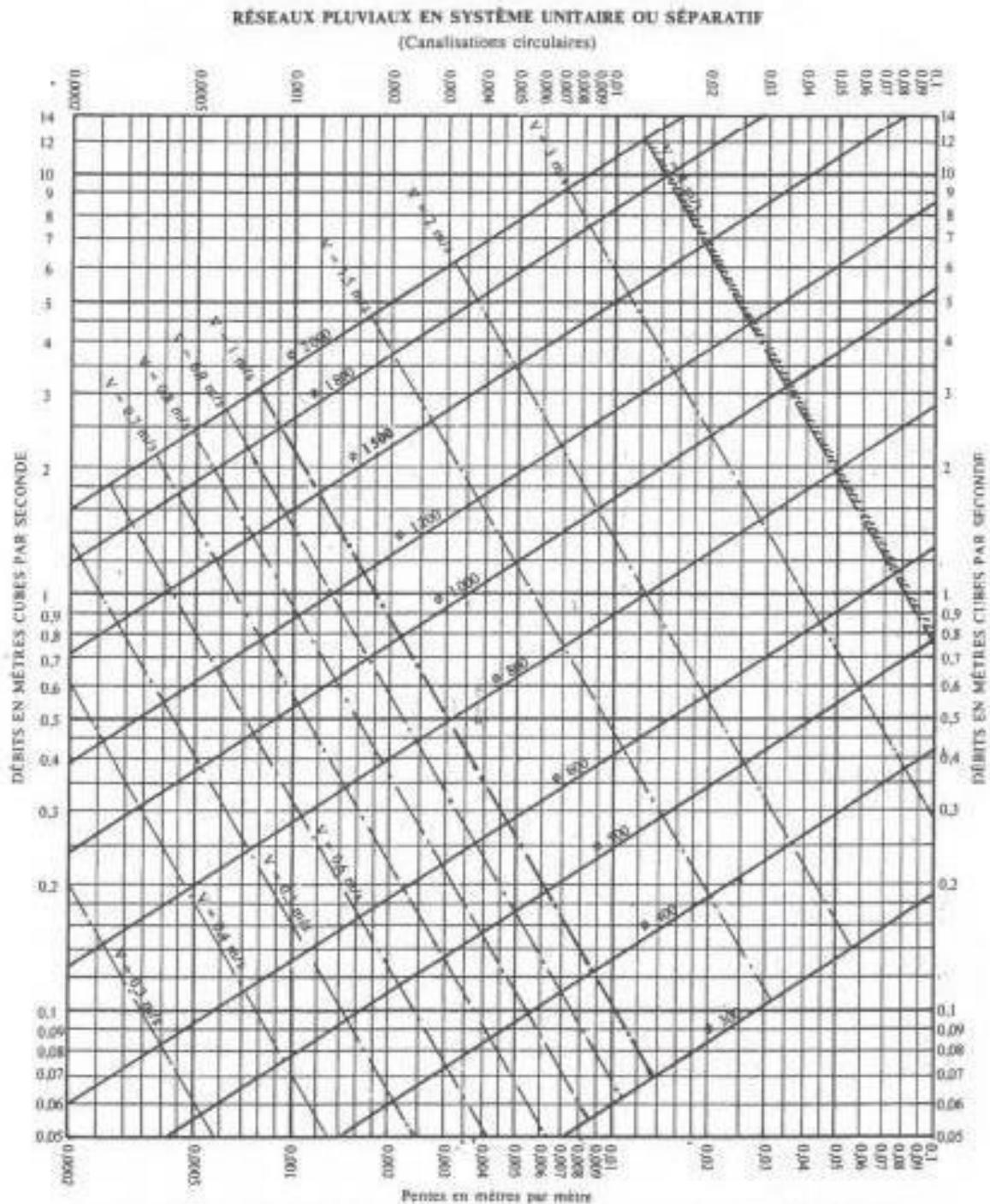
**❖ Annexes 01 :**

La série pluviométrique (précipitations maximales journalières) de la station de RELIZANE :

| Anne | Pjmax |
|------|-------|
| 1980 | 29,8  |
| 1981 | 13,8  |
| 1982 | 33    |
| 1983 | 17,8  |
| 1984 | 16,3  |
| 1985 | 54,1  |
| 1986 | 22,1  |
| 1987 | 28,8  |
| 1988 | 33,2  |
| 1989 | 28,8  |
| 1990 | 21,9  |
| 1991 | 28    |
| 1992 | 17,6  |
| 1993 | 23    |
| 1994 | 23,7  |
| 1995 | 30    |
| 1996 | 28,3  |
| 1997 | 18,6  |
| 1998 | 30,3  |
| 1999 | 27,3  |
| 2000 | 40,4  |
| 2001 | 61,6  |
| 2002 | 22,7  |
| 2003 | 34,8  |
| 2004 | 27,5  |
| 2005 | 29,3  |
| 2006 | 34,8  |
| 2007 | 25,9  |
| 2008 | 33,8  |
| 2009 | 25,9  |
| 2010 | 32,5  |
| 2011 | 64    |

## ❖ Annexes 02

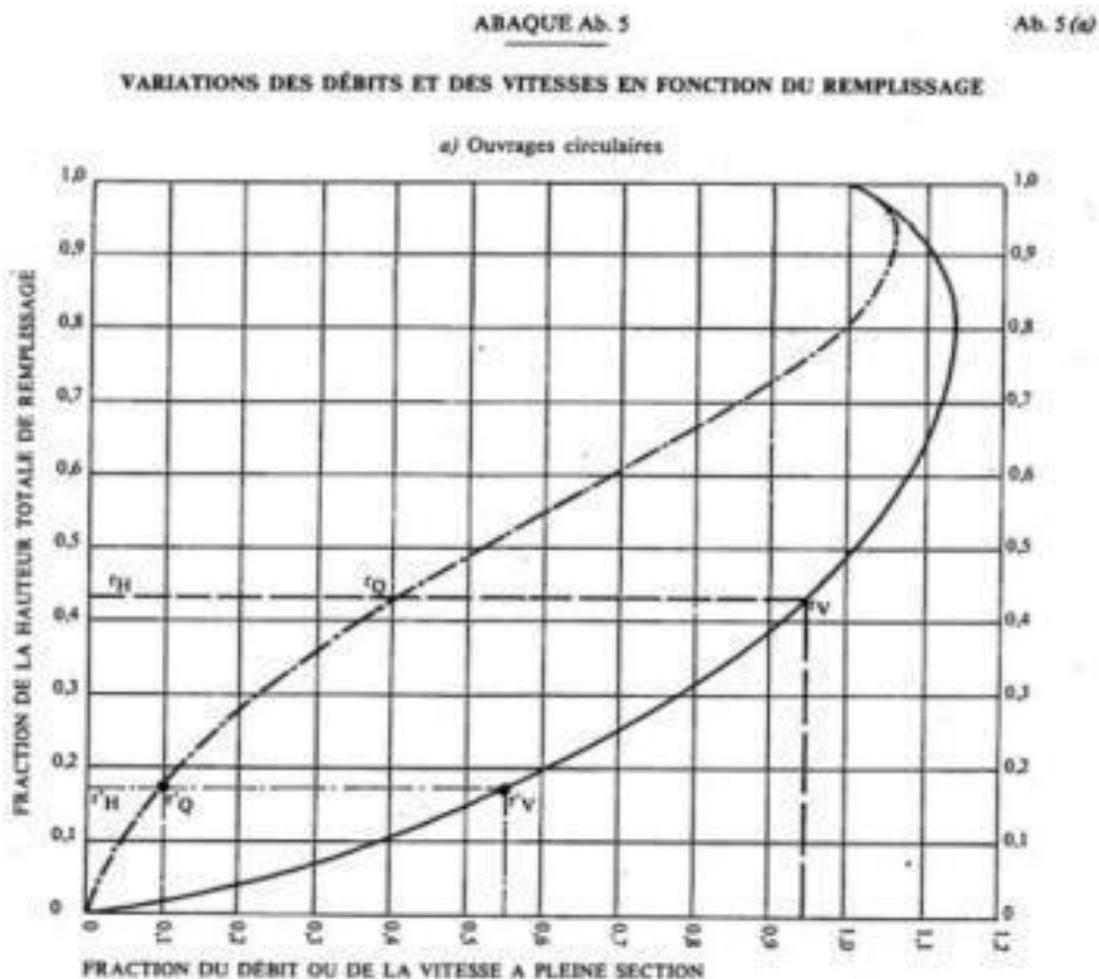
Abaque N01 : réseaux pluviaux en système unitaire ou séparatif (canalisation circulaire).



**Nota.** - La valeur du coefficient de Bazin a été prise égale à 0,46. Lorsque la pose des canalisations aura été particulièrement soignée, et surtout si le réseau est bien entretenu, les débits pourront être majorés de 20 % ( $C = 0,300$ ). A débit égal, les pentes pourront être réduites d'un tiers.

## ❖ Annexes 03

Abaque N02: variations des débits et des vitesses en fonction du remplissage.

**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-dessous 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  $Q_{\text{reg}}/10$ , 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.

❖ **Annexes 04:** Calcul hydraulique du collecteur.(autocurage vérifié dans tout les traçons)

| Tronçon     | L<br>(m) | Qcal (m3/s) | I<br>(m/m) | Dcal (mm) | Dnor<br>(mm) | Vps<br>(m/s) | Qps (m3/s) | Rq    | Rv    | Rh    | H (mm) | V (m/s) | Vmin (m/s) |
|-------------|----------|-------------|------------|-----------|--------------|--------------|------------|-------|-------|-------|--------|---------|------------|
| N66 - N65   | 18       | 0,004       | 0,074      | 60,517    | 315          | 4,360        | 0,308      | 0,014 | 0,331 | 0,085 | 25,402 | 1,445   | 0,798      |
| N65 - N64   | 36       | 0,013       | 0,067      | 93,135    | 315          | 4,143        | 0,293      | 0,044 | 0,511 | 0,141 | 42,410 | 2,118   | 0,782      |
| N64 - N63   | 36       | 0,022       | 0,065      | 113,442   | 315          | 4,081        | 0,288      | 0,075 | 0,593 | 0,184 | 55,184 | 2,420   | 0,794      |
| N63 - N62   | 36       | 0,030       | 0,051      | 134,686   | 315          | 3,615        | 0,255      | 0,118 | 0,661 | 0,233 | 69,881 | 2,388   | 0,733      |
| N62 - N61   | 36       | 0,039       | 0,049      | 149,111   | 315          | 3,543        | 0,250      | 0,155 | 0,714 | 0,266 | 79,885 | 2,529   | 0,743      |
| N61 - N60   | 36       | 0,048       | 0,032      | 174,135   | 315          | 2,863        | 0,202      | 0,235 | 0,821 | 0,327 | 98,052 | 2,350   | 0,642      |
| N154 - N153 | 36       | 0,009       | 0,041      | 87,594    | 315          | 3,253        | 0,230      | 0,038 | 0,483 | 0,131 | 39,301 | 1,573   | 0,609      |
| N153 - N152 | 36       | 0,017       | 0,040      | 114,279   | 315          | 3,201        | 0,226      | 0,076 | 0,596 | 0,186 | 55,750 | 1,907   | 0,623      |
| N152 - N151 | 36       | 0,034       | 0,034      | 152,355   | 315          | 2,951        | 0,209      | 0,164 | 0,727 | 0,274 | 82,140 | 2,147   | 1,483      |
| N151 - N56  | 12       | 0,012       | 0,003      | 160,208   | 400          | 0,877        | 0,062      | 0,188 | 0,761 | 0,292 | 87,673 | 0,667   | 0,609      |
| N138 - N137 | 36       | 0,009       | 0,068      | 79,864    | 315          | 4,162        | 0,294      | 0,029 | 0,441 | 0,117 | 35,198 | 1,837   | 0,773      |
| N137 - N136 | 36       | 0,017       | 0,049      | 110,012   | 315          | 3,543        | 0,250      | 0,069 | 0,581 | 0,176 | 52,893 | 2,059   | 0,685      |
| N136 - N135 | 36       | 0,026       | 0,040      | 133,046   | 315          | 3,201        | 0,226      | 0,115 | 0,655 | 0,229 | 68,739 | 2,097   | 0,646      |
| N135 - N57  | 36       | 0,035       | 0,041      | 147,788   | 315          | 3,225        | 0,228      | 0,152 | 0,709 | 0,263 | 78,968 | 2,285   | 0,673      |

| Tronçon     | L<br>(m) | Qcal<br>(m3/s) | I<br>(m/m) | Dcal<br>(mm) | Dnor<br>(mm) | Vps<br>(m/s) | Qps<br>(m3/s) | Rq    | Rv    | Rh    | H<br>(mm) | V<br>(m/s) | Vmin<br>(m/s) |
|-------------|----------|----------------|------------|--------------|--------------|--------------|---------------|-------|-------|-------|-----------|------------|---------------|
| N135 - N59  | 36       | 0,035          | 0,041      | 147,788      | 315          | 3,225        | 0,228         | 0,152 | 0,709 | 0,263 | 78,968    | 2,285      | 0,673         |
| N144 - N143 | 21       | 0,005          | 0,064      | 65,844       | 315          | 4,062        | 0,287         | 0,018 | 0,361 | 0,094 | 28,110    | 1,467      | 0,746         |
| N143 - N142 | 36       | 0,014          | 0,069      | 94,520       | 315          | 4,204        | 0,297         | 0,046 | 0,518 | 0,144 | 43,213    | 2,177      | 0,795         |
| N142 - N141 | 36       | 0,022          | 0,054      | 118,908      | 315          | 3,719        | 0,263         | 0,085 | 0,611 | 0,196 | 58,910    | 2,271      | 0,731         |
| N141 - N140 | 36       | 0,031          | 0,048      | 137,433      | 315          | 3,507        | 0,248         | 0,125 | 0,670 | 0,239 | 71,792    | 2,349      | 0,716         |
| N140 - N139 | 36       | 0,040          | 0,052      | 148,477      | 315          | 3,650        | 0,258         | 0,154 | 0,711 | 0,265 | 79,445    | 2,596      | 0,764         |
| N139 - N58  | 36       | 0,048          | 0,047      | 162,942      | 315          | 3,470        | 0,245         | 0,197 | 0,773 | 0,299 | 89,640    | 2,683      | 0,754         |
| N150 - N149 | 20       | 0,004          | 0,082      | 59,380       | 315          | 4,586        | 0,324         | 0,013 | 0,325 | 0,083 | 24,817    | 1,492      | 0,838         |
| N149 - N148 | 36       | 0,013          | 0,066      | 93,398       | 315          | 4,112        | 0,291         | 0,045 | 0,512 | 0,142 | 42,562    | 2,107      | 0,777         |
| N148 - N147 | 36       | 0,022          | 0,060      | 115,157      | 315          | 3,921        | 0,277         | 0,078 | 0,599 | 0,188 | 56,345    | 2,347      | 0,766         |
| N147 - N146 | 36       | 0,030          | 0,051      | 134,686      | 315          | 3,615        | 0,255         | 0,118 | 0,661 | 0,233 | 69,881    | 2,388      | 0,733         |
| N146 - N145 | 36       | 0,039          | 0,049      | 149,111      | 315          | 3,543        | 0,250         | 0,155 | 0,714 | 0,266 | 79,885    | 2,529      | 0,743         |
| N145 - N59  | 36       | 0,048          | 0,038      | 168,614      | 315          | 3,120        | 0,220         | 0,216 | 0,798 | 0,313 | 93,821    | 2,490      | 0,689         |
| N60 - N59   | 36       | 0,056          | 0,028      | 189,714      | 315          | 2,693        | 0,190         | 0,295 | 0,875 | 0,370 | 111,026   | 2,356      | 0,632         |
| N59 - N58   | 34       | 0,112          | 0,031      | 241,036      | 315          | 2,832        | 0,200         | 0,559 | 1,032 | 0,531 | 159,280   | 2,923      | 0,789         |
| N58 - N57   | 34       | 0,168          | 0,009      | 357,914      | 400          | 1,798        | 0,226         | 0,745 | 1,091 | 0,642 | 256,722   | 1,961      | 0,652         |
| N57 - N56   | 23       | 0,185          | 0,030      | 294,023      | 315          | 2,763        | 0,195         | 0,950 | 1,139 | 0,768 | 230,508   | 3,148      | 1,538         |

| Tronçon     | Long<br>(m) | Qcal<br>(m <sup>3</sup> /s) | I<br>(m/m) | Dcal<br>(mm) | Dnor<br>(mm) | Vps<br>(m/s) | Qps<br>(m <sup>3</sup> /s) | Rq    | Rv    | Rh    | H<br>(mm) | V<br>(m/s) | Vmin<br>(m/s) |
|-------------|-------------|-----------------------------|------------|--------------|--------------|--------------|----------------------------|-------|-------|-------|-----------|------------|---------------|
| N134 - N133 | 30          | 0,006                       | 0,019      | 89,132       | 315          | 2,189        | 0,155                      | 0,039 | 0,491 | 0,134 | 40,148    | 1,075      | 0,610         |
| N133 - N132 | 30          | 0,012                       | 0,019      | 115,590      | 315          | 2,189        | 0,155                      | 0,079 | 0,600 | 0,189 | 56,639    | 1,313      | 0,627         |
| N132 - N131 | 30          | 0,018                       | 0,019      | 134,572      | 315          | 2,189        | 0,155                      | 0,118 | 0,660 | 0,233 | 69,802    | 1,445      | 0,643         |
| N131 - N55  | 30          | 0,024                       | 0,036      | 132,578      | 315          | 3,037        | 0,215                      | 0,114 | 0,654 | 0,228 | 68,413    | 1,985      | 0,611         |
| N130 - N129 | 30          | 0,006                       | 0,003      | 125,616      | 315          | 0,877        | 0,062                      | 0,098 | 0,632 | 0,212 | 63,559    | 0,654      | 0,574         |
| N129 - N128 | 30          | 0,012                       | 0,033      | 103,795      | 315          | 2,916        | 0,206                      | 0,059 | 0,558 | 0,163 | 48,862    | 1,627      | 0,658         |
| N128 - N127 | 30          | 0,018                       | 0,033      | 120,840      | 315          | 2,916        | 0,206                      | 0,089 | 0,617 | 0,201 | 60,243    | 1,799      | 0,674         |
| N127 - N54  | 30          | 0,024                       | 0,033      | 134,606      | 315          | 2,916        | 0,206                      | 0,118 | 0,660 | 0,233 | 69,825    | 1,926      | 0,690         |
| N126 - N125 | 30          | 0,006                       | 0,027      | 82,971       | 315          | 2,649        | 0,187                      | 0,033 | 0,459 | 0,123 | 36,819    | 1,215      | 0,693         |
| N125 - N124 | 30          | 0,012                       | 0,027      | 107,600      | 315          | 2,649        | 0,187                      | 0,065 | 0,572 | 0,171 | 51,309    | 1,517      | 0,610         |
| N124 - N123 | 30          | 0,018                       | 0,027      | 125,270      | 315          | 2,649        | 0,187                      | 0,098 | 0,631 | 0,211 | 63,318    | 1,671      | 0,626         |
| N123 - N53  | 30          | 0,024                       | 0,027      | 139,540      | 315          | 2,649        | 0,187                      | 0,130 | 0,677 | 0,244 | 73,254    | 1,795      | 0,642         |
| N56 - N55   | 35          | 0,204                       | 0,030      | 304,846      | 400          | 3,347        | 0,420                      | 0,486 | 0,991 | 0,491 | 196,356   | 3,318      | 1,761         |
| N55 - N54   | 35          | 0,277                       | 0,039      | 325,837      | 400          | 3,810        | 0,478                      | 0,580 | 1,041 | 0,542 | 216,959   | 3,966      | 1,963         |
| N54 - N53   | 25          | 0,307                       | 0,039      | 338,394      | 400          | 3,810        | 0,478                      | 0,641 | 1,061 | 0,577 | 230,989   | 4,040      | 1,976         |
| N53 - N52   | 30          | 0,316                       | 0,006      | 526,007      | 600          | 1,584        | 0,448                      | 0,705 | 1,078 | 0,617 | 369,968   | 1,708      | 0,841         |
| N52 - N51   | 30          | 0,325                       | 0,006      | 531,541      | 600          | 1,584        | 0,448                      | 0,725 | 1,084 | 0,629 | 377,571   | 1,717      | 0,842         |
| N51 - N50   | 30          | 0,334                       | 0,006      | 536,981      | 600          | 1,584        | 0,448                      | 0,745 | 1,091 | 0,642 | 385,240   | 1,729      | 0,844         |

| Tronçon     | L<br>(m) | Qcal<br>(m3/s) | I<br>(m/m) | Dcal<br>(mm) | Dnor<br>(mm) | Vps<br>(m/s) | Qps<br>(m3/s) | Rq    | Rv    | Rh    | H<br>(mm) | V<br>(m/s) | Vmin<br>(m/s) |
|-------------|----------|----------------|------------|--------------|--------------|--------------|---------------|-------|-------|-------|-----------|------------|---------------|
| N117 - N116 | 36       | 0,011          | 0,023      | 105,919      | 315          | 2,443        | 0,173         | 0,062 | 0,566 | 0,167 | 50,219    | 1,383      | 0,671         |
| N116 - N115 | 30       | 0,020          | 0,010      | 155,697      | 315          | 1,601        | 0,113         | 0,174 | 0,742 | 0,282 | 84,478    | 1,187      | 0,643         |
| N115 - N114 | 26       | 0,027          | 0,008      | 182,228      | 315          | 1,432        | 0,101         | 0,265 | 0,851 | 0,349 | 104,597   | 1,219      | 0,631         |
| N114 - N113 | 24       | 0,034          | 0,003      | 239,212      | 315          | 0,877        | 0,062         | 0,548 | 1,027 | 0,525 | 157,450   | 0,900      | 0,645         |
| N113 - N48  | 24       | 0,041          | 0,003      | 256,901      | 315          | 0,877        | 0,062         | 0,663 | 1,066 | 0,590 | 177,035   | 0,935      | 0,560         |
| N122 - N121 | 30       | 0,007          | 0,003      | 133,826      | 315          | 0,877        | 0,062         | 0,116 | 0,658 | 0,231 | 69,282    | 0,577      | 0,578         |
| N121 - N50  | 30       | 0,014          | 0,003      | 173,550      | 315          | 0,877        | 0,062         | 0,233 | 0,819 | 0,325 | 97,596    | 0,718      | 0,596         |
| N120 - N119 | 24       | 0,020          | 0,003      | 196,163      | 315          | 0,877        | 0,062         | 0,323 | 0,893 | 0,389 | 116,821   | 0,783      | 0,574         |
| N119 - N118 | 36       | 0,029          | 0,003      | 224,451      | 315          | 0,877        | 0,062         | 0,462 | 0,976 | 0,478 | 143,333   | 0,856      | 0,698         |
| N118 - N49  | 30       | 0,036          | 0,021      | 169,834      | 315          | 2,308        | 0,163         | 0,220 | 0,803 | 0,316 | 94,741    | 1,854      | 0,676         |
| N112 - N111 | 30       | 0,043          | 0,006      | 228,283      | 315          | 1,250        | 0,088         | 0,484 | 0,990 | 0,490 | 146,935   | 1,238      | 0,645         |
| N111 - N110 | 36       | 0,051          | 0,004      | 264,752      | 315          | 1,012        | 0,072         | 0,718 | 1,082 | 0,625 | 187,374   | 1,095      | 0,626         |
| N110 - N47  | 30       | 0,059          | 0,034      | 186,506      | 315          | 2,938        | 0,208         | 0,282 | 0,865 | 0,361 | 108,229   | 2,543      | 0,694         |
| N109 - N108 | 36       | 0,009          | 0,006      | 126,163      | 315          | 1,229        | 0,087         | 0,099 | 0,633 | 0,213 | 63,940    | 0,779      | 0,647         |
| N108 - N107 | 30       | 0,016          | 0,006      | 158,398      | 315          | 1,229        | 0,087         | 0,182 | 0,753 | 0,288 | 86,384    | 0,926      | 0,666         |
| N107 - N106 | 36       | 0,024          | 0,006      | 186,470      | 315          | 1,229        | 0,087         | 0,282 | 0,865 | 0,361 | 108,198   | 1,064      | 0,689         |
| N106 - N46  | 30       | 0,032          | 0,009      | 191,825      | 315          | 1,450        | 0,102         | 0,140 | 0,692 | 0,253 | 75,940    | 1,003      | 1,003         |
| N105 - N104 | 36       | 0,009          | 0,003      | 140,684      | 315          | 0,919        | 0,065         | 0,133 | 0,681 | 0,247 | 74,048    | 0,627      | 0,591         |

| Tronçon     | L<br>(m) | Qcal<br>(m <sup>3</sup> /s) | I<br>(m/m) | Dcal<br>(mm) | Dnor<br>(mm) | Vps<br>(m/s) | Qps<br>(m <sup>3</sup> /s) | Rq    | Rv    | Rh    | H<br>(mm) | V<br>(m/s) | Vmin<br>(m/s) |
|-------------|----------|-----------------------------|------------|--------------|--------------|--------------|----------------------------|-------|-------|-------|-----------|------------|---------------|
| N104 - N103 | 36       | 0,017                       | 0,003      | 182,445      | 315          | 0,919        | 0,065                      | 0,266 | 0,852 | 0,349 | 104,778   | 0,783      | 0,614         |
| N103 - N102 | 36       | 0,026                       | 0,003      | 212,405      | 315          | 0,919        | 0,065                      | 0,399 | 0,937 | 0,440 | 132,003   | 0,861      | 0,636         |
| N102 - N45  | 30       | 0,033                       | 0,003      | 527,000      | 600          | 1,216        | 0,344                      | 0,096 | 1,131 | 0,210 | 125,816   | 1,376      | 0,643         |
| N101 - N100 | 24       | 0,006                       | 0,006      | 107,573      | 315          | 1,260        | 0,089                      | 0,065 | 0,572 | 0,171 | 51,291    | 0,721      | 0,543         |
| N100 - N99  | 24       | 0,012                       | 0,003      | 159,847      | 315          | 0,877        | 0,062                      | 0,187 | 0,760 | 0,291 | 87,415    | 0,666      | 0,590         |
| N99 - N98   | 24       | 0,017                       | 0,003      | 186,096      | 315          | 0,877        | 0,062                      | 0,280 | 0,864 | 0,360 | 107,876   | 0,758      | 0,605         |
| N98 - N97   | 21       | 0,022                       | 0,003      | 204,889      | 315          | 0,877        | 0,062                      | 0,362 | 0,916 | 0,416 | 124,921   | 0,803      | 0,618         |
| N97 - N96   | 24       | 0,028                       | 0,003      | 537,000      | 600          | 1,900        | 0,537                      | 0,053 | 0,539 | 0,154 | 92,188    | 1,025      | 0,662         |
| N96 - N95   | 10       | 0,031                       | 0,003      | 150,000      | 315          | 1,590        | 0,112                      | 0,272 | 0,857 | 0,354 | 106,114   | 1,363      | 0,670         |
| N95 - N44   | 21       | 0,036                       | 0,003      | 277,000      | 315          | 0,877        | 0,062                      | 0,576 | 1,140 | 0,540 | 162,026   | 0,999      | 0,649         |
| N88 - N87   | 30       | 0,005                       | 0,024      | 78,097       | 315          | 2,480        | 0,175                      | 0,028 | 0,432 | 0,114 | 34,290    | 1,070      | 0,661         |
| N87 - N86   | 42       | 0,012                       | 0,024      | 195,000      | 315          | 2,480        | 0,175                      | 0,066 | 0,576 | 0,173 | 51,862    | 1,427      | 0,681         |
| N86 - N85   | 36       | 0,017                       | 0,016      | 136,141      | 315          | 2,025        | 0,143                      | 0,122 | 0,666 | 0,236 | 70,893    | 1,347      | 0,615         |
| N94 - N93   | 36       | 0,006                       | 0,027      | 81,696       | 315          | 2,625        | 0,185                      | 0,031 | 0,452 | 0,120 | 36,149    | 1,186      | 0,689         |
| N93 - N92   | 36       | 0,012                       | 0,017      | 115,466      | 315          | 2,087        | 0,147                      | 0,079 | 0,600 | 0,189 | 56,555    | 1,251      | 0,608         |
| N92 - N84   | 36       | 0,017                       | 0,015      | 136,942      | 315          | 1,986        | 0,140                      | 0,124 | 0,668 | 0,238 | 71,451    | 1,327      | 0,606         |
| N91 - N90   | 18       | 0,003                       | 0,014      | 71,002       | 315          | 1,914        | 0,135                      | 0,021 | 0,391 | 0,102 | 30,703    | 0,748      | 0,652         |
| N90 - N89   | 36       | 0,009                       | 0,020      | 100,586      | 315          | 2,264        | 0,160                      | 0,054 | 0,545 | 0,156 | 46,855    | 1,233      | 0,631         |

| Tronçon   | L<br>(m) | Qcal<br>(m3/s) | I<br>(m/m) | Dcal<br>(mm) | Dnor<br>(mm) | Vps<br>(m/s) | Qps<br>(m3/s) | Rq    | Rv    | Rh    | H<br>(mm) | V<br>(m/s) | Vmin<br>(m/s) |
|-----------|----------|----------------|------------|--------------|--------------|--------------|---------------|-------|-------|-------|-----------|------------|---------------|
| N89 - N83 | 36       | 0,014          | 0,016      | 127,009      | 315          | 2,025        | 0,143         | 0,101 | 0,636 | 0,215 | 64,530    | 1,288      | 0,604         |
| N85 - N84 | 35       | 0,023          | 0,006      | 181,796      | 315          | 1,240        | 0,088         | 0,263 | 0,850 | 0,347 | 104,236   | 1,053      | 0,688         |
| N84 - N83 | 35       | 0,046          | 0,003      | 268,350      | 315          | 0,877        | 0,062         | 0,744 | 1,091 | 0,641 | 192,419   | 0,956      | 0,673         |
| N83 - N43 | 35       | 0,066          | 0,003      | 307,410      | 400          | 1,062        | 0,133         | 0,497 | 0,998 | 0,497 | 198,779   | 1,060      | 0,688         |
| N50 - N49 | 43       | 0,348          | 0,015      | 452,416      | 500          | 2,312        | 0,454         | 0,767 | 1,099 | 0,656 | 328,123   | 2,542      | 1,230         |
| N49 - N48 | 15       | 0,384          | 0,048      | 353,733      | 400          | 4,235        | 0,532         | 0,722 | 1,083 | 0,627 | 250,841   | 4,586      | 2,152         |
| N48 - N47 | 5        | 0,425          | 0,015      | 488,168      | 500          | 2,304        | 0,452         | 0,940 | 1,139 | 0,762 | 380,982   | 2,625      | 1,243         |
| N47 - N46 | 35       | 0,484          | 0,015      | 512,378      | 600          | 2,602        | 0,735         | 0,658 | 1,065 | 0,587 | 352,300   | 2,770      | 1,198         |
| N46 - N45 | 35       | 0,542          | 0,018      | 519,172      | 600          | 2,817        | 0,796         | 0,681 | 1,071 | 0,602 | 360,907   | 3,017      | 1,268         |
| N45 - N44 | 25       | 0,575          | 0,018      | 530,846      | 600          | 2,817        | 0,796         | 0,723 | 1,083 | 0,628 | 376,604   | 3,051      | 1,279         |
| N44 - N43 | 15       | 0,611          | 0,037      | 472,129      | 500          | 3,621        | 0,711         | 0,860 | 1,133 | 0,714 | 356,821   | 4,101      | 1,727         |
| N43 - N42 | 13       | 0,677          | 0,015      | 579,943      | 600          | 2,619        | 0,740         | 0,915 | 1,139 | 0,746 | 447,864   | 2,984      | 1,249         |
| N42 - N41 | 13       | 0,677          | 0,015      | 579,943      | 600          | 2,619        | 0,740         | 0,915 | 1,139 | 0,746 | 447,864   | 2,984      | 1,249         |
| N41 - N40 | 30       | 0,782          | 0,015      | 612,198      | 800          | 3,173        | 1,594         | 0,491 | 0,995 | 0,494 | 395,077   | 3,156      | 1,129         |
| N40 - N39 | 30       | 0,888          | 0,015      | 641,845      | 800          | 3,173        | 1,594         | 0,557 | 1,031 | 0,530 | 423,818   | 3,272      | 1,132         |
| N39 - N38 | 30       | 0,993          | 0,015      | 669,369      | 800          | 3,173        | 1,594         | 0,623 | 1,055 | 0,567 | 453,299   | 3,349      | 1,134         |
| N38 - N37 | 30       | 1,098          | 0,015      | 695,125      | 800          | 3,173        | 1,594         | 0,689 | 1,073 | 0,606 | 484,992   | 3,404      | 1,137         |
| N37 - N36 | 30       | 1,203          | 0,015      | 719,383      | 800          | 3,173        | 1,594         | 0,755 | 1,095 | 0,648 | 518,529   | 3,473      | 1,140         |

| Tronçon   | L<br>(m) | Qcal<br>(m3/s) | I<br>(m/m) | Dcal<br>(mm) | Dnor<br>(mm) | Vps<br>(m/s) | Qps<br>(m3/s) | Rq    | Rv    | Rh    | H<br>(mm) | V<br>(m/s) | Vmin<br>(m/s) |
|-----------|----------|----------------|------------|--------------|--------------|--------------|---------------|-------|-------|-------|-----------|------------|---------------|
| N82 - N81 | 30       | 0,105          | 0,022      | 251,001      | 315          | 2,390        | 0,169         | 0,623 | 1,055 | 0,567 | 169,973   | 2,523      | 0,661         |
| N81 - N80 | 30       | 0,210          | 0,022      | 325,508      | 400          | 2,896        | 0,364         | 0,578 | 1,041 | 0,542 | 216,615   | 3,013      | 0,656         |
| N80 - N79 | 30       | 0,316          | 0,022      | 405,779      | 500          | 2,800        | 0,549         | 0,574 | 1,039 | 0,539 | 269,616   | 2,909      | 0,637         |
| N79 - N78 | 30       | 0,421          | 0,022      | 452,003      | 500          | 2,800        | 0,549         | 0,766 | 1,099 | 0,655 | 327,525   | 3,076      | 0,648         |
| N78 - N72 | 30       | 0,526          | 0,006      | 636,802      | 800          | 1,919        | 0,964         | 0,545 | 1,026 | 0,523 | 418,779   | 1,969      | 0,667         |
| N77 - N76 | 30       | 0,105          | 0,017      | 265,285      | 315          | 2,062        | 0,146         | 0,722 | 1,083 | 0,627 | 188,110   | 2,233      | 0,602         |
| N76 - N75 | 30       | 0,210          | 0,017      | 344,032      | 400          | 2,498        | 0,314         | 0,670 | 1,068 | 0,595 | 237,932   | 2,668      | 0,684         |
| N75 - N74 | 30       | 0,001          | 0,017      | 42,576       | 315          | 2,062        | 0,146         | 0,005 | 0,246 | 0,053 | 15,981    | 0,508      | 0,661         |
| N74 - N73 | 30       | 0,421          | 0,017      | 477,725      | 500          | 2,416        | 0,474         | 0,887 | 1,137 | 0,730 | 364,945   | 2,748      | 0,679         |
| N73 - N70 | 30       | 0,526          | 0,017      | 519,421      | 600          | 2,728        | 0,771         | 0,682 | 1,071 | 0,602 | 361,230   | 2,922      | 0,630         |
| N72 - N71 | 40       | 0,540          | 0,002      | 780,180      | 800          | 1,147        | 0,576         | 0,937 | 1,139 | 0,760 | 608,098   | 1,307      | 0,634         |
| N71 - N70 | 30       | 0,645          | 0,002      | 834,010      | 1000         | 1,331        | 1,045         | 0,618 | 1,054 | 0,564 | 563,545   | 1,403      | 0,660         |
| N70 - N69 | 34       | 1,183          | 0,002      | 977,748      | 1000         | 1,597        | 1,254         | 0,944 | 1,139 | 0,764 | 764,342   | 1,820      | 0,625         |
| N69 - N68 | 36       | 1,196          | 0,002      | 981,705      | 1000         | 1,597        | 1,254         | 0,954 | 1,139 | 0,771 | 771,252   | 1,820      | 0,628         |
| N68 - N67 | 36       | 1,209          | 0,002      | 985,635      | 1000         | 1,597        | 1,254         | 0,964 | 1,140 | 0,779 | 778,556   | 1,820      | 0,631         |
| N67 - N36 | 36       | 1,222          | 0,002      | 989,538      | 1000         | 1,597        | 1,254         | 0,974 | 1,140 | 0,786 | 786,354   | 1,821      | 0,635         |
| N36 - N35 | 45       | 2,456          | 0,002      | 1274,114     | 1000         | 2,145        | 3,788         | 0,648 | 1,062 | 0,582 | 872,389   | 2,279      | 0,691         |
| N35 - N34 | 50       | 2,491          | 0,002      | 1280,792     | 1000         | 2,145        | 3,788         | 0,658 | 1,065 | 0,587 | 880,562   | 2,284      | 0,693         |
| N34 - N33 | 50       | 2,525          | 0,002      | 1378,513     | 1000         | 1,787        | 3,157         | 0,800 | 1,113 | 0,677 | 1015,348  | 1,988      | 0,627         |
| N33 - N32 | 55       | 2,563          | 0,002      | 1386,239     | 1000         | 1,787        | 3,157         | 0,812 | 1,117 | 0,684 | 1026,638  | 1,997      | 0,630         |

| Tronçon     | L<br>(m) | Qcal<br>(m3/s) | I<br>(m/m) | Dcal<br>(mm) | Dnor<br>(mm) | Vps<br>(m/s) | Qps<br>(m3/s) | Rq    | Rv    | Rh    | H<br>(mm) | V<br>(m/s) | Vmin<br>(m/s) |
|-------------|----------|----------------|------------|--------------|--------------|--------------|---------------|-------|-------|-------|-----------|------------|---------------|
| R160 - R159 | 30       | 0,007          | 0,033      | 84,517       | 315          | 2,903        | 0,205         | 0,034 | 0,467 | 0,023 | 37,638    | 1,356      | 0,643         |
| R159 - R158 | 30       | 0,014          | 0,027      | 113,743      | 315          | 2,630        | 0,186         | 0,075 | 0,594 | 0,027 | 55,387    | 1,562      | 0,613         |
| R158 - R157 | 30       | 0,021          | 0,024      | 135,378      | 315          | 2,480        | 0,175         | 0,140 | 0,692 | 0,253 | 75,940    | 1,715      | 1,715         |
| R157 - R156 | 38       | 0,028          | 0,023      | 152,008      | 315          | 2,427        | 0,171         | 0,164 | 0,726 | 0,036 | 81,898    | 1,762      | 0,615         |
| R156 - R155 | 30       | 0,035          | 0,044      | 146,347      | 315          | 3,357        | 0,237         | 0,148 | 0,703 | 0,035 | 77,970    | 2,360      | 0,703         |
| R155 - R154 | 24       | 0,041          | 0,064      | 144,335      | 315          | 4,049        | 0,286         | 0,142 | 0,695 | 0,034 | 76,577    | 2,814      | 0,843         |
| R154 - R153 | 24       | 0,046          | 0,064      | 151,588      | 315          | 4,049        | 0,286         | 0,162 | 1,131 | 0,036 | 81,605    | 4,010      | 0,859         |
| R165 - R164 | 30       | 0,007          | 0,020      | 92,872       | 315          | 2,258        | 0,160         | 0,044 | 0,510 | 0,024 | 42,259    | 1,151      | 0,627         |
| R164 - R163 | 30       | 0,014          | 0,013      | 130,449      | 315          | 1,825        | 0,129         | 0,109 | 0,647 | 0,030 | 66,928    | 1,180      | 0,668         |
| R163 - R162 | 30       | 0,021          | 0,010      | 159,528      | 315          | 1,601        | 0,113         | 0,186 | 0,758 | 0,039 | 87,188    | 1,214      | 0,647         |
| R162 - R161 | 38       | 0,030          | 0,034      | 144,837      | 315          | 2,951        | 0,209         | 0,144 | 0,697 | 0,034 | 76,924    | 2,057      | 0,615         |
| R161 - R153 | 30       | 0,037          | 0,033      | 168,746      | 800          | 6,690        | 3,361         | 0,011 | 0,304 | 0,023 | 60,460    | 2,031      | 1,219         |
| R153 - R152 | 24       | 0,089          | 0,010      | 293,542      | 800          | 7,080        | 3,557         | 0,025 | 0,415 | 0,022 | 87,540    | 2,939      | 1,310         |
| R152 - R151 | 30       | 0,096          | 0,024      | 256,481      | 800          | 7,080        | 3,557         | 0,027 | 0,428 | 0,023 | 90,474    | 3,027      | 1,313         |
| R151 - R137 | 30       | 0,103          | 0,024      | 245,939      | 315          | 2,474        | 0,175         | 0,590 | 1,140 | 0,070 | 164,373   | 2,821      | 0,709         |
| R150 - R149 | 24       | 0,006          | 0,011      | 95,817       | 315          | 1,686        | 0,119         | 0,048 | 0,524 | 0,024 | 43,975    | 0,883      | 0,620         |
| R149 - R148 | 24       | 0,011          | 0,013      | 120,632      | 315          | 1,825        | 0,129         | 0,088 | 0,616 | 0,028 | 60,099    | 1,124      | 0,661         |

| Tronçon     | L<br>(m) | Qcal<br>(m3/s) | I<br>(m/m) | Dcal(mm) | Dnor<br>(mm) | Vps<br>(m/s) | Qps<br>(m3/s) | Rq    | Rv    | Rh    | H(mm)   | V(m/s) | Vmin(m/s) |
|-------------|----------|----------------|------------|----------|--------------|--------------|---------------|-------|-------|-------|---------|--------|-----------|
| R148 - R136 | 24       | 0,017          | 0,010      | 147,523  | 315          | 1,601        | 0,113         | 0,151 | 0,707 | 0,035 | 78,784  | 1,132  | 0,636     |
| R21 - R20   | 30       | 0,008          | 0,066      | 78,419   | 315          | 4,121        | 0,291         | 0,028 | 0,433 | 0,023 | 34,455  | 1,786  | 0,769     |
| R20 - R19   | 40       | 0,019          | 0,074      | 105,601  | 315          | 4,354        | 0,308         | 0,062 | 0,565 | 0,026 | 50,015  | 2,460  | 0,845     |
| R19 - R18   | 25       | 0,026          | 0,070      | 119,689  | 315          | 4,235        | 0,299         | 0,086 | 0,613 | 0,029 | 59,448  | 2,597  | 0,845     |
| R18 - R17   | 25       | 0,033          | 0,069      | 131,022  | 315          | 4,204        | 0,297         | 0,110 | 0,649 | 0,032 | 67,328  | 2,727  | 0,861     |
| R17 - R16   | 30       | 0,041          | 0,051      | 150,737  | 315          | 3,615        | 0,255         | 0,160 | 0,721 | 0,038 | 81,014  | 2,605  | 0,780     |
| R16 - R15   | 35       | 0,050          | 0,052      | 162,530  | 315          | 3,650        | 0,258         | 0,195 | 0,771 | 0,042 | 89,342  | 2,816  | 0,815     |
| R15 - R14   | 35       | 0,060          | 0,044      | 178,999  | 315          | 3,357        | 0,237         | 0,253 | 0,840 | 0,048 | 101,935 | 2,819  | 0,790     |
| R147 - R146 | 30       | 0,008          | 0,073      | 77,036   | 315          | 4,322        | 0,305         | 0,027 | 0,425 | 0,023 | 33,748  | 1,839  | 0,805     |
| R146 - R145 | 30       | 0,016          | 0,071      | 100,400  | 315          | 4,265        | 0,301         | 0,054 | 0,544 | 0,026 | 46,740  | 2,320  | 0,822     |
| R145 - R144 | 24       | 0,023          | 0,058      | 118,885  | 315          | 3,855        | 0,272         | 0,085 | 0,611 | 0,029 | 58,894  | 2,354  | 0,770     |
| R144 - R143 | 24       | 0,030          | 0,053      | 133,219  | 315          | 3,685        | 0,260         | 0,115 | 0,656 | 0,033 | 68,860  | 2,416  | 0,760     |
| R143 - R142 | 42       | 0,041          | 0,054      | 149,131  | 315          | 3,719        | 0,263         | 0,155 | 0,714 | 0,038 | 79,899  | 2,656  | 0,799     |
| R142 - R141 | 30       | 0,049          | 0,056      | 158,579  | 315          | 3,788        | 0,268         | 0,183 | 0,754 | 0,041 | 86,512  | 2,856  | 0,837     |
| R141 - R140 | 30       | 0,057          | 0,049      | 172,261  | 315          | 3,543        | 0,250         | 0,228 | 0,813 | 0,046 | 96,596  | 2,882  | 0,817     |
| R140 - R139 | 30       | 0,065          | 0,045      | 184,009  | 315          | 3,395        | 0,240         | 0,272 | 0,857 | 0,050 | 106,094 | 2,911  | 0,815     |

| Tronçon     | L<br>(m) | Qcal<br>(m3/s) | I<br>(m/m) | Dcal<br>(mm) | Dnor<br>(mm) | Vps<br>(m/s) | Qps<br>(m3/s) | Rq    | Rv    | Rh    | H<br>(mm) | V<br>(m/s) | Vmin<br>(m/s) |
|-------------|----------|----------------|------------|--------------|--------------|--------------|---------------|-------|-------|-------|-----------|------------|---------------|
| R139 - R14  | 30       | 0,073          | 0,047      | 190,976      | 315          | 3,459        | 0,244         | 0,300 | 0,879 | 0,053 | 112,144   | 3,040      | 0,850         |
| R14 - R13   | 30       | 0,142          | 0,039      | 252,662      | 315          | 3,161        | 0,223         | 0,634 | 1,059 | 0,077 | 171,900   | 3,346      | 0,972         |
| R13 - R12   | 30       | 0,150          | 0,033      | 266,232      | 315          | 2,908        | 0,205         | 0,729 | 1,085 | 0,082 | 189,430   | 3,155      | 0,941         |
| R12 - R11   | 20       | 0,155          | 0,041      | 259,096      | 315          | 3,241        | 0,229         | 0,678 | 1,070 | 0,079 | 179,820   | 3,468      | 1,022         |
| R138 - R137 | 30       | 0,008          | 0,048      | 83,186       | 315          | 3,521        | 0,249         | 0,033 | 0,460 | 0,023 | 36,932    | 1,619      | 0,661         |
| R137 - R136 | 30       | 0,016          | 0,037      | 113,450      | 315          | 3,079        | 0,218         | 0,075 | 0,593 | 0,028 | 55,190    | 1,826      | 0,608         |
| R136 - R135 | 36       | 0,026          | 0,062      | 122,833      | 315          | 3,985        | 0,282         | 0,093 | 0,623 | 0,030 | 61,624    | 2,483      | 0,804         |
| R135 - R134 | 30       | 0,034          | 0,059      | 137,291      | 315          | 3,888        | 0,275         | 0,125 | 0,669 | 0,034 | 71,693    | 2,603      | 0,812         |
| R134 - R133 | 15       | 0,038          | 0,055      | 155,363      | 315          | 3,128        | 0,221         | 0,173 | 0,740 | 0,072 | 84,243    | 2,315      | 0,919         |
| R133 - R132 | 30       | 0,046          | 0,053      | 157,069      | 315          | 3,685        | 0,260         | 0,178 | 0,748 | 0,041 | 85,444    | 2,755      | 0,813         |
| R132 - R131 | 30       | 0,055          | 0,043      | 173,558      | 315          | 3,319        | 0,234         | 0,233 | 0,819 | 0,047 | 97,602    | 2,717      | 0,771         |
| R131 - R130 | 30       | 0,063          | 0,046      | 180,556      | 315          | 3,433        | 0,243         | 0,259 | 0,845 | 0,049 | 103,210   | 2,902      | 0,817         |
| R130 - R129 | 30       | 0,071          | 0,040      | 194,035      | 315          | 3,201        | 0,226         | 0,313 | 0,887 | 0,055 | 114,886   | 2,841      | 0,798         |
| R129 - R128 | 30       | 0,079          | 0,034      | 208,370      | 315          | 2,951        | 0,209         | 0,379 | 0,925 | 0,060 | 128,196   | 2,731      | 0,775         |
| R128 - R127 | 30       | 0,087          | 0,041      | 208,723      | 315          | 3,241        | 0,229         | 0,381 | 0,926 | 0,060 | 128,529   | 3,002      | 0,852         |
| R127 - R11  | 30       | 0,095          | 0,028      | 231,834      | 315          | 2,678        | 0,189         | 0,504 | 1,003 | 0,069 | 150,295   | 2,686      | 0,767         |
| R261 - R260 | 30       | 0,008          | 0,042      | 84,555       | 315          | 3,280        | 0,232         | 0,034 | 0,467 | 0,023 | 37,659    | 1,533      | 0,614         |
| R260 - R259 | 30       | 0,016          | 0,056      | 103,897      | 315          | 3,788        | 0,268         | 0,059 | 0,558 | 0,025 | 48,927    | 2,115      | 0,729         |

| Tronçon     | L<br>(m) | Qcal(m3/s) | I(m/m) | Dcal(mm) | Dnor<br>(mm) | Vps<br>(m/s) | Qps<br>(m3/s) | Rq    | Rv    | Rh    | H(mm)   | V(m/s) | Vmin(m/s) |
|-------------|----------|------------|--------|----------|--------------|--------------|---------------|-------|-------|-------|---------|--------|-----------|
| R259 - R258 | 12       | 0,019      | 0,054  | 111,968  | 315          | 3,719        | 0,263         | 0,072 | 0,588 | 0,027 | 54,194  | 2,187  | 0,726     |
| R258 - R257 | 36       | 0,029      | 0,007  | 191,338  | 315          | 1,339        | 0,095         | 0,302 | 0,880 | 0,051 | 112,466 | 1,178  | 0,623     |
| R257 - R45  | 36       | 0,038      | 0,040  | 154,073  | 315          | 3,201        | 0,226         | 0,169 | 0,735 | 0,038 | 83,339  | 2,352  | 0,689     |
| R256 - R255 | 30       | 0,008      | 0,040  | 85,293   | 315          | 3,205        | 0,226         | 0,035 | 0,471 | 0,023 | 38,053  | 1,511  | 0,601     |
| R255 - R44  | 36       | 0,017      | 0,042  | 113,752  | 315          | 3,280        | 0,232         | 0,075 | 0,594 | 0,027 | 55,394  | 1,948  | 0,643     |
| R254 - R253 | 30       | 0,008      | 0,055  | 80,359   | 315          | 3,757        | 0,265         | 0,030 | 0,444 | 0,023 | 35,454  | 1,669  | 0,700     |
| R253 - R252 | 30       | 0,016      | 0,053  | 104,975  | 315          | 3,685        | 0,260         | 0,061 | 0,562 | 0,026 | 49,613  | 2,073  | 0,711     |
| R252 - R251 | 14       | 0,020      | 0,035  | 122,661  | 315          | 2,994        | 0,212         | 0,092 | 0,622 | 0,029 | 61,505  | 1,864  | 0,697     |
| R251 - R250 | 36       | 0,029      | 0,043  | 137,043  | 315          | 3,319        | 0,234         | 0,124 | 0,669 | 0,033 | 71,521  | 2,219  | 0,684     |
| R250 - R43  | 36       | 0,039      | 0,041  | 153,824  | 315          | 3,241        | 0,229         | 0,169 | 0,734 | 0,038 | 83,165  | 2,377  | 0,697     |
| R249 - R248 | 36       | 0,010      | 0,051  | 87,518   | 315          | 3,608        | 0,255         | 0,038 | 0,483 | 0,023 | 39,259  | 1,743  | 0,679     |
| R248 - R247 | 30       | 0,018      | 0,047  | 111,402  | 315          | 3,470        | 0,245         | 0,071 | 0,586 | 0,027 | 53,817  | 2,033  | 0,679     |
| R247 - R246 | 36       | 0,027      | 0,047  | 131,183  | 315          | 3,470        | 0,245         | 0,110 | 0,649 | 0,032 | 67,441  | 2,253  | 0,707     |
| R246 - R42  | 36       | 0,037      | 0,040  | 151,668  | 315          | 3,189        | 0,225         | 0,163 | 0,724 | 0,038 | 81,661  | 2,310  | 0,684     |
| R245 - R244 | 36       | 0,010      | 0,065  | 83,493   | 315          | 4,090        | 0,289         | 0,033 | 0,462 | 0,023 | 37,094  | 1,888  | 0,765     |
| R244 - R243 | 30       | 0,017      | 0,064  | 105,114  | 315          | 4,049        | 0,286         | 0,061 | 0,563 | 0,166 | 49,702  | 2,280  | 0,782     |
| R243 - R237 | 9        | 0,020      | 0,045  | 117,704  | 315          | 3,395        | 0,240         | 0,083 | 0,607 | 0,194 | 58,083  | 2,061  | 0,671     |
| R242 - R241 | 24       | 0,006      | 0,060  | 72,952   | 315          | 3,930        | 0,278         | 0,023 | 0,402 | 0,106 | 31,682  | 1,580  | 0,728     |
| R241 - R240 | 30       | 0,014      | 0,060  | 98,667   | 315          | 3,930        | 0,278         | 0,052 | 0,537 | 0,152 | 45,681  | 2,109  | 0,751     |

| Tronçon     | L<br>(m) | Qcal(m3/s) | I(m/m) | Dcal(mm) | Dnor<br>(mm) | Vps<br>(m/s) | Qps<br>(m3/s) | Rq    | Rv    | Rh    | H(mm)   | V(m/s) | Vmin(m/s) |
|-------------|----------|------------|--------|----------|--------------|--------------|---------------|-------|-------|-------|---------|--------|-----------|
| R240 - R239 | 30       | 0,022      | 0,060  | 116,375  | 315          | 3,930        | 0,278         | 0,080 | 0,603 | 0,191 | 57,174  | 2,368  | 0,774     |
| R239 - R238 | 30       | 0,030      | 0,060  | 130,457  | 315          | 3,930        | 0,278         | 0,109 | 0,647 | 0,223 | 66,934  | 2,542  | 0,797     |
| R238 - R237 | 36       | 0,040      | 0,023  | 173,419  | 315          | 2,422        | 0,171         | 0,232 | 0,818 | 0,325 | 97,493  | 1,981  | 0,651     |
| R237 - R236 | 36       | 0,069      | 0,048  | 186,130  | 315          | 3,488        | 0,246         | 0,281 | 0,864 | 0,360 | 107,904 | 3,015  | 0,827     |
| R236 - R235 | 30       | 0,077      | 0,048  | 193,864  | 315          | 3,488        | 0,246         | 0,313 | 0,887 | 0,382 | 114,732 | 3,094  | 0,848     |
| R235 - R234 | 9        | 0,079      | 0,004  | 318,010  | 400          | 1,163        | 0,146         | 0,544 | 1,025 | 0,523 | 209,002 | 1,192  | 0,631     |
| R234 - R233 | 36       | 0,089      | 0,045  | 207,018  | 315          | 3,380        | 0,239         | 0,373 | 0,922 | 0,423 | 126,922 | 3,115  | 0,859     |
| R233 - R41  | 36       | 0,099      | 0,039  | 220,574  | 315          | 3,161        | 0,223         | 0,441 | 0,963 | 0,466 | 139,694 | 3,044  | 0,843     |
| R47 - R46   | 30       | 0,008      | 0,023  | 94,896   | 315          | 2,412        | 0,170         | 0,047 | 0,520 | 0,145 | 43,433  | 1,253  | 0,658     |
| R46 - R45   | 32       | 0,016      | 0,023  | 123,673  | 315          | 2,412        | 0,170         | 0,094 | 0,626 | 0,207 | 62,207  | 1,509  | 0,683     |
| R45 - R44   | 31       | 0,063      | 0,018  | 215,244  | 315          | 2,141        | 0,151         | 0,413 | 0,945 | 0,449 | 134,680 | 2,025  | 0,661     |
| R44 - R43   | 30       | 0,088      | 0,023  | 232,636  | 315          | 2,448        | 0,173         | 0,509 | 1,006 | 0,504 | 151,059 | 2,462  | 0,683     |
| R43 - R42   | 31       | 0,135      | 0,019  | 283,848  | 315          | 2,206        | 0,156         | 0,865 | 1,134 | 0,716 | 214,920 | 2,501  | 0,740     |
| R42 - R41   | 30       | 0,179      | 0,019  | 316,567  | 400          | 2,659        | 0,334         | 0,537 | 1,021 | 0,519 | 207,582 | 2,716  | 0,755     |
| R126 - R125 | 30       | 0,008      | 0,062  | 78,553   | 315          | 3,992        | 0,282         | 0,028 | 0,434 | 0,115 | 34,523  | 1,733  | 0,742     |
| R125 - R124 | 30       | 0,016      | 0,058  | 103,215  | 315          | 3,855        | 0,272         | 0,058 | 0,556 | 0,162 | 48,496  | 2,142  | 0,741     |
| R124 - R123 | 36       | 0,025      | 0,053  | 125,289  | 315          | 3,685        | 0,260         | 0,098 | 0,631 | 0,211 | 63,331  | 2,324  | 0,739     |
| R123 - R122 | 30       | 0,033      | 0,054  | 138,233  | 315          | 3,719        | 0,263         | 0,127 | 0,673 | 0,241 | 72,347  | 2,502  | 0,768     |

| Tronçon     | L<br>(m) | Qcal(m3/s) | I(m/m) | Dcal(mm) | Dnor<br>(mm) | Vps<br>(m/s) | Qps<br>(m3/s) | Rq    | Rv    | Rh    | H(mm)   | V(m/s) | Vmin(m/s) |
|-------------|----------|------------|--------|----------|--------------|--------------|---------------|-------|-------|-------|---------|--------|-----------|
| R122 - R121 | 16       | 0,037      | 0,031  | 159,504  | 315          | 2,818        | 0,199         | 0,186 | 0,758 | 0,291 | 87,170  | 2,137  | 0,615     |
| R121 - R120 | 36       | 0,047      | 0,045  | 162,122  | 315          | 3,395        | 0,240         | 0,194 | 0,770 | 0,297 | 89,047  | 2,613  | 0,747     |
| R120 - R103 | 37       | 0,056      | 0,039  | 178,847  | 315          | 3,161        | 0,223         | 0,252 | 0,839 | 0,339 | 101,811 | 2,652  | 0,731     |
| R110 - R109 | 30       | 0,008      | 0,040  | 85,253   | 315          | 3,209        | 0,227         | 0,035 | 0,471 | 0,127 | 38,032  | 1,512  | 0,601     |
| R109 - R108 | 30       | 0,016      | 0,047  | 107,366  | 315          | 3,470        | 0,245         | 0,065 | 0,572 | 0,171 | 51,156  | 1,983  | 0,672     |
| R108 - R99  | 30       | 0,024      | 0,042  | 127,662  | 315          | 3,280        | 0,232         | 0,103 | 0,638 | 0,217 | 64,985  | 2,093  | 0,661     |
| R114 - R113 | 30       | 0,008      | 0,049  | 82,305   | 315          | 3,525        | 0,249         | 0,032 | 0,455 | 0,122 | 36,468  | 1,604  | 0,658     |
| R113 - R112 | 30       | 0,016      | 0,045  | 108,245  | 315          | 3,395        | 0,240         | 0,066 | 0,575 | 0,172 | 51,730  | 1,952  | 0,658     |
| R112 - R111 | 36       | 0,025      | 0,048  | 127,638  | 315          | 3,507        | 0,248         | 0,103 | 0,638 | 0,217 | 64,969  | 2,237  | 0,707     |
| R111 - R101 | 36       | 0,035      | 0,048  | 143,871  | 315          | 3,507        | 0,248         | 0,141 | 0,693 | 0,254 | 76,255  | 2,431  | 0,735     |
| R119 - R118 | 30       | 0,008      | 0,061  | 78,914   | 315          | 3,943        | 0,279         | 0,028 | 0,436 | 0,116 | 34,708  | 1,720  | 0,734     |
| R118 - R117 | 30       | 0,016      | 0,058  | 103,215  | 315          | 3,855        | 0,272         | 0,058 | 0,556 | 0,162 | 48,496  | 2,142  | 0,741     |
| R117 - R116 | 9        | 0,018      | 0,042  | 115,462  | 315          | 3,280        | 0,232         | 0,079 | 0,600 | 0,189 | 56,553  | 1,967  | 0,645     |
| R116 - R115 | 36       | 0,028      | 0,047  | 132,446  | 315          | 3,470        | 0,245         | 0,113 | 0,653 | 0,228 | 68,321  | 2,267  | 0,707     |
| R115 - R102 | 36       | 0,037      | 0,040  | 152,534  | 315          | 3,201        | 0,226         | 0,165 | 0,728 | 0,274 | 82,264  | 2,331  | 0,686     |
| R107 - R106 | 30       | 0,008      | 0,049  | 82,305   | 315          | 3,525        | 0,249         | 0,032 | 0,455 | 0,122 | 36,468  | 1,604  | 0,658     |
| R106 - R97  | 30       | 0,016      | 0,042  | 109,655  | 315          | 3,280        | 0,232         | 0,068 | 0,580 | 0,176 | 52,657  | 1,902  | 0,638     |
| R105 - R104 | 25       | 0,007      | 0,021  | 89,776   | 315          | 2,331        | 0,165         | 0,040 | 0,495 | 0,135 | 40,506  | 1,153  | 0,640     |

| Tronçon     | L<br>(m) | Qcal(m3/s) | I(m/m) | Dcal(mm) | Dnor<br>(mm) | Vps<br>(m/s) | Qps<br>(m3/s) | Rq    | Rv    | Rh    | H(mm)   | V(m/s) | Vmin(m/s) |
|-------------|----------|------------|--------|----------|--------------|--------------|---------------|-------|-------|-------|---------|--------|-----------|
| R104 - R103 | 32       | 0,015      | 0,020  | 124,770  | 315          | 2,269        | 0,160         | 0,097 | 0,629 | 0,210 | 62,970  | 1,427  | 0,606     |
| R103 - R102 | 30       | 0,079      | 0,018  | 236,177  | 315          | 2,123        | 0,150         | 0,529 | 1,017 | 0,515 | 154,468 | 2,160  | 0,682     |
| R102 - R101 | 32       | 0,125      | 0,015  | 289,665  | 315          | 1,934        | 0,137         | 0,913 | 1,139 | 0,745 | 223,466 | 2,203  | 0,731     |
| R101 - R100 | 23       | 0,166      | 0,007  | 371,959  | 400          | 1,599        | 0,201         | 0,825 | 1,122 | 0,693 | 277,118 | 1,794  | 0,668     |
| R100 - R99  | 5        | 0,167      | 0,007  | 373,068  | 400          | 1,599        | 0,201         | 0,832 | 1,125 | 0,697 | 278,734 | 1,798  | 0,669     |
| R99 - R98   | 20       | 0,196      | 0,014  | 346,966  | 400          | 2,278        | 0,286         | 0,686 | 1,072 | 0,604 | 241,713 | 2,442  | 0,745     |
| R98 - R97   | 20       | 0,201      | 0,014  | 350,445  | 400          | 2,278        | 0,286         | 0,704 | 1,077 | 0,616 | 246,339 | 2,454  | 0,752     |
| R97 - R96   | 25       | 0,224      | 0,003  | 485,320  | 500          | 1,232        | 0,242         | 0,925 | 1,139 | 0,753 | 376,372 | 1,404  | 0,644     |
| R96 - R10   | 25       | 0,230      | 0,003  | 490,646  | 500          | 1,232        | 0,242         | 0,953 | 1,139 | 0,771 | 385,256 | 1,404  | 0,649     |
| R232 - R231 | 24       | 0,008      | 0,025  | 94,469   | 315          | 2,505        | 0,177         | 0,046 | 0,518 | 0,144 | 43,184  | 1,297  | 0,676     |
| R231 - R230 | 30       | 0,018      | 0,025  | 128,030  | 315          | 2,505        | 0,177         | 0,103 | 0,639 | 0,217 | 65,242  | 1,601  | 0,607     |
| R230 - R229 | 30       | 0,028      | 0,025  | 151,097  | 315          | 2,505        | 0,177         | 0,161 | 0,722 | 0,271 | 81,264  | 1,809  | 0,636     |
| R229 - R228 | 36       | 0,041      | 0,023  | 174,786  | 315          | 2,427        | 0,171         | 0,237 | 0,823 | 0,329 | 98,563  | 1,999  | 0,657     |
| R228 - R227 | 30       | 0,051      | 0,018  | 199,604  | 315          | 2,129        | 0,150         | 0,338 | 0,902 | 0,400 | 119,988 | 1,921  | 0,630     |
| R227 - R39  | 30       | 0,061      | 0,018  | 213,726  | 315          | 2,129        | 0,150         | 0,406 | 0,941 | 0,444 | 133,249 | 2,003  | 0,656     |
| R226 - R225 | 36       | 0,012      | 0,028  | 107,120  | 315          | 2,688        | 0,190         | 0,064 | 0,571 | 0,170 | 50,996  | 1,534  | 0,622     |
| R225 - R224 | 30       | 0,022      | 0,037  | 127,771  | 315          | 3,079        | 0,218         | 0,103 | 0,638 | 0,217 | 65,061  | 1,965  | 0,623     |

| Tronçon     | L<br>(m) | Qcal(m <sup>3</sup> /s) | I(m/m) | Dcal(mm) | Dnor<br>(mm) | Vps<br>(m/s) | Qps<br>(m <sup>3</sup> /s) | Rq    | Rv    | Rh    | H(mm)   | V(m/s) | Vmin(m/s) |
|-------------|----------|-------------------------|--------|----------|--------------|--------------|----------------------------|-------|-------|-------|---------|--------|-----------|
| R224 - R207 | 30       | 0,033                   | 0,022  | 162,097  | 315          | 2,374        | 0,168                      | 0,194 | 0,770 | 0,297 | 89,029  | 1,827  | 0,624     |
| R223 - R222 | 24       | 0,047                   | 0,064  | 152,011  | 315          | 4,046        | 0,286                      | 0,164 | 0,726 | 0,273 | 81,900  | 2,937  | 0,860     |
| R222 - R221 | 36       | 0,117                   | 0,067  | 212,444  | 315          | 4,143        | 0,293                      | 0,399 | 0,937 | 0,440 | 132,040 | 3,882  | 1,059     |
| R221 - R220 | 36       | 0,187                   | 0,062  | 257,102  | 315          | 3,985        | 0,282                      | 0,664 | 1,066 | 0,591 | 177,287 | 4,250  | 1,191     |
| R220 - R219 | 39       | 0,263                   | 0,040  | 317,300  | 400          | 3,878        | 0,487                      | 0,540 | 1,023 | 0,521 | 208,301 | 3,968  | 1,082     |
| R219 - R218 | 30       | 0,321                   | 0,053  | 324,353  | 400          | 4,464        | 0,561                      | 0,573 | 1,038 | 0,539 | 215,413 | 4,635  | 1,280     |
| R218 - R217 | 34       | 0,391                   | 0,050  | 353,054  | 400          | 4,336        | 0,545                      | 0,718 | 1,082 | 0,625 | 249,902 | 4,690  | 1,328     |
| R217 - R216 | 30       | 0,449                   | 0,039  | 389,553  | 400          | 3,829        | 0,481                      | 0,934 | 1,139 | 0,758 | 303,170 | 4,363  | 1,292     |
| R216 - R215 | 30       | 0,459                   | 0,040  | 390,978  | 400          | 3,878        | 0,487                      | 0,943 | 1,139 | 0,764 | 305,531 | 4,418  | 1,314     |
| R215 - R214 | 30       | 0,469                   | 0,045  | 385,592  | 400          | 4,113        | 0,517                      | 0,909 | 1,139 | 0,743 | 297,005 | 4,685  | 1,375     |
| R214 - R213 | 30       | 0,480                   | 0,042  | 393,765  | 400          | 3,974        | 0,499                      | 0,961 | 1,139 | 0,776 | 310,492 | 4,528  | 1,357     |
| R213 - R212 | 30       | 0,490                   | 0,039  | 430,906  | 500          | 3,703        | 0,727                      | 0,674 | 1,069 | 0,597 | 298,518 | 3,958  | 1,112     |
| R212 - R211 | 30       | 0,500                   | 0,037  | 438,547  | 500          | 3,607        | 0,708                      | 0,706 | 1,078 | 0,617 | 308,588 | 3,888  | 1,101     |
| R211 - R210 | 30       | 0,510                   | 0,030  | 459,593  | 500          | 3,248        | 0,637                      | 0,800 | 1,113 | 0,677 | 338,580 | 3,614  | 1,038     |
| R210 - R209 | 34       | 0,521                   | 0,002  | 769,883  | 800          | 1,147        | 0,576                      | 0,905 | 1,139 | 0,740 | 592,059 | 1,306  | 0,684     |
| R209 - R208 | 30       | 0,531                   | 0,005  | 653,067  | 800          | 1,814        | 0,911                      | 0,583 | 1,042 | 0,544 | 435,385 | 1,891  | 0,620     |
| R208 - R207 | 30       | 0,542                   | 0,026  | 482,830  | 500          | 3,023        | 0,593                      | 0,913 | 1,139 | 0,745 | 372,526 | 3,444  | 1,015     |
| R207 - R206 | 32       | 0,585                   | 0,027  | 493,587  | 500          | 3,081        | 0,605                      | 0,968 | 1,140 | 0,782 | 390,780 | 3,512  | 1,059     |
| R206 - R205 | 30       | 0,596                   | 0,015  | 554,667  | 600          | 2,593        | 0,733                      | 0,813 | 1,118 | 0,685 | 410,906 | 2,898  | 0,835     |

| Troncon    | L<br>(m) | Qcalculé(m <sup>3</sup> /s) | I(m/m) | Dcal(mm) | Dnor<br>(mm) | Vps<br>(m/s) | Qps<br>(m <sup>3</sup> /s) | Rq    | Rv    | Rh    | H(mm)   | V(m/s) | Vmin(m/s) |
|------------|----------|-----------------------------|--------|----------|--------------|--------------|----------------------------|-------|-------|-------|---------|--------|-----------|
| R205 - R35 | 30       | 0,606                       | 0,031  | 487,166  | 500          | 3,301        | 0,648                      | 0,935 | 1,139 | 0,759 | 379,329 | 3,761  | 1,121     |
| R35-R67    | 50       | 0,958                       | 0,022  | 617,005  | 800          | 3,804        | 1,911                      | 0,501 | 1,001 | 0,500 | 399,629 | 3,809  | 1,047     |
| R67-R66    | 36       | 0,970                       | 0,018  | 643,044  | 800          | 1,450        | 0,728                      | 0,140 | 0,692 | 0,253 | 202,506 | 1,003  | 1,003     |
| R41 - R40  | 30       | 0,288                       | 0,045  | 321,726  | 400          | 4,090        | 0,514                      | 0,561 | 1,033 | 0,532 | 212,722 | 4,225  | 1,176     |
| R40 - R39  | 30       | 0,298                       | 0,045  | 325,940  | 400          | 4,090        | 0,514                      | 0,580 | 1,041 | 0,543 | 217,068 | 4,259  | 1,190     |
| R39 - R38  | 25       | 0,307                       | 0,031  | 353,333  | 400          | 3,392        | 0,426                      | 0,720 | 1,082 | 0,626 | 250,287 | 3,670  | 1,064     |
| R38 - R37  | 20       | 0,313                       | 0,031  | 527,000  | 600          | 3,704        | 1,047                      | 0,299 | 1,131 | 0,373 | 223,571 | 4,189  | 0,892     |
| R37 - R36  | 35       | 0,325                       | 0,031  | 361,102  | 400          | 3,392        | 0,426                      | 0,763 | 1,098 | 0,653 | 261,296 | 3,723  | 1,086     |
| R36 - R35  | 30       | 0,335                       | 0,031  | 365,299  | 400          | 3,392        | 0,426                      | 0,787 | 1,107 | 0,668 | 267,394 | 3,755  | 1,099     |
| R87 - R86  | 24       | 0,008                       | 0,027  | 93,089   | 315          | 2,606        | 0,184                      | 0,044 | 0,511 | 0,141 | 42,384  | 1,331  | 0,695     |
| R86 - R85  | 24       | 0,016                       | 0,025  | 122,048  | 315          | 2,531        | 0,179                      | 0,091 | 0,621 | 0,204 | 61,079  | 1,570  | 0,606     |
| R85 - R84  | 30       | 0,026                       | 0,021  | 537,000  | 600          | 1,900        | 0,537                      | 0,049 | 0,529 | 0,149 | 89,279  | 1,005  | 0,662     |
| R84 - R83  | 33       | 0,038                       | 0,038  | 150,000  | 315          | 1,590        | 0,112                      | 0,335 | 0,900 | 0,398 | 119,375 | 1,432  | 0,695     |
| R83 - R82  | 30       | 0,048                       | 0,036  | 277,000  | 315          | 3,037        | 0,215                      | 0,223 | 1,140 | 0,318 | 95,415  | 3,462  | 0,688     |
| R82 - R81  | 30       | 0,058                       | 0,034  | 185,503  | 315          | 2,951        | 0,209                      | 0,278 | 0,862 | 0,358 | 107,366 | 2,545  | 0,701     |
| R81 - R66  | 30       | 0,068                       | 0,025  | 195,000  | 315          | 2,531        | 0,179                      | 0,381 | 0,926 | 0,429 | 128,592 | 2,345  | 0,650     |
| R91 - R90  | 24       | 0,008                       | 0,046  | 83,808   | 315          | 3,448        | 0,244                      | 0,033 | 0,463 | 0,124 | 37,261  | 1,597  | 0,646     |
| R90 - R88  | 30       | 0,018                       | 0,046  | 113,582  | 315          | 3,448        | 0,244                      | 0,075 | 0,593 | 0,184 | 55,279  | 2,046  | 0,677     |

| Tronçon   | L<br>(m) | Qcal<br>(m3/s) | I(m/m) | Dcal(mm) | Dnor<br>(mm) | Vps<br>(m/s) | Qps<br>(m3/s) | Rq    | Rv    | Rh    | H(mm)   | V(m/s) | Vmin(m/s) |
|-----------|----------|----------------|--------|----------|--------------|--------------|---------------|-------|-------|-------|---------|--------|-----------|
| R93 - R92 | 24       | 0,008          | 0,057  | 80,531   | 315          | 3,835        | 0,271         | 0,030 | 0,445 | 0,118 | 35,543  | 1,707  | 0,716     |
| R92 - R78 | 30       | 0,018          | 0,057  | 109,140  | 315          | 3,835        | 0,271         | 0,068 | 0,578 | 0,174 | 52,317  | 2,217  | 0,747     |
| R95 - R94 | 24       | 0,008          | 0,046  | 83,978   | 315          | 3,429        | 0,242         | 0,034 | 0,464 | 0,125 | 37,352  | 1,592  | 0,643     |
| R94 - R79 | 30       | 0,018          | 0,039  | 117,343  | 315          | 3,161        | 0,223         | 0,082 | 0,606 | 0,193 | 57,836  | 1,915  | 0,625     |
| R80 - R79 | 36       | 0,012          | 0,011  | 126,947  | 315          | 1,709        | 0,121         | 0,101 | 0,636 | 0,215 | 64,486  | 1,086  | 0,645     |
| R79 - R78 | 39       | 0,044          | 0,026  | 175,396  | 315          | 2,586        | 0,183         | 0,239 | 0,826 | 0,330 | 99,044  | 2,136  | 0,696     |
| R89 - R88 | 42       | 0,013          | 0,002  | 181,307  | 315          | 0,716        | 0,051         | 0,262 | 0,848 | 0,346 | 103,831 | 0,607  | 0,169     |
| R88 - R78 | 42       | 0,032          | 0,002  | 251,818  | 315          | 0,716        | 0,051         | 0,628 | 1,057 | 0,570 | 170,915 | 0,757  | 0,645     |
| R78 - R77 | 18       | 0,100          | 0,013  | 272,465  | 315          | 1,825        | 0,129         | 0,775 | 1,103 | 0,661 | 198,348 | 2,012  | 0,621     |
| R77 - R76 | 30       | 0,110          | 0,035  | 234,664  | 315          | 2,994        | 0,212         | 0,520 | 1,012 | 0,510 | 153,003 | 3,032  | 0,879     |
| R76 - R75 | 30       | 0,120          | 0,035  | 242,568  | 315          | 2,994        | 0,212         | 0,569 | 1,036 | 0,536 | 160,841 | 3,104  | 0,903     |
| R75 - R63 | 30       | 0,130          | 0,026  | 264,589  | 315          | 2,576        | 0,182         | 0,717 | 1,081 | 0,624 | 187,148 | 2,785  | 0,841     |
| R66 - R65 | 30       | 1,049          | 0,013  | 705,443  | 800          | 2,913        | 1,464         | 0,716 | 1,081 | 0,624 | 498,887 | 3,149  | 0,904     |
| R65 - R64 | 30       | 1,059          | 0,013  | 708,001  | 800          | 2,913        | 1,464         | 0,723 | 1,083 | 0,628 | 502,425 | 3,156  | 0,907     |
| R64 - R63 | 30       | 1,069          | 0,013  | 710,543  | 800          | 2,913        | 1,464         | 0,730 | 1,086 | 0,632 | 505,974 | 3,163  | 0,910     |
| R63 - R72 | 30       | 0,158          | 0,008  | 355,256  | 400          | 1,723        | 0,216         | 0,730 | 1,086 | 0,632 | 252,966 | 1,871  | 1,074     |
| R72 - R73 | 30       | 0,168          | 0,008  | 363,661  | 400          | 1,723        | 0,216         | 0,777 | 1,103 | 0,663 | 265,007 | 1,902  | 1,076     |

| Troncon     | L<br>(m) | Qcal<br>(m3/s) | I(m/m) | Dcal(mm) | Dnor<br>(mm) | Vps<br>(m/s) | Qps<br>(m3/s) | Rq    | Rv    | Rh    | H(mm)   | V(m/s) | Vmin(m/s) |
|-------------|----------|----------------|--------|----------|--------------|--------------|---------------|-------|-------|-------|---------|--------|-----------|
| R73 - R74   | 31       | 0,178          | 0,008  | 371,754  | 400          | 1,723        | 0,216         | 0,824 | 1,122 | 0,692 | 276,819 | 1,933  | 1,078     |
| R198 - R197 | 36       | 0,015          | 0,048  | 104,411  | 315          | 3,521        | 0,249         | 0,060 | 0,560 | 0,164 | 49,254  | 1,973  | 0,677     |
| R197 - R196 | 30       | 0,027          | 0,045  | 132,951  | 315          | 3,395        | 0,240         | 0,114 | 0,655 | 0,229 | 68,673  | 2,224  | 0,690     |
| R196 - R186 | 30       | 0,040          | 0,041  | 155,529  | 315          | 3,253        | 0,230         | 0,174 | 0,741 | 0,281 | 84,359  | 2,410  | 0,699     |
| R71 - R70   | 36       | 0,015          | 0,040  | 108,363  | 315          | 3,189        | 0,225         | 0,066 | 0,575 | 0,173 | 51,807  | 1,834  | 0,618     |
| R70 - R69   | 30       | 0,027          | 0,029  | 144,367  | 315          | 2,726        | 0,193         | 0,142 | 0,695 | 0,255 | 76,599  | 1,895  | 0,669     |
| R69 - R53   | 30       | 0,040          | 0,030  | 165,136  | 315          | 2,772        | 0,196         | 0,204 | 0,783 | 0,304 | 91,240  | 2,170  | 0,612     |
| J228 - J227 | 36       | 0,015          | 0,038  | 109,473  | 315          | 3,104        | 0,219         | 0,068 | 0,579 | 0,175 | 52,537  | 1,798  | 0,602     |
| J227 - J226 | 30       | 0,027          | 0,027  | 146,314  | 315          | 2,630        | 0,186         | 0,148 | 0,703 | 0,260 | 77,947  | 1,848  | 0,652     |
| J226 - R32  | 30       | 0,040          | 0,042  | 155,039  | 315          | 3,280        | 0,232         | 0,172 | 0,739 | 0,280 | 84,016  | 2,423  | 0,704     |
| J238 - J237 | 36       | 0,015          | 0,055  | 102,043  | 315          | 3,743        | 0,264         | 0,056 | 0,551 | 0,159 | 47,760  | 2,062  | 0,718     |
| J237 - J229 | 30       | 0,027          | 0,043  | 134,089  | 315          | 3,319        | 0,234         | 0,117 | 0,659 | 0,232 | 69,465  | 2,186  | 0,676     |
| J229 - R189 | 30       | 0,001          | 0,044  | 35,464   | 315          | 3,357        | 0,237         | 0,003 | 0,222 | 0,041 | 12,437  | 0,745  | 0,618     |
| R195 - R194 | 30       | 0,013          | 0,043  | 99,892   | 315          | 3,315        | 0,234         | 0,053 | 0,542 | 0,155 | 46,428  | 1,796  | 0,633     |
| R194 - R193 | 30       | 0,025          | 0,021  | 148,110  | 315          | 2,319        | 0,164         | 0,153 | 0,710 | 0,264 | 79,191  | 1,646  | 0,689     |
| R193 - R192 | 28       | 0,037          | 0,008  | 204,867  | 315          | 1,432        | 0,101         | 0,362 | 0,916 | 0,416 | 124,900 | 1,311  | 0,660     |
| R192 - R191 | 30       | 0,049          | 0,013  | 208,800  | 315          | 1,825        | 0,129         | 0,381 | 0,927 | 0,429 | 128,602 | 1,691  | 0,664     |

| Troncon     | L<br>(m) | Qcal<br>(m3/s) | I(m/m) | Dcal(mm) | Dnor<br>(mm) | Vps<br>(m/s) | Qps<br>(m3/s) | Rq    | Rv    | Rh    | H(mm)   | V(m/s) | Vmin(m/s) |
|-------------|----------|----------------|--------|----------|--------------|--------------|---------------|-------|-------|-------|---------|--------|-----------|
| R191 - R190 | 30       | 0,062          | 0,011  | 234,551  | 315          | 1,679        | 0,119         | 0,520 | 1,012 | 0,510 | 152,895 | 1,699  | 0,667     |
| R190 - R189 | 30       | 0,074          | 0,011  | 253,116  | 315          | 1,648        | 0,116         | 0,637 | 1,059 | 0,575 | 172,435 | 1,746  | 0,689     |
| R189 - R188 | 30       | 0,127          | 0,008  | 330,065  | 400          | 1,679        | 0,211         | 0,600 | 1,048 | 0,554 | 221,482 | 1,761  | 0,688     |
| R188 - R187 | 32       | 0,140          | 0,009  | 331,069  | 400          | 1,839        | 0,231         | 0,605 | 1,050 | 0,556 | 222,584 | 1,932  | 0,636     |
| R187 - R186 | 30       | 0,152          | 0,008  | 349,508  | 400          | 1,734        | 0,218         | 0,699 | 1,076 | 0,613 | 245,078 | 1,866  | 0,631     |
| R186 - R185 | 30       | 0,205          | 0,014  | 351,621  | 400          | 2,294        | 0,288         | 0,711 | 1,079 | 0,620 | 247,936 | 2,476  | 0,706     |
| R185 - R184 | 30       | 0,217          | 0,017  | 346,670  | 400          | 2,528        | 0,318         | 0,684 | 1,072 | 0,603 | 241,327 | 2,709  | 0,767     |
| R184 - R32  | 30       | 0,297          | 0,013  | 441,500  | 500          | 2,105        | 0,413         | 0,719 | 1,082 | 0,625 | 312,629 | 2,277  | 0,596     |
| R32 - R55   | 30       | 0,282          | 0,017  | 380,731  | 400          | 2,558        | 0,321         | 0,878 | 1,136 | 0,725 | 289,845 | 2,906  | 0,849     |
| R55 - R54   | 30       | 0,295          | 0,017  | 386,970  | 400          | 2,558        | 0,321         | 0,917 | 1,139 | 0,748 | 299,098 | 2,914  | 0,863     |
| R54 - R53   | 30       | 0,307          | 0,017  | 393,045  | 400          | 2,558        | 0,321         | 0,140 | 0,692 | 0,253 | 101,253 | 1,769  | 1,769     |
| R53 - R52   | 31       | 0,360          | 0,011  | 484,274  | 500          | 1,993        | 0,391         | 0,920 | 1,139 | 0,749 | 374,739 | 2,271  | 0,673     |
| R52 - R51   | 30       | 0,372          | 0,011  | 490,514  | 500          | 1,993        | 0,391         | 0,952 | 1,139 | 0,770 | 385,021 | 2,271  | 0,682     |
| R51 - R50   | 30       | 0,385          | 0,011  | 496,624  | 500          | 1,993        | 0,391         | 0,984 | 1,141 | 0,794 | 397,193 | 2,274  | 0,691     |
| R50 - R49   | 30       | 0,397          | 0,007  | 548,371  | 600          | 1,784        | 0,504         | 0,788 | 1,131 | 0,670 | 401,707 | 2,018  | 0,669     |
| R49 - R48   | 30       | 0,410          | 0,007  | 554,776  | 600          | 1,784        | 0,504         | 0,813 | 1,118 | 0,685 | 411,064 | 1,994  | 0,675     |
| R48 - J225  | 24       | 0,420          | 0,007  | 559,793  | 600          | 1,784        | 0,504         | 0,833 | 1,125 | 0,697 | 418,378 | 2,007  | 0,681     |
| J225 - N32  | 54       | 0,442          | 0,007  | 570,786  | 600          | 1,784        | 0,504         | 0,877 | 1,136 | 0,724 | 434,317 | 2,027  | 0,692     |

| Troncon     | L<br>(m) | Qcal(m3/s) | I(m/m) | Dcal(mm) | Dnor<br>(mm) | Vps<br>(m/s) | Qps<br>(m3/s) | Rq    | Rv    | Rh    | H(mm)  | V(m/s) | Vmin(m/s) |
|-------------|----------|------------|--------|----------|--------------|--------------|---------------|-------|-------|-------|--------|--------|-----------|
| R183 - R182 | 24       | 0,008      | 0,017  | 101,575  | 300          | 2,062        | 0,146         | 0,056 | 0,549 | 0,158 | 47,468 | 1,132  | 0,695     |
| R182 - R174 | 24       | 0,016      | 0,035  | 122,335  | 800          | 6,690        | 3,361         | 0,005 | 0,239 | 0,050 | 39,737 | 1,596  | 1,208     |
| R181 - R180 | 22       | 0,007      | 0,025  | 97,429   | 800          | 7,080        | 3,557         | 0,002 | 0,206 | 0,033 | 26,429 | 1,461  | 1,277     |
| R180 - R171 | 25       | 0,016      | 0,020  | 135,843  | 800          | 7,080        | 3,557         | 0,004 | 0,235 | 0,048 | 38,353 | 1,663  | 1,281     |
| R179 - R178 | 24       | 0,008      | 0,038  | 87,182   | 315          | 3,100        | 0,219         | 0,037 | 1,140 | 0,130 | 39,075 | 3,533  | 0,682     |
| R178 - R168 | 24       | 0,016      | 0,034  | 115,413  | 315          | 2,934        | 0,207         | 0,078 | 0,599 | 0,188 | 56,519 | 1,759  | 0,675     |
| R58 - R57   | 24       | 0,008      | 0,018  | 100,360  | 315          | 2,129        | 0,150         | 0,054 | 0,544 | 0,156 | 46,716 | 1,158  | 0,607     |
| R57 - R24   | 24       | 0,016      | 0,009  | 149,340  | 315          | 1,476        | 0,104         | 0,156 | 0,715 | 0,267 | 80,044 | 1,055  | 0,612     |
| R60 - R59   | 24       | 0,008      | 0,015  | 103,654  | 315          | 1,954        | 0,138         | 0,059 | 0,557 | 0,163 | 48,773 | 1,089  | 0,675     |
| R59 - R27   | 24       | 0,016      | 0,015  | 134,422  | 315          | 1,954        | 0,138         | 0,118 | 0,660 | 0,232 | 69,698 | 1,289  | 0,698     |
| R33 - R31   | 24       | 0,008      | 0,023  | 95,551   | 315          | 2,427        | 0,171         | 0,047 | 0,523 | 0,146 | 43,818 | 1,268  | 0,661     |
| R31 - R5    | 24       | 0,016      | 0,032  | 116,474  | 315          | 2,863        | 0,202         | 0,080 | 0,603 | 0,191 | 57,242 | 1,726  | 0,662     |
| R177 - R176 | 18       | 0,006      | 0,026  | 84,148   | 315          | 2,556        | 0,181         | 0,034 | 0,465 | 0,125 | 37,442 | 1,189  | 0,678     |
| R176 - R175 | 24       | 0,012      | 0,018  | 116,492  | 315          | 2,147        | 0,152         | 0,080 | 0,603 | 0,191 | 57,254 | 1,295  | 0,623     |
| R175 - R174 | 30       | 0,022      | 0,015  | 151,289  | 315          | 1,960        | 0,138         | 0,161 | 0,723 | 0,271 | 81,398 | 1,417  | 0,617     |

| Troncon     | L<br>(m) | Qcal(m3/s) | I(m/m) | Dcal(mm) | Dnor<br>(mm) | Vps<br>(m/s) | Qps<br>(m3/s) | Rq    | Rv    | Rh    | H(mm)   | V(m/s) | Vmin(m/s) |
|-------------|----------|------------|--------|----------|--------------|--------------|---------------|-------|-------|-------|---------|--------|-----------|
| R174 - R173 | 18       | 0,045      | 0,011  | 207,018  | 315          | 1,694        | 0,120         | 0,373 | 0,922 | 0,423 | 126,923 | 1,561  | 0,607     |
| R173 - R172 | 30       | 0,055      | 0,011  | 223,583  | 315          | 1,694        | 0,120         | 0,457 | 0,973 | 0,475 | 142,519 | 1,649  | 0,632     |
| R172 - R171 | 30       | 0,065      | 0,011  | 238,321  | 315          | 1,694        | 0,120         | 0,542 | 1,024 | 0,522 | 156,567 | 1,735  | 0,656     |
| R171 - R170 | 33       | 0,091      | 0,007  | 295,508  | 315          | 1,339        | 0,095         | 0,962 | 1,140 | 0,777 | 233,218 | 1,526  | 0,648     |
| R170 - R169 | 30       | 0,101      | 0,020  | 252,527  | 315          | 2,264        | 0,160         | 0,633 | 1,058 | 0,572 | 171,742 | 2,396  | 0,654     |
| R169 - R168 | 30       | 0,111      | 0,014  | 279,853  | 315          | 1,894        | 0,134         | 0,832 | 1,125 | 0,697 | 209,126 | 2,130  | 0,603     |
| R168 - R167 | 30       | 0,138      | 0,015  | 299,211  | 315          | 1,960        | 0,138         | 0,995 | 1,142 | 0,804 | 241,251 | 2,239  | 0,669     |
| R167 - R166 | 30       | 0,148      | 0,005  | 377,592  | 400          | 1,371        | 0,172         | 0,859 | 1,132 | 0,713 | 285,297 | 1,553  | 0,644     |
| R166 - R5   | 30       | 0,158      | 0,014  | 318,726  | 400          | 2,302        | 0,289         | 0,547 | 1,026 | 0,524 | 209,711 | 2,363  | 0,639     |
| R5 - R29    | 30       | 0,185      | 0,010  | 362,980  | 400          | 1,900        | 0,239         | 0,773 | 1,102 | 0,660 | 264,018 | 2,093  | 0,693     |
| R29 - R28   | 30       | 0,195      | 0,010  | 370,349  | 400          | 1,900        | 0,239         | 0,816 | 1,119 | 0,687 | 274,771 | 2,125  | 0,605     |
| R28 - R27   | 30       | 0,205      | 0,010  | 377,481  | 400          | 1,900        | 0,239         | 0,859 | 1,132 | 0,713 | 285,136 | 2,151  | 0,617     |
| R27 - R26   | 30       | 0,215      | 0,016  | 349,287  | 400          | 2,453        | 0,308         | 0,698 | 1,076 | 0,612 | 244,782 | 2,638  | 0,739     |
| R26 - R25   | 30       | 0,225      | 0,011  | 384,592  | 400          | 1,987        | 0,250         | 0,902 | 1,139 | 0,739 | 295,509 | 2,262  | 0,657     |
| R25 - R24   | 30       | 0,235      | 0,003  | 529,533  | 600          | 1,160        | 0,328         | 0,718 | 1,082 | 0,625 | 374,787 | 1,254  | 0,653     |
| R24 - R23   | 30       | 0,252      | 0,004  | 522,156  | 600          | 1,288        | 0,364         | 0,692 | 1,074 | 0,608 | 364,814 | 1,383  | 0,693     |
| R23 - R22   | 30       | 0,262      | 0,004  | 529,960  | 600          | 1,288        | 0,364         | 0,720 | 1,082 | 0,626 | 375,376 | 1,394  | 0,678     |
| R22 - N32   | 30       | 0,274      | 0,004  | 528,779  | 600          | 1,356        | 0,383         | 0,715 | 1,081 | 0,623 | 373,749 | 1,465  | 0,617     |

| Troncon   | L<br>(m) | Qcal(m <sup>3</sup> /s) | I(m/m) | Dcal(mm) | Dnor<br>(mm) | Vps<br>(m/s) | Qps<br>(m <sup>3</sup> /s) | Rq    | Rv    | Rh    | H(mm)   | V(m/s) | Vmin(m/s) |
|-----------|----------|-------------------------|--------|----------|--------------|--------------|----------------------------|-------|-------|-------|---------|--------|-----------|
| R11 - R10 | 35       | 0,261                   | 0,033  | 327,241  | 400          | 3,538        | 0,444                      | 0,587 | 1,044 | 0,546 | 218,442 | 3,693  | 1,060     |
| R10 - R9  | 30       | 0,501                   | 0,042  | 399,999  | 400          | 3,983        | 0,500                      | 1,002 | 1,143 | 0,811 | 324,390 | 4,554  | 1,464     |
| R9 - R8   | 30       | 0,513                   | 0,029  | 463,456  | 500          | 3,193        | 0,627                      | 0,818 | 1,120 | 0,688 | 344,221 | 3,575  | 1,087     |
| R8 - R7   | 40       | 0,524                   | 0,024  | 484,223  | 500          | 2,905        | 0,570                      | 0,920 | 1,139 | 0,749 | 374,660 | 3,309  | 1,036     |
| R7 - R6   | 35       | 0,536                   | 0,024  | 488,195  | 500          | 2,905        | 0,570                      | 0,940 | 1,139 | 0,762 | 381,027 | 3,309  | 1,046     |
| R6 - R74  | 35       | 0,547                   | 0,021  | 504,142  | 600          | 3,076        | 0,869                      | 0,630 | 1,057 | 0,571 | 342,417 | 3,252  | 0,955     |
| R74 - R4  | 35       | 0,736                   | 0,021  | 563,318  | 600          | 3,076        | 0,869                      | 0,847 | 1,129 | 0,706 | 423,497 | 3,473  | 1,455     |
| R4 - R3   | 35       | 0,746                   | 0,021  | 566,218  | 600          | 3,076        | 0,869                      | 0,859 | 1,132 | 0,713 | 427,699 | 3,482  | 1,457     |
| R3 - R2   | 35       | 0,756                   | 0,021  | 569,094  | 600          | 3,076        | 0,869                      | 0,870 | 1,135 | 0,720 | 431,864 | 3,490  | 1,460     |
| R2 - R1   | 25       | 0,766                   | 0,021  | 571,946  | 600          | 3,076        | 0,869                      | 0,882 | 1,137 | 0,727 | 436,004 | 3,496  | 1,463     |
| R1 - N32  | 30       | 0,777                   | 0,021  | 574,775  | 600          | 3,076        | 0,869                      | 0,894 | 1,138 | 0,734 | 440,139 | 3,500  | 1,465     |
| N32-N31   | 45       | 4,055                   | 0,009  | 1243,110 | 1000         | 3,780        | 6,680                      | 0,610 | 1,051 | 0,560 | 836,000 | 3,973  | 1,570     |

| Troncon     | L<br>(m) | Qcal(m3/s) | I(m/m) | Dcal(mm) | Dnor<br>(mm) | Vps<br>(m/s) | Qps<br>(m3/s) | Rq    | Rv    | Rh    | H(mm)   | V(m/s) | Vmin(m/s) |
|-------------|----------|------------|--------|----------|--------------|--------------|---------------|-------|-------|-------|---------|--------|-----------|
| J197 - J196 | 35       | 0,009      | 0,028  | 91,164   | 315          | 2,992        | 0,211         | 0,042 | 0,502 | 0,138 | 41,286  | 1,501  | 0,664     |
| J196 - J195 | 35       | 0,018      | 0,040  | 110,799  | 315          | 3,557        | 0,251         | 0,070 | 0,584 | 0,178 | 53,414  | 2,077  | 0,691     |
| J195 - J107 | 35       | 0,027      | 0,047  | 611,000  | 800          | 1,900        | 0,955         | 0,028 | 0,432 | 0,114 | 91,581  | 0,821  | 0,353     |
| J194 - J193 | 35       | 0,009      | 0,028  | 796,000  | 800          | 1,300        | 0,653         | 0,014 | 0,327 | 0,083 | 66,640  | 0,825  | 0,638     |
| J193 - J192 | 35       | 0,018      | 0,030  | 277,000  | 315          | 3,080        | 0,218         | 0,081 | 1,140 | 0,192 | 57,560  | 3,512  | 0,605     |
| J192 - J191 | 35       | 0,027      | 0,052  | 122,802  | 315          | 4,055        | 0,287         | 0,093 | 0,623 | 0,205 | 61,602  | 2,526  | 0,806     |
| J191 - J106 | 35       | 0,035      | 0,028  | 195,000  | 315          | 2,976        | 0,210         | 0,168 | 0,733 | 0,277 | 83,027  | 2,180  | 0,635     |
| J190 - J189 | 35       | 0,009      | 0,003  | 138,859  | 315          | 0,974        | 0,069         | 0,128 | 0,675 | 0,243 | 72,782  | 0,657  | 0,600     |
| J189 - J185 | 35       | 0,018      | 0,003  | 180,078  | 315          | 0,974        | 0,069         | 0,257 | 0,844 | 0,343 | 102,816 | 0,822  | 0,624     |
| J188 - J187 | 35       | 0,009      | 0,015  | 102,307  | 315          | 2,200        | 0,155         | 0,057 | 0,552 | 0,160 | 47,925  | 1,214  | 0,621     |
| J187 - J183 | 35       | 0,018      | 0,009  | 146,555  | 315          | 1,687        | 0,119         | 0,148 | 0,704 | 0,260 | 78,113  | 1,187  | 0,654     |
| J182 - J181 | 35       | 0,009      | 0,073  | 76,344   | 315          | 4,802        | 0,339         | 0,026 | 0,422 | 0,111 | 33,396  | 2,024  | 0,890     |
| J181 - J180 | 35       | 0,018      | 0,072  | 99,236   | 315          | 4,772        | 0,337         | 0,052 | 0,539 | 0,153 | 46,027  | 2,572  | 0,910     |
| J180 - J179 | 35       | 0,027      | 0,068  | 116,777  | 315          | 4,638        | 0,328         | 0,081 | 0,604 | 0,191 | 57,449  | 2,801  | 0,911     |
| J179 - J178 | 35       | 0,035      | 0,066  | 130,810  | 315          | 4,569        | 0,323         | 0,110 | 0,648 | 0,224 | 67,181  | 2,960  | 0,923     |
| J178 - J177 | 35       | 0,044      | 0,060  | 144,792  | 315          | 4,356        | 0,308         | 0,144 | 0,697 | 0,256 | 76,893  | 3,035  | 0,909     |
| J177 - J176 | 35       | 0,053      | 0,058  | 156,026  | 315          | 4,283        | 0,303         | 0,175 | 0,743 | 0,282 | 84,709  | 3,182  | 0,920     |

| Troncon     | L<br>(m) | Qcal(m3/s) | I(m/m) | Dcal(mm) | Dnor<br>(mm) | Vps<br>(m/s) | Qps<br>(m3/s) | Rq    | Rv    | Rh    | H(mm)   | V(m/s) | Vmin(m/s) |
|-------------|----------|------------|--------|----------|--------------|--------------|---------------|-------|-------|-------|---------|--------|-----------|
| J176 - J175 | 35       | 0,062      | 0,053  | 168,130  | 315          | 4,094        | 0,289         | 0,214 | 0,796 | 0,312 | 93,458  | 3,259  | 0,909     |
| J175 - J174 | 35       | 0,071      | 0,008  | 254,414  | 315          | 1,550        | 0,110         | 0,646 | 1,062 | 0,580 | 173,983 | 1,646  | 0,659     |
| J174 - J173 | 35       | 0,080      | 0,008  | 265,902  | 315          | 1,550        | 0,110         | 0,726 | 1,084 | 0,630 | 188,969 | 1,681  | 0,678     |
| J173 - J167 | 35       | 0,088      | 0,008  | 276,619  | 315          | 1,550        | 0,110         | 0,807 | 1,115 | 0,681 | 204,408 | 1,729  | 0,697     |
| J172 - J171 | 35       | 0,009      | 0,079  | 75,131   | 315          | 5,011        | 0,354         | 0,025 | 0,415 | 0,109 | 32,781  | 2,078  | 0,928     |
| J171 - J170 | 35       | 0,018      | 0,075  | 98,480   | 315          | 4,870        | 0,344         | 0,051 | 0,536 | 0,152 | 45,568  | 2,609  | 0,928     |
| J170 - J169 | 35       | 0,027      | 0,075  | 114,652  | 315          | 4,870        | 0,344         | 0,077 | 0,597 | 0,187 | 56,002  | 2,908  | 0,953     |
| J169 - J168 | 35       | 0,035      | 0,065  | 131,185  | 315          | 4,534        | 0,320         | 0,110 | 0,649 | 0,225 | 67,442  | 2,943  | 0,917     |
| J168 - J167 | 35       | 0,044      | 0,066  | 142,187  | 315          | 4,572        | 0,323         | 0,137 | 0,687 | 0,250 | 75,089  | 3,141  | 0,948     |
| J110 - J109 | 35       | 0,009      | 0,065  | 77,936   | 315          | 4,545        | 0,321         | 0,028 | 0,431 | 0,114 | 34,207  | 1,957  | 0,844     |
| J109 - J108 | 35       | 0,018      | 0,100  | 93,308   | 315          | 5,624        | 0,397         | 0,044 | 0,512 | 0,142 | 42,510  | 2,880  | 1,063     |
| J108 - J107 | 35       | 0,027      | 0,096  | 109,402  | 315          | 5,519        | 0,390         | 0,068 | 0,579 | 0,175 | 52,490  | 3,195  | 1,070     |
| J107 - J106 | 35       | 0,062      | 0,078  | 156,568  | 315          | 4,951        | 0,350         | 0,177 | 0,745 | 0,284 | 85,090  | 3,690  | 1,065     |
| J106 - J105 | 35       | 0,106      | 0,084  | 188,935  | 315          | 5,142        | 0,363         | 0,292 | 0,873 | 0,368 | 110,342 | 4,488  | 1,216     |
| J105 - J104 | 35       | 0,115      | 0,068  | 202,660  | 315          | 4,621        | 0,326         | 0,352 | 0,910 | 0,409 | 122,832 | 4,205  | 1,143     |

| Troncon     | L<br>(m) | Qcal<br>(m3/s) | I(m/m) | Dcal(mm) | Dnor<br>(mm) | Vps<br>(m/s) | Qps<br>(m3/s) | Rq    | Rv    | Rh    | H(mm)   | V(m/s) | Vmin(m/s) |
|-------------|----------|----------------|--------|----------|--------------|--------------|---------------|-------|-------|-------|---------|--------|-----------|
| J104 - J103 | 35       | 0,124          | 0,012  | 290,370  | 315          | 1,907        | 0,135         | 0,918 | 1,139 | 0,748 | 224,542 | 2,173  | 0,641     |
| J103 - J102 | 35       | 0,133          | 0,117  | 192,878  | 315          | 6,083        | 0,430         | 0,309 | 0,884 | 0,379 | 113,844 | 5,379  | 1,457     |
| J102 - J101 | 35       | 0,141          | 0,062  | 222,590  | 315          | 4,428        | 0,313         | 0,452 | 0,970 | 0,472 | 141,587 | 4,295  | 1,172     |
| J101 - J100 | 35       | 0,150          | 0,055  | 232,644  | 315          | 4,182        | 0,295         | 0,509 | 1,006 | 0,504 | 151,067 | 4,205  | 1,146     |
| J84 - J83   | 35       | 0,007          | 0,003  | 125,150  | 315          | 0,974        | 0,069         | 0,097 | 0,630 | 0,211 | 63,235  | 0,614  | 0,603     |
| J83 - J82   | 35       | 0,013          | 0,003  | 162,300  | 315          | 0,974        | 0,069         | 0,195 | 0,770 | 0,297 | 89,175  | 0,751  | 0,611     |
| J82 - J81   | 35       | 0,020          | 0,003  | 188,953  | 315          | 0,974        | 0,069         | 0,292 | 0,873 | 0,368 | 110,357 | 0,850  | 0,627     |
| J81 - J62   | 35       | 0,027          | 0,129  | 103,945  | 315          | 6,393        | 0,452         | 0,059 | 0,558 | 0,163 | 48,957  | 3,570  | 1,223     |
| J80 - J79   | 35       | 0,007          | 0,006  | 110,960  | 315          | 1,343        | 0,095         | 0,071 | 0,584 | 0,178 | 53,522  | 0,785  | 0,660     |
| J79 - J78   | 35       | 0,013          | 0,006  | 143,897  | 315          | 1,343        | 0,095         | 0,141 | 0,693 | 0,254 | 76,274  | 0,931  | 0,678     |
| J78 - J77   | 35       | 0,020          | 0,006  | 167,528  | 315          | 1,343        | 0,095         | 0,212 | 0,793 | 0,310 | 93,008  | 1,065  | 0,695     |
| J77 - J76   | 35       | 0,027          | 0,075  | 115,220  | 315          | 4,857        | 0,343         | 0,078 | 0,599 | 0,188 | 56,387  | 2,909  | 0,947     |
| J76 - J61   | 35       | 0,034          | 0,075  | 125,276  | 315          | 4,857        | 0,343         | 0,098 | 0,631 | 0,211 | 63,322  | 3,063  | 0,965     |
| J75 - J74   | 35       | 0,007          | 0,046  | 75,042   | 315          | 3,810        | 0,269         | 0,025 | 0,414 | 0,109 | 32,736  | 1,578  | 0,704     |
| J74 - J59   | 35       | 0,013          | 0,046  | 97,317   | 315          | 3,810        | 0,269         | 0,050 | 0,531 | 0,150 | 44,867  | 2,022  | 0,722     |

| Troncon     | L(m) | Qcal<br>(m <sup>3</sup> /s) | I<br>(m/m) | Dcal<br>(mm) | Dnor<br>(mm) | Vps<br>(m/s) | Qps<br>(m <sup>3</sup> /s) | Rq    | Rv    | Rh    | H<br>(mm) | V<br>(m/s) | Vmin<br>(m/s) |
|-------------|------|-----------------------------|------------|--------------|--------------|--------------|----------------------------|-------|-------|-------|-----------|------------|---------------|
| J72 - J71   | 35   | 0,007                       | 0,007      | 107,647      | 315          | 1,456        | 0,103                      | 0,065 | 0,573 | 0,171 | 51,339    | 0,834      | 0,680         |
| J71 - J70   | 35   | 0,013                       | 0,031      | 104,685      | 315          | 3,136        | 0,222                      | 0,060 | 0,561 | 0,165 | 49,428    | 1,761      | 0,601         |
| J70 - J69   | 35   | 0,020                       | 0,031      | 121,877      | 315          | 3,136        | 0,222                      | 0,091 | 0,620 | 0,203 | 60,961    | 1,945      | 0,619         |
| J69 - J57   | 35   | 0,027                       | 0,031      | 135,760      | 315          | 3,136        | 0,222                      | 0,121 | 0,664 | 0,235 | 70,629    | 2,083      | 0,636         |
| J73 - J71   | 35   | 0,034                       | 0,047      | 136,395      | 315          | 3,872        | 0,274                      | 0,122 | 0,666 | 0,237 | 71,070    | 2,580      | 0,787         |
| J53 - J52   | 35   | 0,007                       | 0,013      | 94,661       | 315          | 2,051        | 0,145                      | 0,046 | 0,518 | 0,144 | 43,296    | 1,063      | 0,687         |
| J52 - J51   | 35   | 0,013                       | 0,006      | 143,897      | 315          | 1,343        | 0,095                      | 0,141 | 0,693 | 0,254 | 76,274    | 0,931      | 0,678         |
| J51 - J22   | 35   | 0,020                       | 0,006      | 167,528      | 315          | 1,343        | 0,095                      | 0,212 | 0,793 | 0,310 | 93,008    | 1,065      | 0,695         |
| J241 - J240 | 35   | 0,007                       | 0,003      | 122,248      | 315          | 1,037        | 0,073                      | 0,091 | 0,621 | 0,204 | 61,218    | 0,644      | 0,605         |
| J240 - J239 | 35   | 0,013                       | 0,004      | 153,777      | 315          | 1,125        | 0,079                      | 0,169 | 0,733 | 0,277 | 83,132    | 0,825      | 0,638         |
| J239 - J54  | 35   | 0,020                       | 0,014      | 141,551      | 315          | 2,104        | 0,149                      | 0,135 | 0,685 | 0,249 | 74,649    | 1,441      | 0,633         |
| J68 - J67   | 35   | 0,007                       | 0,051      | 73,493       | 315          | 4,028        | 0,285                      | 0,024 | 0,405 | 0,107 | 31,955    | 1,632      | 0,743         |
| J67 - J66   | 35   | 0,013                       | 0,003      | 162,300      | 315          | 0,974        | 0,069                      | 0,195 | 0,770 | 0,297 | 89,175    | 0,751      | 0,611         |
| J66 - J65   | 35   | 0,020                       | 0,003      | 188,953      | 315          | 0,974        | 0,069                      | 0,292 | 0,873 | 0,368 | 110,357   | 0,850      | 0,627         |
| J65 - J64   | 35   | 0,027                       | 0,003      | 210,477      | 315          | 0,974        | 0,069                      | 0,389 | 0,931 | 0,434 | 130,184   | 0,907      | 0,643         |
| J64 - J63   | 35   | 0,034                       | 0,097      | 119,373      | 315          | 5,525        | 0,390                      | 0,086 | 0,612 | 0,197 | 59,231    | 3,382      | 1,085         |
| J63 - J62   | 35   | 0,040                       | 0,076      | 133,674      | 315          | 4,903        | 0,346                      | 0,116 | 0,657 | 0,231 | 69,176    | 3,222      | 0,991         |

| Troncon     | L<br>(m) | Qcal<br>(m <sup>3</sup> /s) | I<br>(m/m) | Dcal<br>(mm) | Dnor<br>(mm) | Vps<br>(m/s) | Qps<br>(m <sup>3</sup> /s) | Rq    | Rv    | Rh    | H<br>(mm) | V<br>(m/s) | Vmin<br>(m/s) |
|-------------|----------|-----------------------------|------------|--------------|--------------|--------------|----------------------------|-------|-------|-------|-----------|------------|---------------|
| J62 - J61   | 35       | 0,074                       | 0,054      | 178,801      | 315          | 4,133        | 0,292                      | 0,252 | 0,839 | 0,339 | 101,773   | 3,467      | 0,920         |
| J61 - J60   | 35       | 0,114                       | 0,036      | 227,175      | 315          | 3,374        | 0,238                      | 0,477 | 0,986 | 0,486 | 145,893   | 3,328      | 0,877         |
| J60 - J59   | 35       | 0,121                       | 0,032      | 237,284      | 315          | 3,181        | 0,225                      | 0,536 | 1,021 | 0,518 | 155,548   | 3,248      | 0,856         |
| J59 - J58   | 35       | 0,141                       | 0,018      | 281,539      | 315          | 2,353        | 0,166                      | 0,846 | 1,129 | 0,705 | 211,575   | 2,656      | 0,737         |
| J58 - J57   | 35       | 0,147                       | 0,013      | 302,919      | 400          | 2,456        | 0,309                      | 0,477 | 0,986 | 0,486 | 194,541   | 2,423      | 0,641         |
| J57 - J56   | 35       | 0,154                       | 0,020      | 283,584      | 315          | 2,528        | 0,179                      | 0,862 | 1,133 | 0,715 | 214,537   | 2,864      | 0,799         |
| J56 - J55   | 35       | 0,161                       | 0,023      | 281,220      | 315          | 2,697        | 0,191                      | 0,843 | 1,128 | 0,704 | 211,112   | 3,043      | 0,846         |
| J55 - J54   | 35       | 0,167                       | 0,011      | 326,809      | 400          | 2,280        | 0,286                      | 0,585 | 1,043 | 0,545 | 217,983   | 2,378      | 0,633         |
| J54 - J22   | 35       | 0,194                       | 0,036      | 277,157      | 315          | 3,388        | 0,239                      | 0,811 | 1,117 | 0,684 | 205,194   | 3,785      | 1,051         |
| J166 - J165 | 35       | 0,013                       | 0,003      | 159,208      | 315          | 0,974        | 0,069                      | 0,185 | 0,757 | 0,290 | 86,959    | 0,737      | 0,616         |
| J165 - J164 | 35       | 0,025                       | 0,003      | 206,467      | 315          | 0,974        | 0,069                      | 0,370 | 0,920 | 0,421 | 126,404   | 0,896      | 0,653         |
| J164 - J163 | 35       | 0,038                       | 0,028      | 158,553      | 315          | 2,955        | 0,209                      | 0,183 | 0,754 | 0,288 | 86,494    | 2,228      | 0,653         |
| J163 - J162 | 35       | 0,051                       | 0,028      | 176,615      | 315          | 2,955        | 0,209                      | 0,244 | 0,831 | 0,333 | 100,013   | 2,454      | 0,692         |
| J162 - J161 | 35       | 0,064                       | 0,003      | 291,124      | 315          | 0,974        | 0,069                      | 0,925 | 1,139 | 0,752 | 225,717   | 1,110      | 0,645         |
| J161 - J121 | 35       | 0,076                       | 0,003      | 311,725      | 400          | 1,180        | 0,148                      | 0,515 | 1,009 | 0,507 | 202,889   | 1,191      | 0,639         |
| J158 - J157 | 35       | 0,013                       | 0,051      | 93,561       | 315          | 4,020        | 0,284                      | 0,045 | 0,513 | 0,142 | 42,657    | 2,063      | 0,766         |
| J157 - J156 | 35       | 0,025                       | 0,054      | 120,085      | 315          | 4,133        | 0,292                      | 0,087 | 0,614 | 0,199 | 59,721    | 2,539      | 0,827         |

| Troncon     | L<br>(m) | Qcal<br>(m3/s) | I<br>(m/m) | Dcal<br>(mm) | Dnor<br>(mm) | Vps<br>(m/s) | Qps<br>(m3/s) | Rq    | Rv    | Rh    | H<br>(mm) | V<br>(m/s) | Vmin<br>(m/s) |
|-------------|----------|----------------|------------|--------------|--------------|--------------|---------------|-------|-------|-------|-----------|------------|---------------|
| J156 - J155 | 35       | 0,038          | 0,012      | 185,353      | 315          | 1,948        | 0,138         | 0,277 | 0,862 | 0,357 | 107,238   | 1,679      | 0,669         |
| J155 - J154 | 35       | 0,051          | 0,035      | 168,921      | 315          | 3,327        | 0,235         | 0,217 | 0,799 | 0,314 | 94,052    | 2,659      | 0,760         |
| J154 - J153 | 35       | 0,064          | 0,037      | 181,761      | 315          | 3,421        | 0,242         | 0,263 | 0,850 | 0,347 | 104,208   | 2,906      | 0,814         |
| J153 - J152 | 35       | 0,115          | 0,047      | 216,644      | 315          | 3,856        | 0,272         | 0,421 | 0,950 | 0,453 | 135,999   | 3,663      | 1,038         |
| J152 - J118 | 35       | 0,013          | 0,035      | 100,441      | 315          | 3,327        | 0,235         | 0,054 | 0,544 | 0,156 | 46,766    | 1,810      | 0,641         |
| J160 - J159 | 35       | 0,025          | 0,040      | 127,095      | 315          | 3,552        | 0,251         | 0,101 | 0,636 | 0,215 | 64,590    | 2,260      | 0,722         |
| J159 - J152 | 35       | 0,038          | 0,023      | 164,067      | 315          | 2,697        | 0,191         | 0,200 | 0,778 | 0,302 | 90,458    | 2,099      | 0,607         |
| J151 - J150 | 35       | 0,013          | 0,064      | 89,668       | 315          | 4,503        | 0,318         | 0,040 | 0,494 | 0,135 | 40,446    | 2,225      | 0,852         |
| J150 - J149 | 35       | 0,025          | 0,093      | 108,448      | 315          | 5,424        | 0,383         | 0,066 | 0,576 | 0,173 | 51,863    | 3,121      | 1,060         |
| J149 - J148 | 35       | 0,038          | 0,062      | 136,230      | 315          | 4,428        | 0,313         | 0,122 | 0,666 | 0,237 | 70,955    | 2,948      | 0,920         |
| J148 - J147 | 35       | 0,051          | 0,041      | 163,984      | 315          | 3,601        | 0,254         | 0,200 | 0,778 | 0,301 | 90,397    | 2,801      | 0,810         |
| J147 - J146 | 35       | 0,064          | 0,060      | 166,010      | 315          | 4,356        | 0,308         | 0,207 | 0,787 | 0,306 | 91,883    | 3,427      | 0,986         |
| J146 - J145 | 35       | 0,076          | 0,038      | 193,652      | 315          | 3,467        | 0,245         | 0,312 | 0,886 | 0,382 | 114,541   | 3,073      | 0,860         |
| J145 - J144 | 35       | 0,089          | 0,045      | 198,774      | 315          | 3,773        | 0,267         | 0,334 | 0,900 | 0,397 | 119,220   | 3,395      | 0,953         |
| J144 - J143 | 35       | 0,102          | 0,037      | 216,793      | 315          | 3,421        | 0,242         | 0,421 | 0,950 | 0,454 | 136,139   | 3,251      | 0,922         |
| J143 - J142 | 35       | 0,115          | 0,045      | 218,418      | 315          | 3,773        | 0,267         | 0,430 | 0,956 | 0,459 | 137,668   | 3,605      | 1,023         |
| J142 - J141 | 35       | 0,127          | 0,052      | 221,144      | 315          | 4,055        | 0,287         | 0,444 | 0,965 | 0,467 | 140,229   | 3,913      | 1,110         |

| Troncon     | L<br>(m) | Qcal<br>(m <sup>3</sup> /s) | I<br>(m/m) | Dcal<br>(mm) | Dnor<br>(mm) | Vps<br>(m/s) | Qps<br>(m <sup>3</sup> /s) | Rq    | Rv    | Rh    | H<br>(mm) | V<br>(m/s) | Vmin<br>(m/s) |
|-------------|----------|-----------------------------|------------|--------------|--------------|--------------|----------------------------|-------|-------|-------|-----------|------------|---------------|
| J141 - J140 | 35       | 0,140                       | 0,060      | 223,123      | 315          | 4,356        | 0,308                      | 0,455 | 0,972 | 0,474 | 142,087   | 4,233      | 1,202         |
| J140 - J139 | 35       | 0,153                       | 0,050      | 238,540      | 315          | 3,977        | 0,281                      | 0,544 | 1,025 | 0,523 | 156,784   | 4,076      | 1,162         |
| J139 - J117 | 35       | 0,165                       | 0,035      | 262,809      | 315          | 3,327        | 0,235                      | 0,704 | 1,077 | 0,616 | 184,721   | 3,584      | 1,064         |
| J127 - J126 | 35       | 0,013                       | 0,027      | 105,231      | 315          | 2,938        | 0,208                      | 0,061 | 0,563 | 0,166 | 49,777    | 1,656      | 0,671         |
| J126 - J125 | 35       | 0,025                       | 0,002      | 222,776      | 315          | 1,450        | 0,102                      | 0,140 | 0,692 | 0,253 | 75,940    | 1,003      | 1,003         |
| J125 - J124 | 35       | 0,038                       | 0,002      | 259,360      | 315          | 0,795        | 0,056                      | 0,680 | 1,070 | 0,601 | 180,160   | 0,851      | 0,651         |
| J124 - J123 | 35       | 0,051                       | 0,002      | 288,905      | 315          | 0,795        | 0,056                      | 0,906 | 1,139 | 0,741 | 222,319   | 0,906      | 0,680         |
| J123 - J122 | 35       | 0,064                       | 0,002      | 314,120      | 400          | 0,963        | 0,121                      | 0,526 | 1,016 | 0,513 | 205,197   | 0,978      | 0,678         |
| J122 - J121 | 35       | 0,089                       | 0,002      | 527,000      | 600          | 1,263        | 0,357                      | 0,249 | 1,131 | 0,337 | 202,264   | 4,010      | 0,688         |
| J121 - J120 | 35       | 0,178                       | 0,002      | 461,923      | 500          | 1,118        | 0,219                      | 0,811 | 1,117 | 0,684 | 341,984   | 1,249      | 0,667         |
| J120 - J119 | 35       | 0,191                       | 0,002      | 474,045      | 500          | 1,118        | 0,219                      | 0,869 | 1,135 | 0,719 | 359,597   | 1,268      | 0,677         |
| J119 - J118 | 35       | 0,204                       | 0,002      | 485,878      | 500          | 1,118        | 0,219                      | 0,928 | 1,139 | 0,755 | 377,254   | 1,274      | 0,697         |
| J118 - J117 | 35       | 0,229                       | 0,002      | 507,819      | 600          | 1,263        | 0,357                      | 0,642 | 1,061 | 0,578 | 346,756   | 1,339      | 0,691         |
| J117 - J116 | 35       | 0,407                       | 0,002      | 537,000      | 600          | 1,900        | 0,537                      | 0,759 | 1,096 | 0,651 | 390,373   | 2,082      | 0,624         |
| J214 - J213 | 35       | 0,013                       | 0,065      | 150,000      | 315          | 1,590        | 0,112                      | 0,114 | 0,654 | 0,228 | 68,538    | 1,040      | 0,622         |
| J213 - J209 | 35       | 0,026                       | 0,057      | 277,000      | 315          | 4,257        | 0,301                      | 0,085 | 1,140 | 0,197 | 58,974    | 4,853      | 0,839         |
| J217 - J216 | 35       | 0,013                       | 0,051      | 93,823       | 315          | 4,012        | 0,283                      | 0,045 | 0,514 | 0,143 | 42,808    | 2,064      | 0,759         |

| Troncon     | L<br>(m) | Qcal<br>(m <sup>3</sup> /s) | I<br>(m/m) | Dcal<br>(mm) | Dnor<br>(mm) | Vps<br>(m/s) | Qps<br>(m <sup>3</sup> /s) | Rq    | Rv    | Rh    | H<br>(mm) | V<br>(m/s) | Vmin<br>(m/s) |
|-------------|----------|-----------------------------|------------|--------------|--------------|--------------|----------------------------|-------|-------|-------|-----------|------------|---------------|
| J216 - J215 | 35       | 0,026                       | 0,065      | 195,000      | 315          | 4,534        | 0,320                      | 0,080 | 0,602 | 0,190 | 57,069    | 2,730      | 0,889         |
| J215 - J210 | 35       | 0,038                       | 0,064      | 135,581      | 315          | 4,510        | 0,319                      | 0,121 | 0,664 | 0,235 | 70,504    | 2,993      | 0,920         |
| J219 - J218 | 35       | 0,013                       | 0,069      | 88,741       | 315          | 4,655        | 0,329                      | 0,039 | 0,489 | 0,133 | 39,932    | 2,278      | 0,874         |
| J218 - J211 | 35       | 0,026                       | 0,067      | 115,594      | 315          | 4,600        | 0,325                      | 0,079 | 0,600 | 0,189 | 56,642    | 2,760      | 0,900         |
| J222 - J221 | 35       | 0,013                       | 0,070      | 88,405       | 315          | 4,702        | 0,332                      | 0,039 | 0,488 | 0,132 | 39,746    | 2,293      | 0,883         |
| J221 - J220 | 35       | 0,026                       | 0,067      | 115,692      | 315          | 4,590        | 0,324                      | 0,079 | 0,600 | 0,189 | 56,709    | 2,756      | 0,899         |
| J220 - J212 | 35       | 0,038                       | 0,066      | 134,919      | 315          | 4,569        | 0,323                      | 0,119 | 0,661 | 0,233 | 70,044    | 3,022      | 0,930         |
| J212 - J211 | 35       | 0,051                       | 0,016      | 197,198      | 315          | 2,214        | 0,156                      | 0,327 | 0,896 | 0,393 | 117,769   | 1,984      | 0,636         |
| J211 - J210 | 35       | 0,089                       | 0,015      | 245,575      | 315          | 2,149        | 0,152                      | 0,588 | 1,044 | 0,547 | 163,985   | 2,243      | 0,655         |
| J210 - J209 | 35       | 0,127                       | 0,013      | 286,292      | 315          | 2,036        | 0,144                      | 0,885 | 1,137 | 0,728 | 218,466   | 2,314      | 0,664         |
| J209 - J208 | 35       | 0,165                       | 0,022      | 286,040      | 315          | 2,650        | 0,187                      | 0,882 | 1,137 | 0,727 | 218,099   | 3,012      | 0,710         |
| J208 - J207 | 35       | 0,178                       | 0,022      | 294,158      | 315          | 2,650        | 0,187                      | 0,951 | 1,139 | 0,769 | 230,746   | 3,019      | 0,740         |
| J207 - J206 | 35       | 0,191                       | 0,022      | 301,919      | 400          | 3,210        | 0,403                      | 0,473 | 0,984 | 0,484 | 193,601   | 3,157      | 0,753         |
| J206 - J205 | 35       | 0,204                       | 0,049      | 266,682      | 315          | 3,937        | 0,278                      | 0,732 | 1,086 | 0,634 | 190,061   | 4,276      | 1,043         |
| J205 - J204 | 35       | 0,216                       | 0,049      | 272,850      | 315          | 3,937        | 0,278                      | 0,778 | 1,104 | 0,663 | 198,907   | 4,345      | 1,073         |
| J204 - J203 | 35       | 0,229                       | 0,049      | 278,794      | 315          | 3,937        | 0,278                      | 0,824 | 1,122 | 0,692 | 207,583   | 4,416      | 1,102         |
| J203 - J202 | 35       | 0,242                       | 0,020      | 337,546      | 400          | 3,024        | 0,380                      | 0,637 | 1,059 | 0,575 | 229,981   | 3,204      | 0,790         |

| Troncon     | L<br>(m) | Qcal<br>(m <sup>3</sup> /s) | I<br>(m/m) | Dcal<br>(mm) | Dnor<br>(mm) | Vps<br>(m/s) | Qps<br>(m <sup>3</sup> /s) | Rq    | Rv    | Rh    | H<br>(mm) | V<br>(m/s) | Vmin<br>(m/s) |
|-------------|----------|-----------------------------|------------|--------------|--------------|--------------|----------------------------|-------|-------|-------|-----------|------------|---------------|
| J202 - J201 | 35       | 0,255                       | 0,020      | 344,133      | 400          | 3,024        | 0,380                      | 0,671 | 1,068 | 0,595 | 238,061   | 3,230      | 0,807         |
| J201 - J200 | 35       | 0,268                       | 0,005      | 456,761      | 500          | 1,732        | 0,340                      | 0,787 | 1,107 | 0,669 | 334,443   | 1,918      | 0,689         |
| J200 - J199 | 35       | 0,280                       | 0,008      | 424,388      | 500          | 2,208        | 0,433                      | 0,647 | 1,062 | 0,581 | 290,413   | 2,345      | 0,690         |
| J199 - J198 | 35       | 0,293                       | 0,008      | 431,552      | 500          | 2,208        | 0,433                      | 0,677 | 1,070 | 0,599 | 299,347   | 2,362      | 0,600         |
| J198 - J242 | 35       | 0,306                       | 0,003      | 584,321      | 600          | 1,160        | 0,328                      | 0,934 | 1,139 | 0,758 | 454,742   | 1,321      | 0,652         |
| J242 - J224 | 35       | 0,319                       | 0,003      | 593,370      | 600          | 1,160        | 0,328                      | 0,973 | 1,140 | 0,785 | 471,083   | 1,322      | 0,659         |
| J224 - J29  | 35       | 0,332                       | 0,003      | 602,194      | 800          | 1,405        | 0,706                      | 0,470 | 0,981 | 0,482 | 385,658   | 1,379      | 0,649         |
| J136 - J135 | 35       | 0,006                       | 0,002      | 132,736      | 315          | 0,795        | 0,056                      | 0,114 | 0,654 | 0,228 | 68,523    | 0,520      | 0,661         |
| J135 - J134 | 35       | 0,019                       | 0,002      | 200,796      | 315          | 0,795        | 0,056                      | 0,343 | 0,905 | 0,404 | 121,094   | 0,720      | 0,610         |
| J134 - J114 | 35       | 0,026                       | 0,002      | 223,561      | 315          | 0,795        | 0,056                      | 0,457 | 0,973 | 0,475 | 142,498   | 0,774      | 0,625         |
| J138 - J137 | 35       | 0,006                       | 0,058      | 70,597       | 315          | 4,283        | 0,303                      | 0,021 | 0,388 | 0,102 | 30,499    | 1,664      | 0,789         |
| J137 - J135 | 35       | 0,013                       | 0,058      | 91,554       | 315          | 4,283        | 0,303                      | 0,042 | 0,503 | 0,138 | 41,507    | 2,157      | 0,807         |
| J130 - J129 | 35       | 0,006                       | 0,006      | 108,367      | 315          | 1,366        | 0,097                      | 0,066 | 0,575 | 0,173 | 51,810    | 0,786      | 0,664         |
| J129 - J128 | 35       | 0,013                       | 0,005      | 144,964      | 315          | 1,258        | 0,089                      | 0,144 | 0,697 | 0,257 | 77,012    | 0,877      | 0,662         |
| J128 - J112 | 35       | 0,019                       | 0,015      | 137,352      | 315          | 2,178        | 0,154                      | 0,125 | 0,670 | 0,239 | 71,735    | 1,459      | 0,646         |
| J133 - J132 | 35       | 0,001                       | 0,005      | 52,060       | 315          | 1,206        | 0,085                      | 0,009 | 0,288 | 0,070 | 20,992    | 0,347      | 0,635         |
| J132 - J131 | 35       | 0,013                       | 0,010      | 127,297      | 315          | 1,778        | 0,126                      | 0,102 | 0,637 | 0,216 | 64,730    | 1,133      | 0,656         |

| Troncon     | L<br>(m) | Qcal<br>(m3/s) | I<br>(m/m) | Dcal<br>(mm) | Dnor<br>(mm) | Vps<br>(m/s) | Qps<br>(m3/s) | Rq    | Rv    | Rh    | H<br>(mm) | V<br>(m/s) | Vmin<br>(m/s) |
|-------------|----------|----------------|------------|--------------|--------------|--------------|---------------|-------|-------|-------|-----------|------------|---------------|
| J131 - J113 | 35       | 0,019          | 0,005      | 168,770      | 315          | 1,258        | 0,089         | 0,216 | 0,799 | 0,313 | 93,938    | 1,004      | 0,679         |
| J116 - J115 | 35       | 0,420          | 0,002      | 637,344      | 800          | 1,529        | 0,768         | 0,547 | 1,026 | 0,524 | 419,317   | 1,570      | 0,655         |
| J115 - J114 | 35       | 0,427          | 0,036      | 373,941      | 400          | 4,059        | 0,510         | 0,837 | 1,126 | 0,700 | 280,003   | 4,572      | 1,759         |
| J114 - J113 | 35       | 0,458          | 0,026      | 406,895      | 500          | 4,039        | 0,793         | 0,578 | 1,041 | 0,542 | 270,779   | 4,203      | 1,477         |
| J113 - J112 | 35       | 0,484          | 0,007      | 585,899      | 600          | 1,821        | 0,515         | 0,940 | 1,139 | 0,762 | 457,341   | 2,075      | 0,797         |
| J112 - J111 | 35       | 0,490          | 0,004      | 660,779      | 800          | 1,622        | 0,815         | 0,602 | 1,049 | 0,555 | 443,675   | 1,702      | 0,695         |
| J111 - J87  | 35       | 0,497          | 0,004      | 664,000      | 800          | 1,622        | 0,815         | 0,610 | 1,052 | 0,559 | 447,232   | 1,706      | 0,696         |
| J92 - J91   | 35       | 0,157          | 0,031      | 263,399      | 315          | 3,131        | 0,221         | 0,708 | 1,079 | 0,618 | 185,520   | 3,377      | 0,957         |
| J91 - J90   | 35       | 0,163          | 0,043      | 251,472      | 315          | 3,688        | 0,261         | 0,626 | 1,056 | 0,568 | 170,514   | 3,896      | 1,080         |
| J90 - J89   | 35       | 0,169          | 0,034      | 266,613      | 315          | 3,279        | 0,232         | 0,732 | 1,086 | 0,633 | 189,964   | 3,561      | 1,013         |
| J89 - J88   | 35       | 0,176          | 0,023      | 290,902      | 315          | 2,697        | 0,191         | 0,923 | 1,139 | 0,751 | 225,368   | 3,073      | 0,907         |
| J88 - J87   | 35       | 0,182          | 0,009      | 348,682      | 400          | 2,089        | 0,262         | 0,695 | 1,075 | 0,610 | 243,977   | 2,245      | 0,634         |
| J87 - J86   | 35       | 0,686          | 0,015      | 586,212      | 600          | 2,576        | 0,728         | 0,942 | 1,139 | 0,763 | 457,866   | 2,935      | 1,062         |
| J86 - J85   | 35       | 0,692          | 0,009      | 652,719      | 800          | 2,365        | 1,188         | 0,140 | 0,692 | 0,253 | 202,506   | 1,635      | 1,635         |
| J85 - J26   | 35       | 0,698          | 0,019      | 566,105      | 600          | 2,880        | 0,814         | 0,858 | 1,132 | 0,713 | 427,535   | 3,260      | 1,142         |
| J38 - J37   | 35       | 0,006          | 0,023      | 84,244       | 315          | 2,674        | 0,189         | 0,034 | 0,466 | 0,125 | 37,493    | 1,245      | 0,600         |
| J37 - J36   | 35       | 0,013          | 0,005      | 144,964      | 315          | 1,258        | 0,089         | 0,144 | 0,697 | 0,257 | 77,012    | 0,877      | 0,662         |

| Troncon     | L<br>(m) | Qcal<br>(m3/s) | I<br>(m/m) | Dcal<br>(mm) | Dnor<br>(mm) | Vps<br>(m/s) | Qps<br>(m3/s) | Rq    | Rv    | Rh    | H<br>(mm) | V<br>(m/s) | Vmin<br>(m/s) |
|-------------|----------|----------------|------------|--------------|--------------|--------------|---------------|-------|-------|-------|-----------|------------|---------------|
| J36 - J35   | 35       | 0,019          | 0,017      | 527,000      | 600          | 2,761        | 0,780         | 0,025 | 1,131 | 0,109 | 65,152    | 4,010      | 0,611         |
| J35 - J24   | 35       | 0,026          | 0,014      | 154,991      | 315          | 2,104        | 0,149         | 0,172 | 0,739 | 0,280 | 83,982    | 1,554      | 0,650         |
| J41 - J40   | 35       | 0,006          | 0,005      | 114,013      | 315          | 1,193        | 0,084         | 0,076 | 0,595 | 0,185 | 55,570    | 0,710      | 0,633         |
| J40 - J39   | 35       | 0,013          | 0,005      | 147,857      | 315          | 1,193        | 0,084         | 0,152 | 0,709 | 0,263 | 79,015    | 0,846      | 0,650         |
| J39 - J18   | 35       | 0,019          | 0,005      | 172,137      | 315          | 1,193        | 0,084         | 0,228 | 0,813 | 0,322 | 96,501    | 0,970      | 0,667         |
| J44 - J43   | 35       | 2,470          | 0,003      | 765,000      | 800          | 6,690        | 3,361         | 0,735 | 1,087 | 0,635 | 508,295   | 7,273      | 1,207         |
| J43 - J42   | 35       | 0,013          | 0,003      | 707,000      | 800          | 7,080        | 3,557         | 0,004 | 0,225 | 0,043 | 34,266    | 1,590      | 1,280         |
| J42 - J19   | 35       | 2,503          | 0,003      | 707,000      | 800          | 7,080        | 3,557         | 0,704 | 1,077 | 0,615 | 492,351   | 7,626      | 1,282         |
| J47 - J46   | 35       | 0,006          | 0,003      | 277,000      | 300          | 0,974        | 0,069         | 0,093 | 1,140 | 0,206 | 61,753    | 1,110      | 0,693         |
| J46 - J45   | 35       | 0,013          | 0,003      | 159,536      | 315          | 0,974        | 0,069         | 0,186 | 0,758 | 0,291 | 87,193    | 0,739      | 0,611         |
| J45 - J20   | 35       | 0,019          | 0,003      | 195,000      | 315          | 0,974        | 0,069         | 0,279 | 0,863 | 0,359 | 107,565   | 0,841      | 0,627         |
| J50 - J49   | 35       | 0,006          | 0,003      | 122,265      | 315          | 0,990        | 0,070         | 0,091 | 0,621 | 0,204 | 61,230    | 0,615      | 0,696         |
| J49 - J48   | 35       | 0,013          | 0,003      | 158,558      | 315          | 0,990        | 0,070         | 0,183 | 0,754 | 0,288 | 86,497    | 0,747      | 0,614         |
| J48 - J21   | 35       | 0,019          | 0,003      | 184,596      | 315          | 0,990        | 0,070         | 0,274 | 0,859 | 0,355 | 106,592   | 0,851      | 0,630         |
| J245 - J244 | 35       | 0,006          | 0,008      | 103,600      | 315          | 1,540        | 0,109         | 0,059 | 0,557 | 0,162 | 48,738    | 0,858      | 0,695         |
| J244 - J243 | 35       | 0,013          | 0,008      | 134,352      | 315          | 1,540        | 0,109         | 0,118 | 0,659 | 0,232 | 69,649    | 1,016      | 0,613         |
| J243 - J17  | 35       | 0,019          | 0,008      | 156,415      | 315          | 1,540        | 0,109         | 0,176 | 0,745 | 0,283 | 84,983    | 1,147      | 0,630         |

| Troncon    | L<br>(m) | Qcal<br>(m3/s) | I<br>(m/m) | Dcal<br>(mm) | Dnor<br>(mm) | Vps<br>(m/s) | Qps<br>(m3/s) | Rq    | Rv    | Rh    | H<br>(mm) | V<br>(m/s) | Vmin<br>(m/s) |
|------------|----------|----------------|------------|--------------|--------------|--------------|---------------|-------|-------|-------|-----------|------------|---------------|
| J22 - J21  | 35       | 0,201          | 0,022      | 307,643      | 400          | 3,210        | 0,403         | 0,498 | 0,999 | 0,497 | 198,999   | 3,206      | 0,851         |
| J21 - J20  | 35       | 0,226          | 0,034      | 297,922      | 315          | 3,255        | 0,230         | 0,984 | 1,141 | 0,794 | 238,198   | 3,714      | 1,088         |
| J20 - J19  | 35       | 0,252          | 0,023      | 333,623      | 400          | 3,246        | 0,408         | 0,618 | 1,054 | 0,564 | 225,439   | 3,421      | 0,924         |
| J19 - J18  | 35       | 0,277          | 0,017      | 365,233      | 400          | 2,809        | 0,353         | 0,786 | 1,107 | 0,668 | 267,298   | 3,110      | 0,869         |
| J18 - J17  | 35       | 0,303          | 0,013      | 397,576      | 400          | 2,447        | 0,307         | 0,986 | 1,141 | 0,796 | 318,383   | 2,792      | 0,824         |
| J17 - J16  | 35       | 0,329          | 0,022      | 371,453      | 400          | 3,181        | 0,400         | 0,822 | 1,121 | 0,691 | 276,381   | 3,566      | 1,004         |
| J16 - J236 | 35       | 0,335          | 0,034      | 343,480      | 400          | 3,996        | 0,502         | 0,667 | 1,067 | 0,593 | 237,234   | 4,265      | 1,173         |
| J34 - J33  | 35       | 0,006          | 0,007      | 104,396      | 315          | 1,509        | 0,107         | 0,060 | 0,560 | 0,164 | 49,244    | 0,845      | 0,690         |
| J33 - J32  | 35       | 0,013          | 0,007      | 135,384      | 315          | 1,509        | 0,107         | 0,120 | 0,663 | 0,235 | 70,367    | 1,000      | 0,608         |
| J32 - J31  | 35       | 0,019          | 0,007      | 157,617      | 315          | 1,509        | 0,107         | 0,180 | 0,750 | 0,286 | 85,831    | 1,132      | 0,625         |
| J31 - J30  | 35       | 0,026          | 0,007      | 175,572      | 315          | 1,509        | 0,107         | 0,240 | 0,827 | 0,331 | 99,183    | 1,247      | 0,642         |
| J30 - J29  | 35       | 0,032          | 0,024      | 152,320      | 315          | 2,755        | 0,195         | 0,164 | 0,727 | 0,274 | 82,115    | 2,003      | 0,685         |
| J29 - J28  | 35       | 0,370          | 0,024      | 424,866      | 500          | 2,905        | 0,570         | 0,649 | 1,063 | 0,582 | 290,992   | 3,086      | 0,797         |
| J28 - J27  | 35       | 0,376          | 0,024      | 427,608      | 500          | 2,905        | 0,570         | 0,660 | 1,065 | 0,589 | 294,360   | 3,095      | 0,802         |
| J27 - J26  | 35       | 0,383          | 0,024      | 430,320      | 500          | 2,905        | 0,570         | 0,672 | 1,068 | 0,596 | 297,771   | 3,103      | 0,807         |
| J26 - J25  | 35       | 1,088          | 0,024      | 636,566      | 800          | 3,974        | 1,996         | 0,545 | 1,025 | 0,523 | 418,545   | 4,075      | 1,227         |
| J25 - J24  | 35       | 1,094          | 0,024      | 637,969      | 800          | 3,974        | 1,996         | 0,548 | 1,027 | 0,525 | 419,937   | 4,081      | 1,229         |

| Troncon       | L<br>(m) | Qcal<br>(m3/s) | I<br>(m/m) | Dcal<br>(mm) | Dnor<br>(mm) | Vps<br>(m/s) | Qps<br>(m3/s) | Rq    | Rv    | Rh    | H<br>(mm) | V<br>(m/s) | Vmin<br>(m/s) |
|---------------|----------|----------------|------------|--------------|--------------|--------------|---------------|-------|-------|-------|-----------|------------|---------------|
| J24 - J23     | 35       | 1,120          | 0,024      | 643,548      | 800          | 3,974        | 1,996         | 0,561 | 1,033 | 0,532 | 425,541   | 4,105      | 1,238         |
| J23 - J236    | 35       | 3,037          | 0,024      | 935,584      | 1000         | 4,611        | 3,620         | 0,839 | 1,127 | 0,701 | 701,070   | 4,196      | 1,355         |
| J236 - J235   | 35       | 1,132          | 0,024      | 646,297      | 800          | 3,974        | 1,996         | 0,567 | 1,036 | 0,535 | 428,344   | 4,116      | 1,242         |
| J235 - J234   | 35       | 1,139          | 0,024      | 647,665      | 800          | 3,974        | 1,996         | 0,570 | 1,037 | 0,537 | 429,750   | 4,122      | 1,244         |
| J234 - J233   | 35       | 1,141          | 0,020      | 672,555      | 800          | 3,600        | 1,809         | 0,631 | 1,058 | 0,571 | 456,982   | 3,808      | 1,170         |
| J233 - J232   | 35       | 1,143          | 0,020      | 673,018      | 800          | 3,600        | 1,809         | 0,632 | 1,058 | 0,572 | 457,524   | 3,809      | 1,172         |
| J232 - J231   | 35       | 1,145          | 0,020      | 673,482      | 800          | 3,600        | 1,809         | 0,633 | 1,058 | 0,573 | 458,067   | 3,810      | 1,173         |
| J231 - J230   | 35       | 1,147          | 0,020      | 673,945      | 800          | 3,600        | 1,809         | 0,634 | 1,059 | 0,573 | 458,610   | 3,811      | 1,175         |
| J230 - J230-1 | 35       | 1,149          | 0,020      | 674,407      | 800          | 3,600        | 1,809         | 0,635 | 1,059 | 0,574 | 459,154   | 3,812      | 1,177         |
| J230-1 - J10  | 35       | 1,151          | 0,020      | 674,869      | 800          | 3,600        | 1,809         | 0,637 | 1,059 | 0,575 | 459,699   | 3,814      | 1,179         |
| J10 - J10-1   | 35       | 1,154          | 0,020      | 675,330      | 800          | 3,600        | 1,809         | 0,638 | 1,060 | 0,575 | 460,245   | 3,815      | 1,180         |
| J10-1 - J9    | 35       | 1,156          | 0,020      | 675,791      | 800          | 3,600        | 1,809         | 0,639 | 1,060 | 0,576 | 460,791   | 3,816      | 1,182         |
| J9 - J8       | 35       | 1,158          | 0,020      | 676,251      | 800          | 3,600        | 1,809         | 0,640 | 1,060 | 0,577 | 461,338   | 3,817      | 1,184         |
| J8 - J7       | 35       | 1,160          | 0,020      | 676,711      | 800          | 3,600        | 1,809         | 0,641 | 1,061 | 0,577 | 461,886   | 3,818      | 1,186         |
| J7 - J6       | 35       | 1,162          | 0,020      | 677,170      | 800          | 3,600        | 1,809         | 0,642 | 1,061 | 0,578 | 462,435   | 3,819      | 1,188         |
| J6 - J5       | 35       | 1,164          | 0,020      | 677,629      | 800          | 3,600        | 1,809         | 0,644 | 1,061 | 0,579 | 462,984   | 3,820      | 1,189         |
| J5 - J4       | 35       | 1,166          | 0,020      | 678,087      | 800          | 3,600        | 1,809         | 0,645 | 1,061 | 0,579 | 463,535   | 3,821      | 1,191         |

| Troncon   | L<br>(m) | Qcal<br>(m3/s) | I<br>(m/m) | Dcal<br>(mm) | Dnor<br>(mm) | Vps<br>(m/s) | Qps<br>(m3/s) | Rq    | Rv    | Rh    | H<br>(mm) | V<br>(m/s) | Vmin<br>(m/s) |
|-----------|----------|----------------|------------|--------------|--------------|--------------|---------------|-------|-------|-------|-----------|------------|---------------|
| J4 - J3   | 35       | 1,168          | 0,020      | 678,545      | 800          | 3,600        | 1,809         | 0,646 | 1,062 | 0,580 | 464,086   | 3,822      | 1,193         |
| J3 - J2   | 35       | 1,170          | 0,020      | 679,002      | 800          | 3,600        | 1,809         | 0,647 | 1,062 | 0,581 | 464,637   | 3,823      | 1,195         |
| J2 - J1   | 35       | 1,172          | 0,020      | 679,459      | 800          | 3,600        | 1,809         | 0,648 | 1,062 | 0,581 | 310,000   | 3,825      | 1,196         |
| J1 - N25  | 35       | 1,175          | 0,020      | 679,915      | 800          | 3,600        | 1,809         | 0,649 | 1,063 | 0,582 | 465,743   | 3,826      | 1,198         |
| N31 - N30 | 45       | 4,056          | 0,040      | 947,569      | 1000         | 5,953        | 4,673         | 0,868 | 1,134 | 0,718 | 718,437   | 4,152      | 2,079         |
| N30 - N29 | 45       | 4,058          | 0,040      | 947,753      | 1000         | 5,953        | 4,673         | 0,868 | 1,134 | 0,719 | 718,703   | 4,153      | 2,080         |
| N29 - N28 | 45       | 4,060          | 0,040      | 947,936      | 1000         | 5,953        | 4,673         | 0,869 | 1,134 | 0,719 | 718,970   | 4,153      | 2,082         |
| N28 - N27 | 45       | 4,062          | 0,040      | 948,120      | 1000         | 1,900        | 1,492         | 2,724 | 1,135 | 0,719 | 719,236   | 4,154      | 2,083         |
| N27 - N26 | 45       | 4,064          | 0,040      | 948,304      | 1000         | 1,300        | 1,021         | 3,983 | 1,135 | 0,720 | 719,502   | 4,154      | 2,084         |
| N26 - N25 | 50       | 4,066          | 0,040      | 948,488      | 1000         | 5,953        | 4,673         | 0,870 | 1,140 | 0,720 | 719,769   | 4,186      | 2,085         |
| N25 - N24 | 45       | 5,243          | 0,040      | 1043,331     | 1200         | 6,722        | 7,599         | 0,690 | 1,073 | 0,607 | 728,334   | 4,214      | 2,188         |
| N24 - N23 | 45       | 5,245          | 0,040      | 1043,488     | 1200         | 6,722        | 7,599         | 0,690 | 1,073 | 0,607 | 728,541   | 4,215      | 2,189         |
| N23 - N22 | 45       | 5,247          | 0,040      | 1043,644     | 1200         | 6,722        | 7,599         | 0,691 | 1,073 | 0,607 | 728,747   | 4,216      | 2,190         |
| N22 - N21 | 45       | 5,249          | 0,040      | 1043,801     | 1200         | 6,722        | 7,599         | 0,691 | 1,073 | 0,607 | 728,954   | 4,216      | 2,191         |
| N21 - N20 | 45       | 5,251          | 0,040      | 1043,958     | 1200         | 6,722        | 7,599         | 0,691 | 1,074 | 0,608 | 729,161   | 4,217      | 2,191         |
| N20 - N19 | 45       | 5,253          | 0,040      | 1044,114     | 1200         | 6,722        | 7,599         | 0,691 | 1,074 | 0,608 | 729,368   | 4,217      | 2,192         |
| N19 - N18 | 45       | 5,256          | 0,040      | 1044,271     | 1200         | 6,722        | 7,599         | 0,692 | 1,074 | 0,608 | 729,574   | 4,218      | 2,193         |

| Tronçon   | L<br>(m) | Qcal<br>(m3/s) | I<br>(m/m) | Dcal<br>(mm) | Dnor<br>(mm) | Vps<br>(m/s) | Qps<br>(m3/s) | Rq    | Rv    | Rh    | H<br>(mm) | V<br>(m/s) | Vmin<br>(m/s) |
|-----------|----------|----------------|------------|--------------|--------------|--------------|---------------|-------|-------|-------|-----------|------------|---------------|
| N18 - N17 | 45       | 5,258          | 0,040      | 1044,427     | 1200         | 6,722        | 7,599         | 0,692 | 1,074 | 0,608 | 729,781   | 4,218      | 2,194         |
| N17 - N16 | 45       | 5,260          | 0,040      | 1044,583     | 1200         | 6,722        | 7,599         | 0,692 | 1,074 | 0,608 | 729,988   | 4,219      | 2,195         |
| N16 - N15 | 45       | 5,262          | 0,040      | 1044,740     | 1200         | 6,722        | 7,599         | 0,692 | 1,074 | 0,608 | 730,195   | 4,219      | 2,195         |
| N15 - N14 | 45       | 5,264          | 0,040      | 1044,896     | 1200         | 6,722        | 7,599         | 0,693 | 1,074 | 0,609 | 730,402   | 4,220      | 2,196         |
| N14 - N13 | 45       | 5,266          | 0,040      | 1045,052     | 1200         | 6,722        | 7,599         | 0,693 | 1,074 | 0,609 | 730,609   | 4,220      | 2,197         |
| N13 - N12 | 45       | 5,268          | 0,040      | 1045,209     | 1200         | 6,722        | 7,599         | 0,693 | 1,074 | 0,609 | 730,817   | 4,221      | 2,198         |
| N12 - N11 | 45       | 5,270          | 0,040      | 1045,365     | 1200         | 6,722        | 7,599         | 0,694 | 1,074 | 0,609 | 731,024   | 4,221      | 2,199         |
| N11 - N10 | 45       | 5,272          | 0,040      | 1045,521     | 1200         | 6,722        | 7,599         | 0,694 | 1,074 | 0,609 | 731,231   | 4,222      | 2,199         |
| N10 - N9  | 45       | 5,274          | 0,040      | 1045,677     | 1200         | 6,722        | 7,599         | 0,694 | 1,074 | 0,610 | 731,438   | 4,222      | 2,200         |
| N9 - N8   | 45       | 5,277          | 0,040      | 1045,833     | 1200         | 6,722        | 7,599         | 0,694 | 1,074 | 0,610 | 731,646   | 4,223      | 2,201         |
| N8 - N7   | 45       | 5,279          | 0,040      | 1045,989     | 1200         | 6,722        | 7,599         | 0,695 | 1,075 | 0,610 | 731,853   | 4,223      | 2,202         |
| N7 - N6   | 45       | 5,281          | 0,040      | 1046,145     | 1200         | 6,722        | 7,599         | 0,695 | 1,075 | 0,610 | 732,060   | 4,224      | 2,202         |
| N6 - N5   | 45       | 5,283          | 0,040      | 1046,301     | 1200         | 6,722        | 7,599         | 0,695 | 1,075 | 0,610 | 732,268   | 4,224      | 2,203         |
| N5 - N4   | 50       | 5,285          | 0,040      | 1046,457     | 1200         | 6,722        | 7,599         | 0,696 | 1,075 | 0,610 | 732,476   | 4,225      | 2,204         |
| N4 - N3   | 50       | 5,287          | 0,040      | 1046,613     | 1200         | 6,722        | 7,599         | 0,696 | 1,075 | 0,611 | 732,683   | 4,225      | 2,205         |
| N3 - N2   | 50       | 5,289          | 0,040      | 1046,769     | 1200         | 6,722        | 7,599         | 0,696 | 1,075 | 0,611 | 732,891   | 4,226      | 2,206         |
| N2 - N1   | 50       | 5,291          | 0,040      | 1046,925     | 1200         | 6,722        | 7,599         | 0,696 | 1,075 | 0,611 | 733,098   | 4,226      | 2,206         |