

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

**ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'HYDRAULIQUE**

**-ARBAOUI Abdellah-**

**DEPARTEMENT HYDRALIQUE URBAIN**

## **MEMOIRE DE FIN D'ETUDES**

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME D'INGENIEUR  
D'ETAT EN HYDRAULIQUE

**Option : Conception des Systèmes d'Assainissement.**

## **THEME**

**CONCEPTION DU RESEAU D'ASSAINISSEMENT POUR LA ZONE  
D'EXPANSION TOURISTIQUE TASSOUST W.JIJEL**

*Présenté par :*

***M<sup>r</sup>: LAREDJ BADREDDINE***

**Devant les membres du jury:**

|                       | <b>Nom /Prénom</b>  | <b>Grade</b> | <b>Qualité</b> |
|-----------------------|---------------------|--------------|----------------|
| <b>M<sup>r</sup></b>  | <b>B.SALAH</b>      | Professeur   | Président      |
| <b>M<sup>me</sup></b> | <b>W.MOKRANE</b>    | M.A.A        | Membre         |
| <b>M<sup>me</sup></b> | <b>F.AMMOUR</b>     | M.A.A        | Membre         |
| <b>M<sup>me</sup></b> | <b>N.HADJ SADOK</b> | M.A.A        | Membre         |
| <b>M<sup>me</sup></b> | <b>N.CHENITI</b>    | M.C.B        | Promotrice     |

**Septembre 2017**

# REMERCIEMENT

*Je remercie mon Dieu qui m'a donné la force et la sagesse pour achever ce modeste travail.*

*J'adresse tous mes respects et mes remerciements à ceux qui m'ont aidé de près ou de loin pour l'élaboration de cette étude et particulièrement à*

- *ma promotrice madame CHENITI, Monsieur salah boualem et Monsieur YAHIAOUI, pour leurs conseils enrichissants et leurs orientations pertinentes.*
- *A tous les enseignants de l'E N S H qui ont contribué à ma formation.*
- *Aux membres de jury qui ont bien voulu examiner mon travail et de l'apprécier à sa juste valeur.*
- *J'exprime aussi toute ma gratitude et remerciements A madame SAID SAMIRA qui m'a accueilli dans l'organisme (OFFICENATIONAL D'Assainissement) et m'a placé dans d'excellentes conditions de travail.*

*Merci à tous*

*Laredj badreddine*

## *Dédicace*

*Je dédie ce modeste travail à :*

*Mes très chers parents, qui ont veillé à ma réussite pendant toutes ces années, par leur amour, leurs soutiens, leurs sacrifices et leurs précieux conseils, pour toutes leur assistance et leur présence dans ma vie dans les bons ainsi que dans les plus dures moments et qui ont toujours cru en moi, recevez à travers ce travail aussi modeste soit-il, l'expression de mon éternelle amour et gratitude, que dieu vous protège et vous préserve à mes coté, je vous aime.*

*A mes sœurs **Amel ,karima,Lamia ,Rima et Nabila** et tous ses enfants,a mon frère **sif-eddine** ,leur femme **sadjia** et le katkout **SAMI***

*A tous les membres de ma famille (**LAREDJ** et **LEKMITI**) que ce soit les tantes, les oncles ou les cousins et cousines, qui ont toujours cru en moi.*

*A tous mes amis avec lesquels j'ai partagé des moments de joie et de bonheur*

*Enfin j'aimerais saluer toute la promotion 2017 de l'ENSH, c'était pour moi un grand honneur que de vous avoir côtoyé pendant ces 3 dernières années.*

***Laredj badreddine***

## **ملخص :**

نظرا للتوسع السياحي الذي تعرفه مدينة تاسوست في ولاية جيجل والزيادة السكانية الناتجة عن ذلك في فترة الصيف وجب توفير ظروف ملائمة للوافدين الجدد على المدينة و ضمن هذه الظروف شبكة صرف صحي.

و من هذا المنظور انطلقنا في دراسة مشروع هذه الشبكة اخذين بعين الاعتبار ان المنطقة ساحلية. لهذا فان لشبكة الصرف الصحي من التلوث الذي قد تسببه المياه المستعملة أهمية كبيرة في حماية محيط المنطقة بصفة عامة و مياه البحر بصفة خاصة.

## **Résumé :**

Avec expansions touristiques que connaît la région de Tassoust située à la wilaya de Jijel ainsi l'augmentation de la population pendant la période estival. il est obligatoire d'améliorer les conditions de vie des touristes et cela n'est que par équiper la région d'un bon réseau d'assainissement.

De ce point de vue on a effectué une étude d'un réseau d'assainissement en prenant en considération que la région est côtière, donc cette étude est très importante pour la protection environnementale de toute la région en général et de la côte en particulier.

## **Abstract :**

Due to the expansion of tourism in the village of Tassoust W. JIJEL and the resulting increase in population during the summer season, the conditions must be appropriate for tourists including a sewerage network that tolerates this expansion. Hence, we have embarked on the study of the project of this network, considering that the area is coastal. Therefore, the sewage network is important in protecting the surrounding areas in general and sea water in particular from the pollution caused by used water.

# Sommaire

## SOMMAIRE

|                                  |          |
|----------------------------------|----------|
| <b>Introduction general.....</b> | <b>1</b> |
|----------------------------------|----------|

### CHAPITRE I :Présentation de la zone d'étude

|                                                                 |          |
|-----------------------------------------------------------------|----------|
| <b><u>Introduction.....</u></b>                                 | <b>3</b> |
| <b><u>I.1 Situation géographique.....</u></b>                   | <b>3</b> |
| <b><u>I.2 Programmation et aménagement de la zet :.....</u></b> | <b>4</b> |
| <b><u>I.3 Situation climatique.....</u></b>                     | <b>5</b> |
| I.3.1 <u>Températures.....</u>                                  | 6        |
| I.3.2 <u>Les pluies moyennes.....</u>                           | 6        |
| I.3.3 <u>L'Humidité.....</u>                                    | 6        |
| I.3.4 <u>Vent.....</u>                                          | 6        |
| <b><u>I.4 Caractéristiques hydraulique.....</u></b>             | <b>7</b> |
| I.4.1 <u>réseaux d'AEP :.....</u>                               | 7        |
| I.4.2 <u>Réseaux d'assainissement :.....</u>                    | 7        |
| <b><u>I.5 Caractéristiques géologiques.....</u></b>             | <b>8</b> |
| <b><u>I.6 Situation topographique.....</u></b>                  | <b>8</b> |
| <b><u>I.7 Caractéristiques hydrographiques.....</u></b>         | <b>8</b> |
| <b><u>I.8 les risques.....</u></b>                              | <b>8</b> |
| I.8.1 <u>Liquéfaction :.....</u>                                | 8        |
| I.8.2 <u>Recul du littoral :.....</u>                           | 8        |
| I.8.3 <u>Inondation :.....</u>                                  | 9        |
| <b><u>I.9 Sismicité.....</u></b>                                | <b>9</b> |
| <b><u>Conclusion.....</u></b>                                   | <b>9</b> |

### CHAPITRE II : Etude Hydrologique

|                                                                                          |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b><u>Introduction.....</u></b>                                                          | <b>11</b> |
| <b><u>II.1 L'analyse des données pluviométriques.....</u></b>                            | <b>12</b> |
| II.1.1 <u>Caractéristiques empiriques :.....</u>                                         | 12        |
| II.1.2 <u>Test d'Homogénéité.....</u>                                                    | 12        |
| <b><u>II.2 Ajustement de la série pluviométrique.....</u></b>                            | <b>13</b> |
| II.3.1 <u>Ajustement de la série pluviométrique à la loi de Gumbel (manuelle) :.....</u> | 13        |

|        |                                                                                        |                                    |
|--------|----------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| II.3.2 | <u>Ajustement de la série pluviométrique à la loi de Galton (analytiquement) .....</u> | 15                                 |
| II.3.3 | <u>Ajustement de la série pluviométrique avec le logiciel « Hyfran » :.....</u>        | <b>Erreur ! Signet non défini.</b> |

|                               |           |
|-------------------------------|-----------|
| <b><u>Conclusion.....</u></b> | <b>20</b> |
|-------------------------------|-----------|

### **CHAPITRE III : CALCUL DES ELEMENTS DE BASE**

|                                            |           |
|--------------------------------------------|-----------|
| <b><u>III.1    CALCUL DE BASE.....</u></b> | <b>22</b> |
|--------------------------------------------|-----------|

|                            |    |
|----------------------------|----|
| <u>Introduction :.....</u> | 22 |
|----------------------------|----|

|                                               |    |
|-----------------------------------------------|----|
| III.1.1 <u>Situation démographique :.....</u> | 22 |
|-----------------------------------------------|----|

|                                                                                      |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----|
| III.1.2 <u>Découpage de l'aire d'étude urbanisée en surfaces élémentaires :.....</u> | 23 |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----|

|                                             |    |
|---------------------------------------------|----|
| III.1.3 <u>Systèmes d'Evacuation :.....</u> | 23 |
|---------------------------------------------|----|

|                                                  |           |
|--------------------------------------------------|-----------|
| <b><u>III.1.4.1    Système unitaire.....</u></b> | <b>24</b> |
|--------------------------------------------------|-----------|

|                                                   |           |
|---------------------------------------------------|-----------|
| <b><u>III.1.4.2    Système séparatif.....</u></b> | <b>24</b> |
|---------------------------------------------------|-----------|

|                                                          |           |
|----------------------------------------------------------|-----------|
| <b><u>III.1.4.3    Système pseudo-séparatif.....</u></b> | <b>25</b> |
|----------------------------------------------------------|-----------|

|                                                                   |           |
|-------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b><u>III.1.4.4    Choix du système d'assainissement.....</u></b> | <b>25</b> |
|-------------------------------------------------------------------|-----------|

|                                          |    |
|------------------------------------------|----|
| III.1.5 <u>Schémas d'évacuation.....</u> | 26 |
|------------------------------------------|----|

|                                                        |           |
|--------------------------------------------------------|-----------|
| <b><u>III.1.5.1    Schéma perpendiculaire.....</u></b> | <b>26</b> |
|--------------------------------------------------------|-----------|

|                                                                  |           |
|------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b><u>III.1.5.2    Schéma par déplacement latéral :.....</u></b> | <b>26</b> |
|------------------------------------------------------------------|-----------|

|                                                                            |           |
|----------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b><u>III.1.5.3    Schéma à collecteur transversal ou oblique.....</u></b> | <b>27</b> |
|----------------------------------------------------------------------------|-----------|

|                                                          |           |
|----------------------------------------------------------|-----------|
| <b><u>III.1.5.4    Schéma par zones étagées.....</u></b> | <b>27</b> |
|----------------------------------------------------------|-----------|

|                                               |           |
|-----------------------------------------------|-----------|
| <b><u>III.1.5.5    Schéma radial.....</u></b> | <b>28</b> |
|-----------------------------------------------|-----------|

|                                                  |    |
|--------------------------------------------------|----|
| III.1.6 <u>Choix du schéma d'évacuation.....</u> | 28 |
|--------------------------------------------------|----|

|                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------|----|
| III.1.7 <u>Choix du coefficient de ruissellement.....</u> | 29 |
|-----------------------------------------------------------|----|

|                        |    |
|------------------------|----|
| <u>Conclusion.....</u> | 32 |
|------------------------|----|

|                                                             |           |
|-------------------------------------------------------------|-----------|
| <b><u>III.2    Estimation des débits à évacuer.....</u></b> | <b>33</b> |
|-------------------------------------------------------------|-----------|

|                          |    |
|--------------------------|----|
| <u>Introduction.....</u> | 33 |
|--------------------------|----|

|                                                        |    |
|--------------------------------------------------------|----|
| III.2.1 <u>Evaluation des débits d'eaux usées.....</u> | 33 |
|--------------------------------------------------------|----|

|                                                       |           |
|-------------------------------------------------------|-----------|
| <b><u>III.2.1.1    Nature des eaux usées.....</u></b> | <b>33</b> |
|-------------------------------------------------------|-----------|

|                                                                                |           |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b><u>III.2.1.2    Evaluation de la quantité d'eau usée à évacuer.....</u></b> | <b>33</b> |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----------|

|                                                                        |           |
|------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b><u>III.2.1.3    Evaluation des débits d'eaux pluviales.....</u></b> | <b>36</b> |
|------------------------------------------------------------------------|-----------|

|                                                          |           |
|----------------------------------------------------------|-----------|
| <b><u>III.2.1.3.1    La méthode Rationnelle.....</u></b> | <b>36</b> |
|----------------------------------------------------------|-----------|

|                                                            |           |
|------------------------------------------------------------|-----------|
| <b><u>III.2.1.3.2    La méthode Superficielle.....</u></b> | <b>37</b> |
|------------------------------------------------------------|-----------|

|                                                               |           |
|---------------------------------------------------------------|-----------|
| <b><u>III.2.1.4    Choix de la méthode de calcul.....</u></b> | <b>39</b> |
|---------------------------------------------------------------|-----------|

|                                   |           |
|-----------------------------------|-----------|
| <b><u>Conclusion    .....</u></b> | <b>41</b> |
|-----------------------------------|-----------|

## **CHAPITRE IV : Calcul hydraulique**

|                                                                        |    |
|------------------------------------------------------------------------|----|
| <b><u>Introduction</u></b> .....                                       | 42 |
| <b><u>IV.1 Conditions d'écoulement et de dimensionnement</u></b> ..... | 42 |
| <b><u>IV.2 Choix du matériau des conduites gravitaires</u></b> .....   | 42 |
| <b><u>IV.3 Mode de calcul</u></b> .....                                | 42 |
| <b><u>Conclusion</u></b> .....                                         | 44 |

## **CHAPITRE V : STATION DE RELEVAGE**

|                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------|----|
| <b><u>Introduction</u></b> .....                                      | 46 |
| <b><u>V.1 Les stations de pompages en assainissement</u></b> .....    | 46 |
| V.1.1 Rôle des stations de pompage.....                               | 46 |
| V.1.2 Particularités des stations de pompage d'eaux usées.....        | 46 |
| V.1.3 Conception générale.....                                        | 47 |
| V.1.4 Intégration des stations dans l'environnement.....              | 47 |
| <b><u>V.2 Groupes électropompes</u></b> .....                         | 47 |
| V.3.1 Choix de nombre et du type de pompe.....                        | 48 |
| V.3.2 Critère du choix d'une pompe.....                               | 48 |
| <b><u>V.3 Dimensionnements de la station de pompage</u></b> .....     | 48 |
| V.3.3 Choix des pompes pour notre station.....                        | 48 |
| V.3.4 Choix de l'emplacement et du type de la station de pompage..... | 49 |
| V.3.6 Equipements du poste de relevage.....                           | 51 |
| <b><u>V.4 Dimensionnement de la Conduite de refoulement</u></b> ..... | 51 |
| V.4.1 Choix du matériau de la conduite.....                           | 51 |
| V.4.2 Diamètre économique de la conduite de refoulement.....          | 52 |
| V.4.2.1 Calcul approximative du diamètre.....                         | 52 |
| V.4.2.2 Détermination du diamètre technico-économique.....            | 53 |
| <b><u>Conclusion</u></b> .....                                        | 57 |

## **CHAPITRE VI Eléments constitutives du réseau**

|                                                    |    |
|----------------------------------------------------|----|
| <b><u>Introduction</u></b> .....                   | 60 |
| <b><u>VI.1 Les ouvrages principaux</u></b> .....   | 60 |
| VI.1.1 Les canalisations.....                      | 60 |
| VI.1.2 Les joints des conduites en béton armé..... | 62 |

|                            |                                                                     |           |
|----------------------------|---------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b><u>VI.2</u></b>         | <b><u>Différentes actions supportées par la conduite</u></b>        | <b>65</b> |
| VI.3.1                     | <u>Actions mécaniques</u>                                           | 65        |
| VI.3.2                     | <u>Actions statiques</u>                                            | 65        |
| VI.3.3                     | <u>Les actions chimiques</u>                                        | 65        |
| <b><u>VI.3</u></b>         | <b><u>Protection des conduites</u></b>                              | <b>65</b> |
| VI.3.1                     | <u>Protection contre les effets corrosifs de H<sub>2</sub>S [4]</u> | 66        |
| VI.3.2                     | <u>Protection contre les effets abrasifs des sables</u>             | 66        |
| <b><u>VI.4</u></b>         | <b><u>Les ouvrages annexes</u></b>                                  | <b>66</b> |
| VI.4.1                     | <u>Les branchements</u>                                             | 66        |
| VI.4.2                     | <u>Les caniveaux</u>                                                | 66        |
| VI.4.3                     | <u>Les bouches d'égout</u>                                          | 67        |
| VI.4.4                     | <u>Les regards</u>                                                  | 67        |
| <b><u>Conclusion</u></b>   |                                                                     | <b>69</b> |
| <br>                       |                                                                     |           |
| <b>Conclusion générale</b> |                                                                     | <b>70</b> |

# Liste des tableaux

## **Chapitre I :Présentation de la zone d'étude**

|                                                                     |          |
|---------------------------------------------------------------------|----------|
| <b>Tableau I.1 : Fiche technique .....</b>                          | <b>4</b> |
| <b>Tableau I.2 : Localisation des stations météorologiques.....</b> | <b>5</b> |
| <b>Tableau N°I.3-Températures moyennes mensuelles .....</b>         | <b>6</b> |
| <b>Tableau N°I.4-Pluies moyennes mensuelles .....</b>               | <b>6</b> |
| <b>Tableau N°I.5-variation de l'humidité moyenne .....</b>          | <b>6</b> |
| <b>Tableau N°I.6-Vitesses moyennes du vent .....</b>                | <b>7</b> |

## **Chapitre II : Etude Hydrologique**

|                                                                                            |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Tableau N°II.1-Coordonnées de la station pluviométrique d'Achouat .....</b>             | <b>13</b> |
| <b>Tableau N°II.2-presentation graphique de P.....</b>                                     | <b>15</b> |
| <b>Tableau N°II.3 - Caractéristiques empiriques de la série pluviométriquePj max .....</b> | <b>17</b> |
| <b>Tableau N°II 4 -Résultat d'ajustement par la loi de Gumbel.....</b>                     | <b>18</b> |
| <b>Tableau N°II.5 -Résultat du test d'adéquation (X2).....</b>                             | <b>18</b> |
| <b>Tableau N°II 6 -Résultat d'ajustement par la loi de Galton .....</b>                    | <b>19</b> |
| <b>Tableau N°II 7-Résultat du test d'adéquation (X2).....</b>                              | <b>19</b> |

## **Chapitre III : CALCUL DES ELEMENTS DE BASE**

|                                                                                                       |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Tableau N°III.1-Répartition de la population par bassins à différents horizons de calcul.....</b>  | <b>23</b> |
| <b>Tableau N° III -2 - Coefficients de ruissellement en fonction de la catégorie d'urbanisation.</b>  | <b>29</b> |
| <b>Tableau N° III -3 - Coefficients de ruissellement en fonction des surfaces à drainer.....</b>      | <b>30</b> |
| <b>Tableau N° III -4- Coefficients de ruissellement en fonction de la densité de population .....</b> | <b>30</b> |
| <b>Tableau N° III -5 - Coefficient de ruissellement pondéré pour chaque sous bassins urbains..</b>    | <b>31</b> |
| <b>Tableau N° III -6 - Evaluation des débits des eaux usées des équipements.....</b>                  | <b>35</b> |
| <b>Tableau N°III.7-Evaluation des débits de pointe de chaque bassin urbain.....</b>                   | <b>36</b> |
| <b>Tableau N°III.8 - Evaluation des paramètres équivalents d'un groupement de bassins.....</b>        | <b>38</b> |
| <b>Tableau N°III.9- Calcul des débits pluviaux pour chaque sous bassin.....</b>                       | <b>40</b> |

## Chapitre V : STATION DE RELEVAGE

|                                                                                           |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Tableau V.1 : Caractéristiques techniques de la pompe choisie .....</b>                | <b>48</b> |
| <b>Tableau V.2 : Dimension du puisard.....</b>                                            | <b>51</b> |
| <b>Tableau V.3 : Dimension et prix des tuyaux en PEHD (fourniture et pose).....</b>       | <b>52</b> |
| <b>Tableau V.4:Variation journalière des prix de l'énergie électrique.....</b>            | <b>54</b> |
| <b>Tableau V.5:Frais d'exploitation en fonction du diamètre refoulement.....</b>          | <b>55</b> |
| <b>Tableau V.6:Frais d'amortissement en fonction du diamètre refoulement.....</b>         | <b>56</b> |
| <b>Tableau V.7 : Bilan des frais d'exploitations et d'amortissements refoulement.....</b> | <b>56</b> |

# Liste des figures

## **Chapitre I :Présentation de la zone d'étude**

**Figure N°I.1 : Localisation de la (z.e.t) tassoust (W.Jijel).....2**

**Figure N° I.2 : recul du littoral.....5**

## **Chapitre II : Etude Hydrologique**

**Figure N°II 1 Le cycle de l'eau.....12**

**Figure N°II 2.....15**

**Figure N°II 3:Graphique des observations sur papier normal.....17**

**Figure N°II.4-Ajustement selon la loi de Gumbel.....18**

**Figure N°II 4 -Ajustement selon la loi de Galton.....20**

**Figure N°II 5 -Comparaison entre les deux lois d'ajustement.....20**

## **Chapitre III : CALCUL DES ELEMENTS DE BASE**

**Figure N°III 1 : Système unitaire.....24**

**Figure N°III 2 : système séparatif.....25**

**Figure N°III 3 : Système pseudo-séparatif.....25**

**Figure N°III 4 : Schéma perpendiculaire.....26**

**Figure N°III 5 Schéma latéral.....27**

**Figure N°III 6 Schéma oblique.....,27**

**Figure N°III 7 Schéma par zones étagées.....28**

|                                          |           |
|------------------------------------------|-----------|
| <b>Figure N°III 8 Schéma radial.....</b> | <b>28</b> |
|------------------------------------------|-----------|

## **Chapitre V : STATION DE RELEVAGE**

|                                              |           |
|----------------------------------------------|-----------|
| <b>Figure V 1 : diamètre économique.....</b> | <b>57</b> |
|----------------------------------------------|-----------|

## **Chapitre VI : ELEMENTS CONSTITUTIVES DE RESEAU**

|                                                                    |           |
|--------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Figure VI-1: Coupe type d'un tuyau ovoïde préfabriqué .....</b> | <b>63</b> |
|--------------------------------------------------------------------|-----------|

|                                                                         |           |
|-------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Figure VI-2 : différents types de joints sur tuyau en béton.....</b> | <b>65</b> |
|-------------------------------------------------------------------------|-----------|

# Liste des planches

## **Liste des planches**

PLANCHE N° 1 : PLAN DE MASSE DE LA ZONE D'EXPENSION  
TOURISTIQUE TASSOUST W.JIJEL

PLANCHE N° 2 : Tracé de réseau d'assainissement (Part-01) pour la zone  
d'expansion touristique tassoust w.jijel

PLANCHE N° 3 : Tracé de réseau d'assainissement (Part-02) pour la zone  
d'expansion touristique tassoust w.jijel

PLANCHE N° 4 : Tracé de réseau d'assainissement (Part-03) pour la zone  
d'expansion touristique tassoust w.jijel

PLANCHE N° 5 : Profil en long de réseau d'assainissement pour la zone  
d'expansion touristique tassoust w.jijel

# Introduction générale

## Introduction générale

L'eau est un facteur vital pour la survie de l'homme, cette ressource est utilisée pour des usages domestiques, agricoles et industriels, mais dans la majorité des cas, le rejet de ces eaux après utilisation est source de pollution pour l'environnement.

L'assainissement c'est l'ensemble des moyens de collecte, de transport et d'épuration des eaux usées avant leur rejet dans le milieu naturel (les cours d'eaux). Les eaux usées comprennent les eaux pluviales et les eaux usées domestiques.

Plusieurs facteurs influent sur le choix des méthodes d'évacuation et de traitement, à savoir l'importance de la ville, les ressources utilisables, le niveau de vie et les habitudes des habitants.

L'assainissement est une démarche qui vise à améliorer la situation sanitaire globale de l'environnement en supprimant toute cause d'insalubrité et c'est aussi une question de santé publique puisqu'un grand nombre de maladies se développent en milieu insalubre.

C'est dans cette dynamique que vient s'inscrire notre projet de fin d'étude, puisqu'il a pour thème l'étude du réseau d'assainissement de la zone d'expansion touristique TASSOUST wilaya de JIJEL.

La zone d'expansion touristique (Z.E.T) de TASSOUST s'inscrit dans la volonté d'un développement touristique respectant les principes du développement durable et qui vient pour répondre au besoin en matière de lits dans la wilaya de Jijel.

Le travail réalisé dans ce mémoire sera réparti en six chapitres et une conclusion générale.

Tout d'abord, le premier chapitre comportera des généralités sur le site de notre projet (la situation géographique, les données fonctionnelles et naturelles de la zone). Ensuite, le second chapitre traitera l'hydrologie de la zone. Le troisième chapitre portera sur l'évaluation des débits pluviaux et débits d'eaux usées dans chaque sous bassin. Le quatrième chapitre aura pour contenu les détails de calcul pour le dimensionnement du réseau pluvial ainsi que le réseau d'eau usée, le chapitre cinq concernera l'étude du relevage des eaux usées. Par la suite, le chapitre six traitera les éléments constitutifs du réseau d'assainissement.

Le mémoire se termine par une conclusion générale qui portera sur la finalité de ce travail et décrira les nombreux enseignements et connaissances acquis au cours de ce projet de fin d'étude.

# **I Présentation de la zone d'étude**

## Introduction

La zone d'expansion touristique (Z.E.T) de TASSOUST s'inscrit dans la volonté d'un développement touristique respectant les principes du développement durable et qui vient pour répondre au besoin en matière de lits dans la wilaya de Jijel.

L'étude du site consiste à analyser les caractéristiques physiques de la zone d'étude (relief, climat, urbanisation, occupation agricole...), donc c'est une phase importante pour le dimensionnement d'un réseau d'assainissement afin d'assurer la prise en charge des différents points noirs et d'assurer la collecte de tous les débits de temps sec et de petites pluies.

### I.1 Situation géographique

La ZET de Tassoust couvre la partie Nord de la commune de l'Emir Abdelkader, elle se trouve à 06 Kms du chef-lieu de la wilaya de Jijel.

La commune de l'Emir Abdelkader, est située dans une petite plaine littorale ouverte sur la mer au Nord.

Elle se compose des agglomérations suivantes :

Émir Abdelkader (agglomération chef-lieu).

Les agglomérations secondaires de Tassoust, Bouhamdoune, Tamila, Boukhartoum, El-Kandoula.

Le territoire de la commune s'étend sur une superficie de 50,50 Km<sup>2</sup>

**Limité par :**

- **Au Nord** : La mer méditerranée,
- **A l'Est** : La commune de Taher,
- **Au Sud-Est** : La commune d'Oudjana,
- **Au Sud-Ouest** : La commune de Texenna,
- **A l'Ouest** : Les communes de Jijel et Kaous.

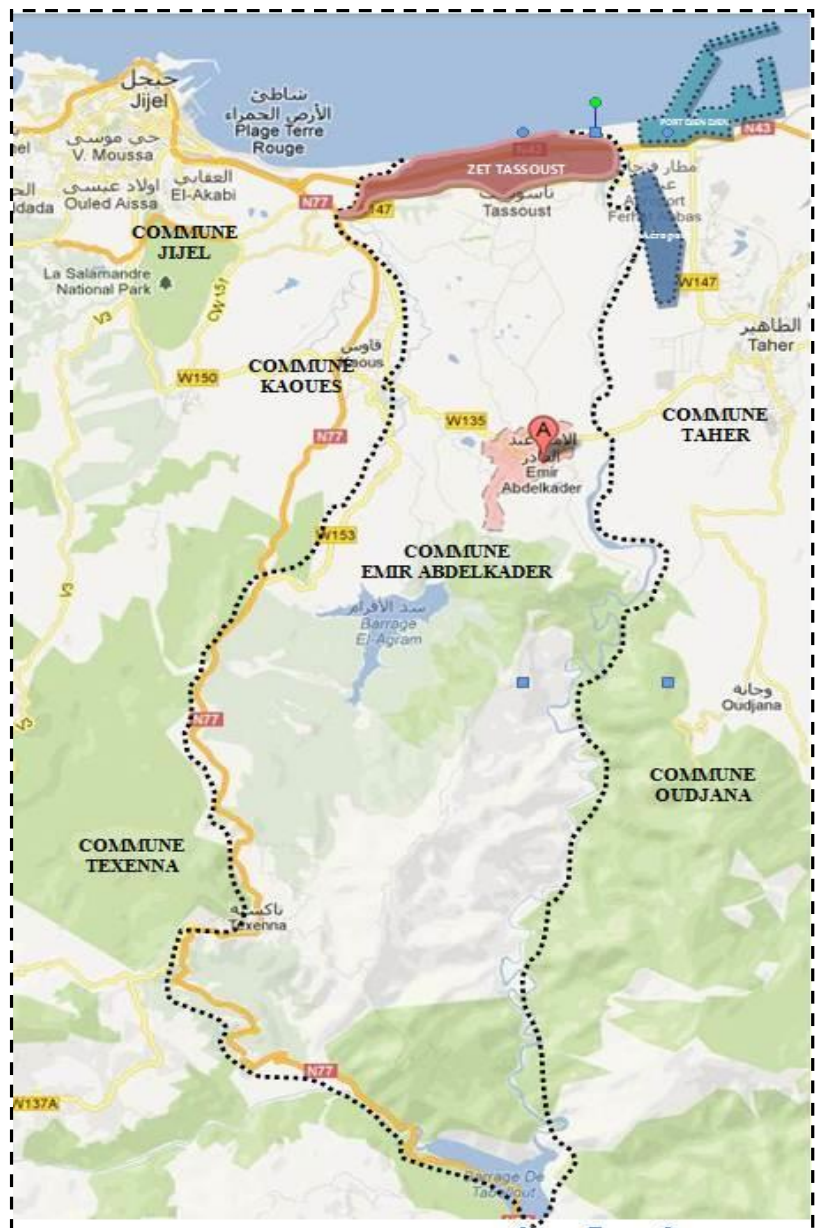


Figure N°I.1 : Localisation de la (z.e.t) tassoust (W.Jijel)

➤ **Accessibilité :**

La ZET de Tassoust se trouve à environ :

6,5 kms du Port de Djen Djen.

6,5 kms de l'aéroport Ferhat Abbas.

**I.2 Programmation et aménagement de la zet :**

La ZET de TASSOUST couvre une superficie de 391 ha, la surface aménageable est de 107.63 ha.

**Nombre de parkings :**

- Le nombre de parking pour la totalité des lots est de 1512places
- Et un nombre de 983 places pour les parkings publics.
- Ce qui nous donne un total de 2495 places
- Nombre total de lits dans la ZET : 2807 lits
- Nombre d'emplois créés :
  - Emplois directes : 2105 emplois (0,75 emploi/lit).
  - Emplois indirectes : 3508 emplois (1,25 emploi/lit).

**Tableau I.1 : Fiche technique**

| N°<br>LOT | DESIGNATION                              | SUPERF<br>HA | Nbre<br>Lits | Park<br>U | NBRE<br>NIV. |
|-----------|------------------------------------------|--------------|--------------|-----------|--------------|
| 01        | Administration de la ZET                 | 0,40         | /            | /         | RDC+3        |
| 02        | Résidences touristique (26 villas)       | 3,50         | 208          | 44        | RDC+1        |
|           | Administration                           |              |              |           |              |
| 03        | Résidences touristique (22 villas)       | 2,92         | 176          | 43        | RDC+1        |
|           | Administration                           |              |              |           |              |
| 04        | Centre de repos familial.                | 4,37         | /            | /         | /            |
| 05        | Centre commercial                        | 1,20         | /            | 110       | RDC+3        |
| 06        | Hôtel                                    | 2,09         | 300          | 75        | RDC+5        |
| 07        | Résidences touristique<br>(57 bungalows) | 2,81         | 201          | 58        | RDC+1        |
| 08        | Parc d'attraction                        | 1,76         | /            | 87        | /            |
|           | Administration                           |              |              |           | RDC+1        |
| 09        | Hôtel                                    | 0,57         | 100          | 24        | RDC+5        |
| 10        | Village de vacances                      | 4,25         | 584          | 135       | RDC+5        |

|    |                               |               |             |             |          |
|----|-------------------------------|---------------|-------------|-------------|----------|
| 11 | Village de vacances           | 3,017         | 394         | 112         | RDC+5    |
| 12 | Village de vacances           | 3,058         | 380         | 100         | RDC+5    |
| 13 | Forêt récréative              | 4,39          | /           | 424         | /        |
| 14 | Résidences touristiques       | 3,83          | 384         | 110         | RDC+3    |
| 15 | Forêt récréative              | 6,93          | /           | 96          | /        |
| 16 | Auberge (ferme agricole)      | 7,31          | 40          | 51          | RDC+4    |
| 17 | Auberge(ferme agricole)       | 8,63          | 40          | 43          | RDC+4    |
| /  | Parkings publics hors lots    | 3,90          | /           | 983         | /        |
| /  | Station de relevage projetée  | 0,2           | /           | /           | RDC      |
| /  | Voirie primaire et secondaire | 15,48         | /           | /           | /        |
|    | <b>TOTAL</b>                  | <b>80,615</b> | <b>2807</b> | <b>2495</b> | <b>/</b> |

Source URBACO-AGENCE DE JIJEL

Dans une démarche de qualité environnementale est de développement durable nous avons limité la densité de la ZET à 26.08 lits /ha, ce qui nous donne une capacité d'accueil total de 2807 lits.

### I.3 Situation climatique

La région de Tassoust s'intègre au climat de la zone littorale Jijel-Taher qui est du type méditerranéen subhumide :

- Humide et pluvieux en hiver.
- Chaud et sec en été.

Les stations les plus proches et dont on dispose des données sont celles de : Achouat, Jijel, Texenna et Chedia. Leurs localisation dans l'espace par rapport à la zone d'étude, permet d'avoir une vision des éléments du climat de la région et pouvoir ainsi déterminer les paramètres les plus représentatifs.(1)

**Tableau I.2 : Localisation des stations météorologiques**

| Stations | Code   | Longitude (km) | Latitude (km) | Altitude (m) | Pluviométrie Annuelle (mm) |
|----------|--------|----------------|---------------|--------------|----------------------------|
| Achouat  | 030303 | 786,3          | 394,0         | 4            | 1 000                      |
| Jijel    | 030301 | 774,1          | 396,15        | 5            | 966,56                     |
| Texenna  | 030302 | 776,2          | 377,85        | 700          | 1 058,51                   |
| Chedia   | 030312 | 779,4          | 386,5         | 100          | 1 114,23                   |

Source : ANRH

Dans ce qui suit, nous présentons les paramètres climatiques, de la région d'étude, sur la base des données obtenues au niveau de la station d'Achouat.

### I.3.1 Températures

Concernant les températures dans notre zone d'étude, elles sont maximales en période estivale et surtout en mois de Juillet et Aout, et minimale en période hivernale surtout en mois de février, avec une température moyenne annuelle de 17.26 °C.

Le tableau suivant donne les températures moyennes mensuelles.

**Tableau N°I.1-Températures moyennes mensuelles :**

| Mois  | Sept  | Oct  | Nov  | Déc  | Jan  | Fév | Mars | Avr   | Mai   | Juin | Juil | Aout |
|-------|-------|------|------|------|------|-----|------|-------|-------|------|------|------|
| T(C°) | 22,45 | 20,1 | 15,5 | 12,6 | 10,3 | 8,0 | 13,4 | 14,55 | 17,95 | 21,9 | 24,4 | 25,9 |

Source : (ONM)

### I.3.2 Les pluies moyennes

Le tableau suivant donne les pluies moyennes mensuelles :

**Tableau N°I.3-Pluies moyennes mensuelles :**

| Mois  | Sep | Oct | Nov | Déc | Jan | Fév | Mars | Avr | Mai | Juin | Juil | Aout | Annuel |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|------|------|------|--------|
| P(mm) | 38  | 97  | 152 | 157 | 106 | 112 | 128  | 94  | 50  | 9    | 5    | 7    | 1000   |

Source : (ONM)

### I.3.3 L'Humidité

L'humidité de l'air est donnée par le tableau suivant :

**Tableau N°I.4-variation de l'humidité moyenne :**

| Mois                           | Sept | Oct  | Nov  | Déc  | Jan  | Fév  | Mars | Avr  | Mai  | Juin | Juil | Aout |
|--------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Humidité relative moyenne en % | 77,2 | 75,3 | 75,9 | 76,2 | 76,6 | 77,4 | 76,5 | 77,4 | 78,5 | 76,6 | 74,2 | 75,0 |

Source : (ONM)

### I.3.4 Vent

Les vents dominants dans la région d'étude sont ceux du Nord-Ouest et Nord-Est.

Le tableau suivant illustre les vitesses moyennes du vent

**Tableau N°I.5-Vitesses moyennes du vent :**

| Mois   | Sept | Oct | Nov | Déc | Jan | Fév | Mars | Avr | Mai | Juin | Juil | Aout |
|--------|------|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|------|------|------|
| V(m/s) | 2.1  | 2.0 | 2.2 | 2.3 | 2.5 | 2.4 | 2.4  | 2.2 | 1.7 | 2.3  | 2.0  | 1.9  |

Source : (ONM)

## **I.4 Caractéristiques hydraulique**

### **I.4.1 réseaux d'AEP :**

Plusieurs équipements font partie de cette Z.E.T, tel que l'UNIVERSITE, l'hôtel EMRAUDE, le centre culturel commercial artisanal, le camping AMIRA, le terrain de football, l'entreprise SOTROUJ, l'école primaire, la station de reprise D'AEP, ainsi que les terrains agricoles, la plage, la forêt récréative et les constructions individuelles existantes,

#### **Réseau d'AEP existant**

- L'habitat collectif social, le lotissement de l'agence foncière, l'habitat individuel spontané coté Est sont alimentés à partir des réservoirs existants (2X500+1000m3) situés au lieu dit « ERRAKBA ».
- L'hôtel EMRAUDE est alimenté directement de la conduite de refoulement existante Ø 700mm.
- Le centre culturel commercial artisanal (C.C.C.A) en cours de construction sera alimenté par cette conduite (Ø90 PVC) en attendant la réalisation de la conduite principale projetée en PEHD Ø90 mm. (1)

### **I.4.2 Réseaux d'assainissement :**

La ZET TASSOUST s'étend sur une bande d'environ 5000ml de long, composée de différents types de tissus urbains, tels que :

L'habitat individuel le lotissement de l'agence foncière, l'habitat collectif social, l'université, la coopérative immobilière et l'habitat individuel spontané .

ainsi qu'un centre de vacance, un centre culturel commercial artisanal (CCCA) et l'hôtel les Émeraudes, côté Nord de la RN43, limitée à l'Est par Oued DjenDjen et à l'Ouest par Oued Mencha (1)

## **I.5 Caractéristiques géologiques**

Selon nos observations sur terrain, notre site d'étude est constitué essentiellement par :

- Au Nord, par des dunes actuelles : sables grossiers lâches ;
- Au Sud par des dunes anciennes : sables fins limoneux souvent consolidés ;
- A l'Est et à l'Ouest (Oued Djen Djen et Oued Mencha) par des alluvions récentes : sables, graviers, conglomérats et galets.

## I.6 Situation topographique

L'analyse topographique de notre site présente un terrain ayant un relief généralement plat vers le Nord et qui devient légèrement incliné vers le Sud (pente supérieure à 05%), qui rend l'implantation des équipements et des réseaux facile.

## I.7 Caractéristiques hydrographiques

Notre zone d'étude est drainée par deux oueds :

- Oued DjenDjen à l'Est.
- Oued Mencha à l'Ouest.

## I.8 les risques

### I.8.1 Liquéfaction :

Nous avons vu que le site d'étude est constitué de couches importantes de sables. Plus on avance vers la mer et plus le sable devient plus lâche. A saturation et en cas de séisme ou vibrations qui peuvent être dues au trafic aériennes pression interstitielle est créée entraînant la liquéfaction instantanée, partielle ou totale du milieu.

Afin d'éviter ce risque il est recommandé :

D'effectuer une étude de sol très approfondie (atteindre le substratum) ;

De réaliser soit des fondations profondes (pieux), soit des fondations superficielles mais après le renforcement ou traitement du sol.

### I.8.2 Recul du littoral :

Le littoral est soumis à une dégradation progressive entraînant un recul de la ligne de côte.

Le long des côtes sableuses les érosions marines actuelles prennent toutes leurs ampleurs ainsi que l'extraction du sable entraînant un recul du littoral le long des secteurs particulièrement exposé (phénomène constaté sur levé 1989 et levé 1995).

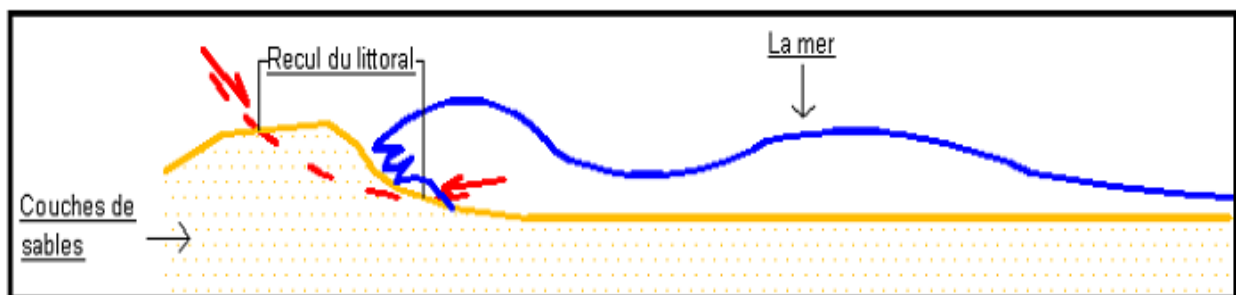


Figure N° I.2 : recul du littoral

### I.8.3 Inondation :

La pluie, l'un des facteurs de la provenance de l'eau, présente un seuil au-delà duquel l'inondation du terrain est inévitable ceci par la saturation rapide des sols qui sont semi-

perméables et la topographie du terrain qui présente une pente douce (pas de ruissellement) l'eau sera donc stagnée provoquant ainsi l'inondation.

Le débordement de l'oued DjenDjen est provoqué par une pluviométrie moyenne étalée sur plusieurs jours et par la topographie du terrain qui présente une pente douce provoquant ainsi l'inondation de la partie aval (coté Est), cela constitue une contrainte pour l'urbanisme, l'agriculture et l'économie.

Les apports en eau (quel que soit leurs origines) entraînent une baisse de la résistance du milieu. Donc il est conseillé d'éviter les travaux de terrassements et le creusement de fouilles durant les périodes de pluies ;

### **I.9 Sismicité**

La zone d'étude est caractérisée par une sismicité moyenne à prendre en considération, surtout après les derniers séismes de Boumerdès, Alger et Kherrata, dans le calcul des bétons armés ;

Tout projet en perspective doit prendre en compte les risques naturels de cette région.

### **Conclusion**

Dans cette partie nous avons présenté notre zone du point de vue climatique, géologique, topographique, hydrogéologique et hydraulique. Chose qui nous est nécessaire pour entamer notre étude.

## **II Etude Hydrologique**

## Introduction

L'hydrologie est la science de la terre qui s'intéresse au cycle de l'eau, c'est-à-dire aux échanges entre l'atmosphère, la surface terrestre et son sous-sol. On parle d'hydrosphère pour désigner la partie de la planète dans laquelle l'eau se trouve. Les cycles hydrologiques sont donc présents dans l'hydrosphère.

Au titre des échanges entre l'atmosphère, et la surface terrestre, l'hydrologie s'intéresse aux précipitations (pluie et neige), à la transpiration des végétaux et à l'évaporation directe de la couche terrestre superficielle.

L'hydrologie de surface étudie le ruissellement, les phénomènes d'érosion, les écoulements des cours d'eau et les inondations.

L'hydrologie de subsurface ou hydrologie de la zone non-saturée étudie les processus d'infiltration, de flux d'eau et de transport de polluants au travers de la zone non saturée. Cette zone a une importance fondamentale car elle constitue l'interface entre les eaux de surfaces et de profondeur.

L'hydrologie souterraine ou hydrogéologie porte sur les ressources du sous-sol, leur captage, leur protection et leur renouvellement.

L'hydrologie urbaine constitue un « sous-cycle » de l'eau lié à l'activité humaine : production et distribution de l'eau potable, collecte et épuration des eaux usées et pluviales.

Dans cette partie, notre but est de choisir la loi adéquate qui nous permet de calculer l'intensité de durée et de période de retour donnée, dont on aura besoin pour l'estimation des débits.

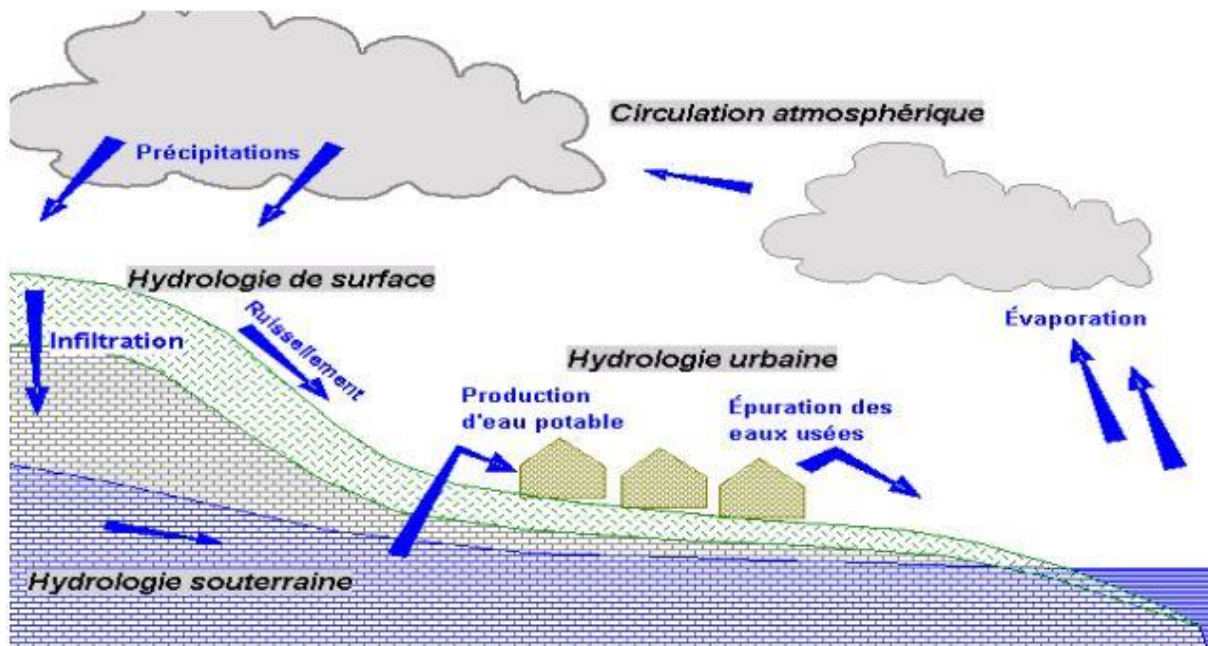


Figure N°II 1 Le cycle de l'eau

## II.1 L'analyse des données pluviométriques

Dans le but de déterminer l'intensité moyenne des précipitations, on va se baser sur les données enregistrées au niveau de la station pluviométrique d'Achouat.

**Tableau N°II.1-Coordonnées de la station pluviométrique d'Achouat :**

| Nom de la station | Code de la station | Longitude (km) | Latitude (km) | Altitude (m) | Années d'Observations | N  |
|-------------------|--------------------|----------------|---------------|--------------|-----------------------|----|
| Achouat           | 030303             | 786,3          | 394,0         | 4            | 1982-2014             | 33 |

La série pluviométrique de la station d'Achouat est donnée dans **L'Annexe N°1**

### II.1.1 Caractéristiques empiriques :

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

$$\overline{P_{\max, j}} = \frac{\sum_{i=1}^n P_{\max, j}}{N} = 72.19 \text{ mm} \quad \dots \text{ (II.1)}$$

- L'écart type «  $\sigma_{P_{\max, j}}$  » :

Pour N Supérieur à 30 ans, on a :

$$\sigma_{P_{\max, j}} = \left[ \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (P_{\max, j} - \overline{P_{\max, j}})^2}{N}} \right] = 20.49 \text{ mm} \quad \dots \text{ (II.2)}$$

- Le coefficient de variation «  $C_v$  » :

$$C_v = \frac{\sigma_{P_{\max, j}}}{\overline{P_{\max, j}}} = 0.284 \quad \dots \text{ (II.3)}$$

### II.1.2 Test d'Homogénéité

Avant de passer à l'ajustement de notre série il faut d'abord commencer par la vérification de l'homogénéité de cette dernière. Pour vérifier l'homogénéité de notre série pluviométrique on va passer par le **Test de la Médiane (Test de Mood)**.

#### -Principe du Test de la Médiane :

- On classe l'échantillon par ordre croissant.
- On détermine la Médiane Me.
- On remplace les valeurs de la série non classée par :
  - Un signe (-) si :  $X_i < Me$ .
  - Un signe (+) si :  $X_i > Me$ .
- On calcule les valeurs de Ts et Ns tel que :

Ns : Nombre total de séries de + ou de - ;

Ts : Taille de la plus grande série de + ou de - ;

$$Ns > \frac{1}{2} (n + 1 - u_{\alpha/2} \sqrt{n + 1}) \quad \dots \text{ (II.4)}$$

$$Ts < 3.3 (\log n + 1) \quad \dots \text{ (II.5)}$$

- **On Calcule :**

La médiane : après avoir classé la série et puisque la série est impaire, la médiane est observée au rang  $(n+1)/2$  c'est-à-dire au rang 17.

Donc : **Médiane ( $X_{50\%}$ ) = 68 mm**

**Ns=15 ;**

**Ts=5 ;**

**On a : Ns = 15 > 11.28 Et : Ts=5 < 8.31.**

Les conditions du test de la médiane sont vérifiées, donc l'homogénéité est vérifiée.  
(Voir l'Annexe N°2).

## II.2 Ajustement de la série pluviométrique

Le but de cette étude est de faire un ajustement de la série des précipitations maximales journalières par la loi choisie et de déterminer une intensité de pluie de durée et de période de retour donnée.

**Les différentes étapes de l'étude :**

- On classe la série des précipitations par ordre croissant.
- On détermine la fréquence expérimentale.
- On détermine les caractéristiques empiriques de la série de données.
- On procède à l'ajustement graphique avec la loi choisie.
- On calcule le quantile et son intervalle de confiance.
- Ce travail va être effectué manuellement, analytiquement et avec le logiciel « Hyfran ».

### II.3.1 Ajustement de la série pluviométrique à la loi de Gumbel (manuelle) :

- La fonction de répartition de la loi de Gumbel est :

$$F(x) = e^{-e^U}$$

- $F(x)$  : Fréquence au dépassement de la valeur de  $x$
- $U = \frac{x-a}{b}$  est la variable réduite de Gumbel
- $\alpha, b$  : Paramètres de Gumbel

- Classer les valeurs par ordre croissant en leur affectant un numéro d'ordre ;
- Calculer la fréquence expérimentale en utilisant la formule de Hazen :

$$F(x) = \frac{m - 0,5}{n}$$

- $m$  : Numéro d'ordre ;
- $n$  : Taille de la série ;
- Calculer la variable de Gumbel pour chaque valeur observée

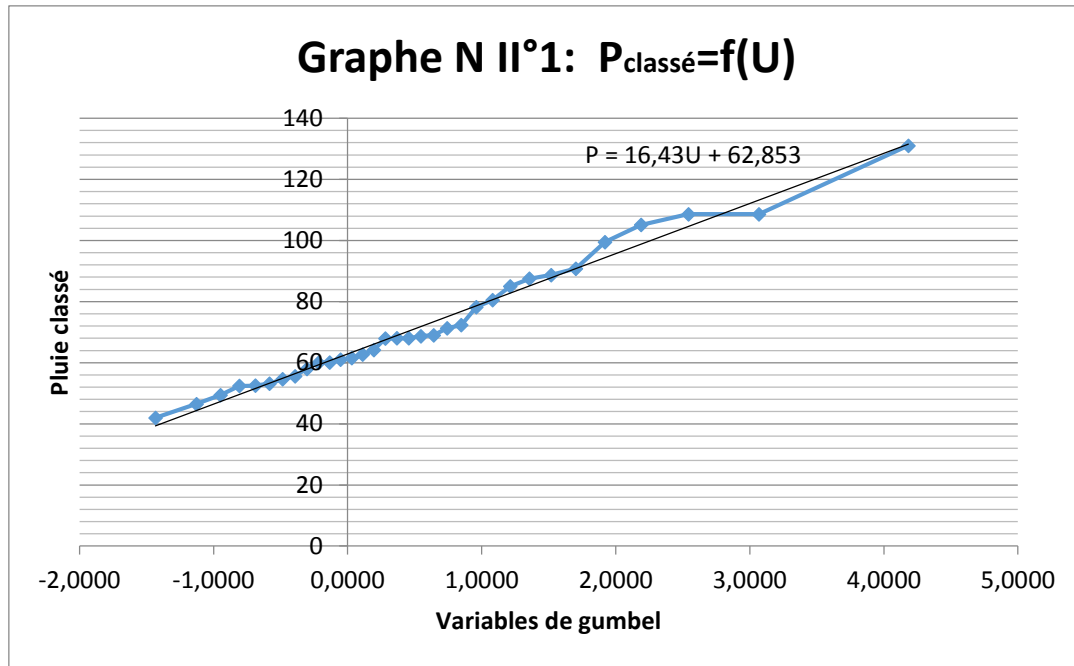
$$U = -\ln[-\ln(F(x))];$$

- Tracer la courbe passant par le nuage de point  $P_{classé} = f(U)$  (sur excel);

- Tirer les paramètres  $a$  et  $b$  graphiquement ;
- On obtient  $P = b \cdot U + a$

**Tableau N°II 2 :calcul de Pj max**

| <b>Pj max croissant (mm)</b> | <b>Rang</b> | <b>Frequence</b> | <b>U</b> |
|------------------------------|-------------|------------------|----------|
| 42                           | 1           | 0,0152           | -1,4326  |
| 46,5                         | 2           | 0,0455           | -1,1285  |
| 49,4                         | 3           | 0,0758           | -0,9479  |
| 52,4                         | 4           | 0,1061           | -0,8081  |
| 52,5                         | 5           | 0,1364           | -0,6894  |
| 53,2                         | 6           | 0,1667           | -0,5832  |
| 54,6                         | 7           | 0,1970           | -0,4853  |
| 55,6                         | 8           | 0,2273           | -0,3931  |
| 58                           | 9           | 0,2576           | -0,3049  |
| 60                           | 10          | 0,2879           | -0,2193  |
| 60,1                         | 11          | 0,3182           | -0,1355  |
| 61                           | 12          | 0,3485           | -0,0527  |
| 61,5                         | 13          | 0,3788           | 0,0297   |
| 62,7                         | 14          | 0,4091           | 0,1123   |
| 64,2                         | 15          | 0,4394           | 0,1956   |
| 67,9                         | 16          | 0,4697           | 0,2802   |
| 68                           | 17          | 0,5000           | 0,3665   |
| 68                           | 18          | 0,5303           | 0,4552   |
| 68,7                         | 19          | 0,5606           | 0,5469   |
| 69                           | 20          | 0,5909           | 0,6423   |
| 71,3                         | 21          | 0,6212           | 0,7422   |
| 72,3                         | 22          | 0,6515           | 0,8476   |
| 78,2                         | 23          | 0,6818           | 0,9597   |
| 80,5                         | 24          | 0,7121           | 1,0803   |
| 85                           | 25          | 0,7424           | 1,2112   |
| 87,5                         | 26          | 0,7727           | 1,3555   |
| 88,7                         | 27          | 0,8030           | 1,5170   |
| 90,8                         | 28          | 0,8333           | 1,7020   |
| 99,5                         | 29          | 0,8636           | 1,9200   |
| 105,1                        | 30          | 0,8939           | 2,1882   |
| 108,6                        | 31          | 0,9242           | 2,5411   |
| 108,6                        | 32          | 0,9545           | 3,0679   |
| 131                          | 33          | 0,9848           | 4,1820   |



**Figure N°II 2 :presentation graphique de P**

- D'où les paramètres a et b sont :
  - a = 62.853 mm
  - b = 16.43
- Donc :  $P = 16.43 \cdot U + 62.853$
- Pour T = 10 ans
  - On a :  $F = 0.1$
  - Puis :  $(1 - F) = 0.9$  (non dépassement)
  - Donc :  $U = -\ln[-\ln(0.9)] = 2.25$
- Finalement :

$$P_{Max,10ans} = 16.43(2,25) + 62.853 = 99.82 \text{ mm}$$

### II.3.2 Ajustement de la série pluviométrique à la loi de Galton (analytiquement) :

#### Procédé d'ajustement :

- Classement des valeurs par ordre décroissant ;
- Transformer les  $P_{j \max}$  en  $\text{Log}_{10}(P_{j \max})$  ;
- Calcul des caractéristiques empiriques de la série transformée en  $\overline{\text{Log}_{10}(P_{j \max})}$  et  $\sigma_{\text{Log } x}$  ;
- Calcule analytique de :

$$P_{max,10ans} = 10^{\overline{\text{Log}_{10}} + U_{10ans} * \sigma_{\text{Log } x}}$$

- $U_{p\%} = 1.28$ : Variable réduite de GAUSS pour une fréquence donnée 10ans ;

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

$$- \overline{\text{Log}_{10}(P_{j \max})} = \frac{\sum \text{Log } P_i}{n} = \frac{69,1}{40} = 1,842$$

$$- \sigma_{\text{Log } x} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\text{Log } P_{\max, j} - \overline{\text{Log } P_{\max, j}})^2}{n}} = 0,116$$

Finalement :

$$P_{\max, 10 \text{ ans}} = 10^{1,842 + 1,28 * 0,116} = 97.83 \text{ mm}$$

### II.3.3 Ajustement de la série pluviométrique avec le logiciel « Hyfran » :

Tableau N°II.3-Caractéristiques empiriques de la série pluviométrique  $P_j \max$  :

| Caractéristiques de la série     | Valeurs |
|----------------------------------|---------|
| Nombre D'années                  | 33      |
| Minimum                          | 42      |
| Maximum                          | 131     |
| Moyenne                          | 72.2    |
| Ecart-type                       | 20.49   |
| Médiane                          | 68      |
| Coefficient de Variation (Cv)    | 0.28    |
| Coefficient d'asymétrie (Cs)     | 1.02    |
| Coefficient d'aplatissement (Ck) | 3.38    |
| Exposant climatique              | 0.42    |

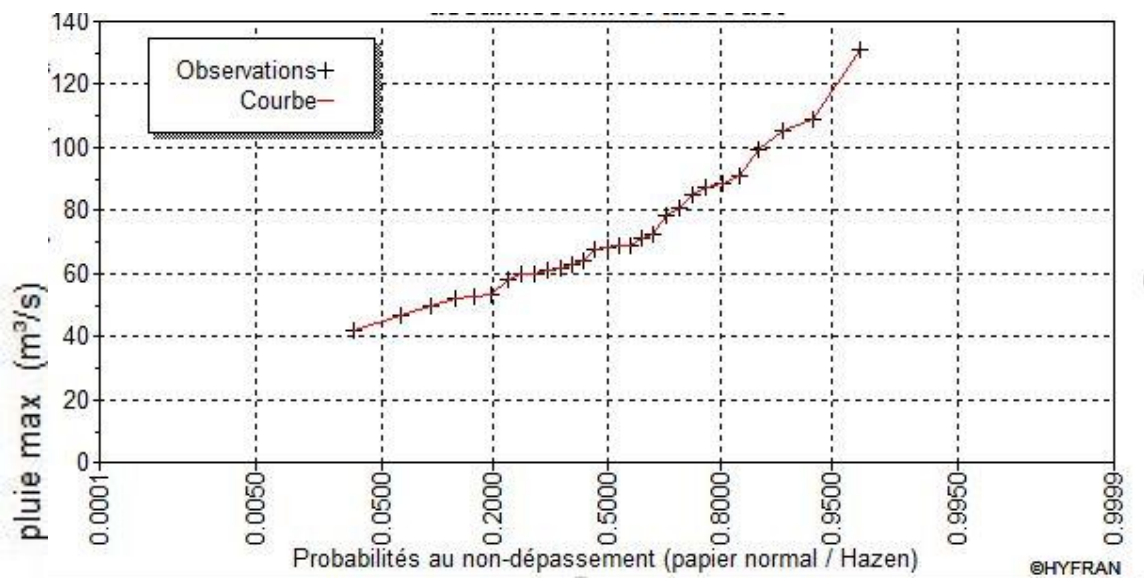


Figure N°II 3:Graphique des observations sur papier normal

#### II.3.3.1 Ajustement de la série pluviométrique par la loi de Gumbel :

Les résultats trouvés pour l'ajustement par la loi de Gumbel sont représentés dans le tableau suivant :

**Tableau N°II 4 -Résultat d'ajustement par la loi de Gumbel**

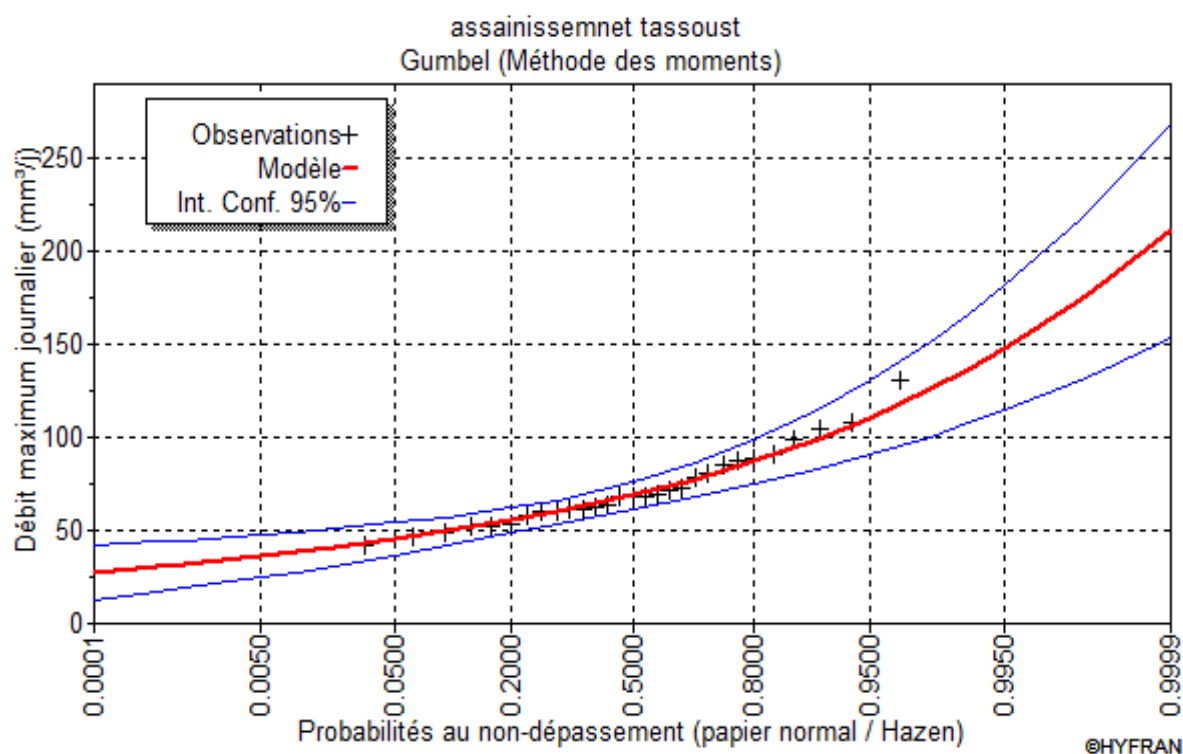
| Période de retour (ans) | Probabilité (q) | Pmax,j (mm)   | Ecart-Type    | Intervalle de confiance 95% |
|-------------------------|-----------------|---------------|---------------|-----------------------------|
| 100.0                   | 0.9900          | 136.99        | 15.039        | 107.51 - 166.47             |
| 50.0                    | 0.9800          | 125.75        | 12.910        | 100.45 - 151.06             |
| 20.0                    | 0.9500          | 110.76        | 10.108        | 90.944 - 130.58             |
| <b>10.0</b>             | <b>0.9000</b>   | <b>99.176</b> | <b>8.0015</b> | <b>83.490 - 114.86</b>      |
| 5.0                     | 0.8000          | 87.100        | 5.9241        | 75.487 - 98.714             |
| 3.0                     | 0.6667          | 77.490        | 4.4696        | 68.728 - 86.252             |
| 2.0                     | 0.5000          | 68.861        | 3.5178        | 61.965 - 75.757             |

Les résultats de l'adéquation sont illustrés dans le tableau suivant :

**Tableau N°II.5 -Résultat du test d'adéquation (X2)**

| X <sup>2</sup> | p-value | Degré de liberté | Nombre de classe | X <sup>2</sup> Théo |
|----------------|---------|------------------|------------------|---------------------|
| 4.55           | 0.3365  | 4                | 7                | 9.49                |

L'ajustement de la série pluviométrique par la loi de Gumbel est montré dans le graphe suivant

**Figure N°II.4-Ajustement selon la loi de Gumbel**

### II.3.3.2 Ajustement de la série pluviométrique par la loi de Galton (la loi log-normale) :

La loi de Galton est donnée par la fonction de répartition de la forme :

$$F'(u) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-u}^{\infty} e^{-\frac{1}{2}u^2} du \dots$$

Avec  $u = \frac{x - \bar{x}}{\sigma}$

L'équation de la droite de Galton qui ajuste les valeurs expérimentales est :

$$\text{Log}(xp\%) = \sqrt{\log x} + \sqrt{\log u_{p\%}}$$

Les résultats trouvés pour l'ajustement par la loi de Galton sont représentés dans le tableau suivant:

**Tableau N°II 6 -Résultat d'ajustement par la loi de Galton :**

| Période de retour (ans) | Probabilité (q) | Pmax,j (mm)   | Ecart-Type    | intervalle de confiance 95% |
|-------------------------|-----------------|---------------|---------------|-----------------------------|
| 100.0                   | 0.9900          | 130.82        | 12.830        | 105.67 - 155.97             |
| 50.0                    | 0.9800          | 121.51        | 10.905        | 100.13 - 142.89             |
| 20.0                    | 0.9500          | 108.77        | 8.4768        | 92.157 - 125.39             |
| <b>10.0</b>             | <b>0.9000</b>   | <b>98.578</b> | <b>6.7437</b> | <b>85.358 - 111.80</b>      |
| 5.0                     | 0.8000          | 87.499        | 5.1437        | 77.415 - 97.582             |
| 3.0                     | 0.6667          | 78.279        | 4.1207        | 70.201 - 86.357             |
| 2.0                     | 0.5000          | 69.669        | 3.5034        | 62.801 - 76.537             |

Les résultats de l'adéquation sont illustrés dans le tableau suivant :

**Tableau N°II 7-Résultat du test d'adéquation (X2)**

| X <sup>2</sup> | p-value | Degré de liberté | Nombre de classe | X <sup>2</sup> Théo |
|----------------|---------|------------------|------------------|---------------------|
| 3.10           | 0.5407  | 4                | 7                | 9.49                |

L'ajustement de la série pluviométrique par la loi de Galton est montré dans le graphe suivant :

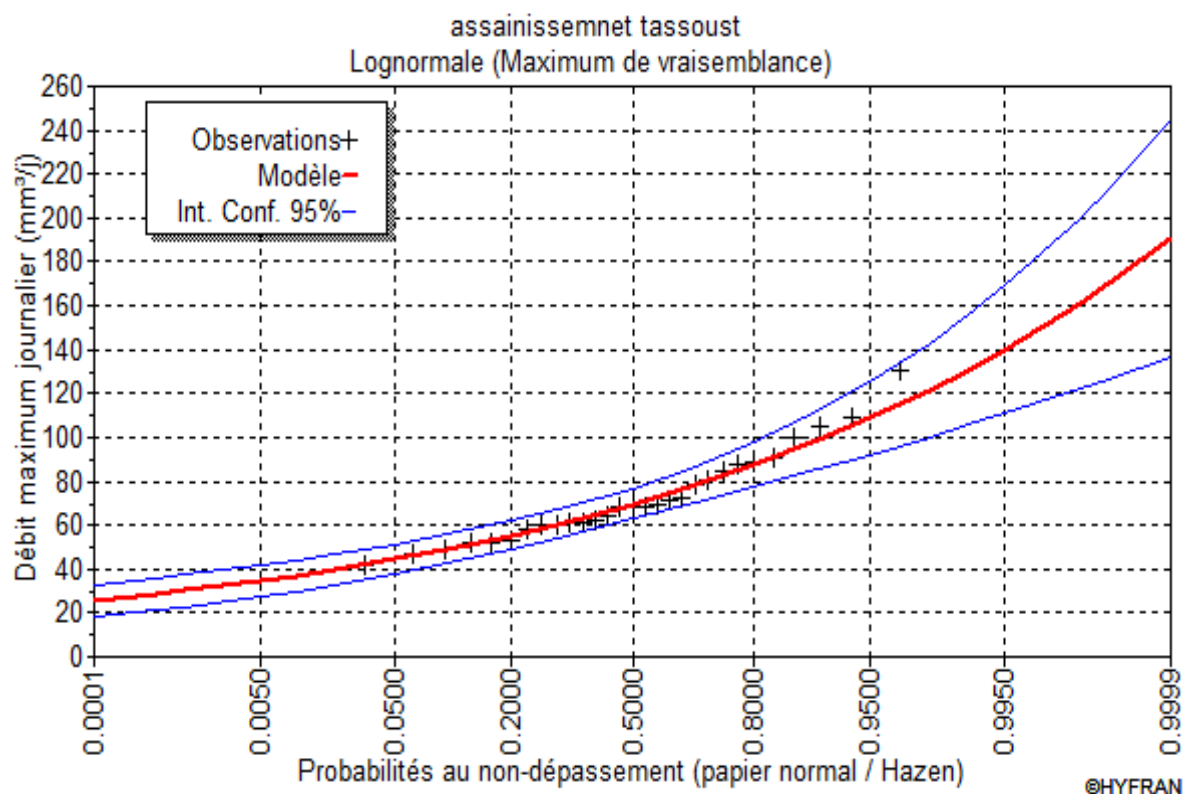


Figure N°II 4 -Ajustement selon la loi de Galton

### II.3.3.3 Comparaison entre les deux lois d'ajustement :

La comparaison entre les deux lois d'ajustement va être faite en se basant sur le logiciel « Hyfran » et cela en traçant sur un même graphe les deux lois d'ajustement Gumbel et Galton. Le graphique obtenu en faisant la comparaison est illustré dans la figure qui suit :

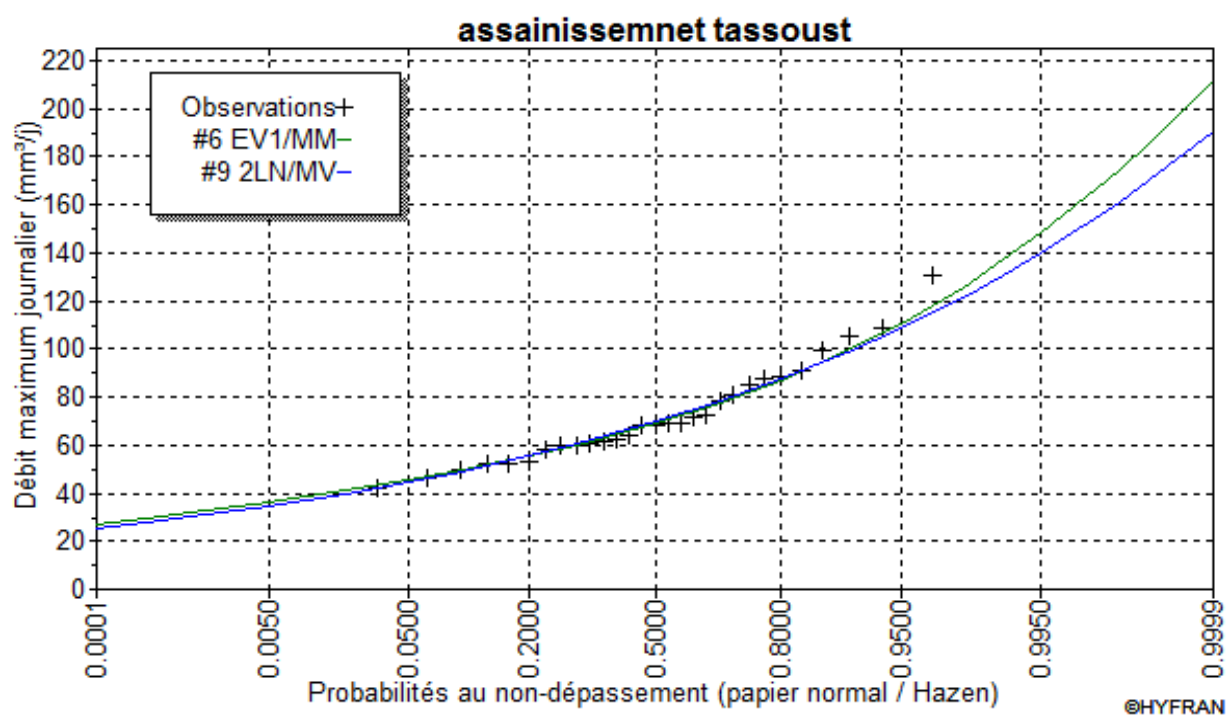


Figure N°II 5 -Comparaison entre les deux lois d'ajustement

### II.3.3.4 Résultat de la comparaison :

Après la comparaison entre les deux méthodes on remarque que notre série pluviométrique s'ajuste suivant les deux lois Gumbel et Galton, mais en comparant les deux graphiques on voit bien que la série s'ajuste mieux à la loi de Gumbel, et sachant que c'est la loi avec le moins de paramètre (deux paramètre), on va donc opter pour celle loi.

### II.3 Calcul de l'intensité de pluie de durée de 15 minutes et de période de retour de 10 ans par la formule de Montanari:

$$I_{\Delta t, p\%} = I_{24, p\%} \left(\frac{t}{24}\right)^{b-1} \dots \text{(II.7)}$$

Avec :

$I_{\Delta t}$  (15min), 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 ;

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

b: exposant climatique de la région ( $b=0.42$ ), il est donnée par l'A.N.R.H d'Alger ;

Afin d'estimer la valeur de l'intensité, nous admettons une période de retour de 10 ans pour l'averse et une durée de 15 minutes. On obtient donc :

$$I_{(15min), p\%} = I_{24, 10\%} \left(\frac{t}{24}\right)^{b-1}$$

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

Application numérique :

$$I_{(15min), p\%} = \frac{99.176}{24} \left(\frac{0.25}{24}\right)^{0.42-1}$$

$$I_{(15min), p\%} = 58.33 \text{ mm/h}$$

$$I_{(15min), p\%} = 162.04 \text{ l/s/ha}$$

### Conclusion

L'étude hydrologique nous a permis de déterminer l'intensité moyenne maximale des précipitations et cela en faisant l'ajustement de notre série pluviométrique avec la loi de Gumbel et la loi de Galton.

Les résultats obtenus par l'ajustement sont très rapprochés pour les deux lois mais on a opté pour la loi de Gumbel car c'est la loi avec le moins de paramètres.

On a trouvé les résultats suivants pour l'intensité :

$$I_{(15min), p\%} = 58.33 \text{ mm/h}$$

D'où le débit spécifique est :

$$I_{(15min), p\%} = 162.04 \text{ l/s/ha}$$

# **III CALCUL DES ELEMENTS DE BASE ET ESTIMATION DES DEBITS**

### III.1 CALCUL DE BASE

#### Introduction :

Le réseau d'assainissement, quel que soit sa nature, projeté au niveau d'une zone rurale, urbaine, industrielle, permet d'évacuer :

- Les eaux pluviales en quantité importante, qui englobent toutes les eaux de ruissellement.
- Les eaux usées (eaux vannes, ménagère....) provenant des habitations, appelées également eaux d'origine domestique.
- Les eaux usées provenant des industries et des services publics.
- Dans certains cas eaux parasites claires ou de drainage.

Dans ce contexte, le dimensionnement d'un réseau d'assainissement est tributaire d'une étude préliminaire qui consiste à la détermination des éléments de base afin de procéder à un dimensionnement adéquat du réseau d'évacuation choisi. Cette étude vise à estimer :

- Le nombre d'habitants nécessaire à l'évaluation des débits d'eaux usées domestiques et à l'estimation du régime de rejet.
- Le nombre de sous bassins adoptés qui est fonction de la structure de l'agglomération, utile pour l'estimation du débit d'eaux pluviales.
- Le coefficient de ruissellement correspondant à chaque sous bassin qui représente le paramètre fondamental pour l'estimation du débit pluvial.

L'analyse de cette étude préliminaire, le plan de masse, et la structure de l'agglomération nous facilite non seulement le choix du système d'évacuation mais également le schéma de collecte et d'évacuation des eaux usées et ceci en tenant compte de l'endroit du point de rejet.

#### III.1.1 Situation démographique :

D'après le dernier recensement général de la population et de l'habitat (RGPH) effectué en **2008** la population de la ZET s'élève à 598 habitants.

L'APC de Amir Abdelkader estime un taux d'accroissement de population de 1.94 % en tenant compte l'amélioration du niveau de vie de la population.

La population pour l'horizon 2047 est estimée en utilisant la formule des intérêts composés.

$$P_t = P_0 (1+T)^n \dots (III.1)$$

- $P_t$  : la population à l'horizon (hab).
- $P_0$  : la population du recensement 2008 (hab).
- $T$  : taux d'accroissement (avec  $T=1.94$  celui de la commune de Amir abdelkader)
- $n$  : écart des années entre l'horizon de calcul et l'année de référence

Le résultat de la répartition de la population à moyen et long termes sont représentés dans le tableau suivant, avec un horizon de calcul de 30 ans à partir de l'année 2017.

**Tableau N°III.1-Répartition de la population par bassins à différents horizons de calcul**

| Indice des sous bassins | Surface (ha) | Population (2008) | Population (2017) | Population Horizon |
|-------------------------|--------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 1                       | 17.14        | /                 | /                 | /                  |
| 2                       | 16.39        | /                 | /                 | /                  |
| 3                       | 16.92        | /                 | /                 | /                  |
| 4                       | 7.3          | /                 | /                 | /                  |
| 5                       | 5.57         | /                 | /                 | /                  |
| 6                       | 23.85        | /                 | /                 | /                  |
| 7                       | 39.04        | <u>598</u>        | 711               | 1266               |

### III.1.2 Découpage de l'aire d'étude urbanisée en surfaces élémentaires :

Le bassin versant est un secteur géographique qui est limité par les lignes de crête ou par les lignes de partage des eaux dans le cas général. Plusieurs paramètres entrent en jeu quant à la détermination des surfaces élémentaires. La considération de ces paramètres rend assez délicate l'estimation du coefficient de ruissellement vu la nature très différente des sols qui est difficile à limiter, en plus de la détermination des pentes propre à chaque surface élémentaire. Pratiquement ces paramètres représentent :

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

Plusieurs méthodes permettent d'estimer le coefficient pondéré d'une surface à drainer ce qui met l'ingénieur projeteur dans un embarras de choix. Pour notre cas, l'analyse du plan de masse de ces deux lotissements révèle une bonne structuration des habitats avec un pourcentage d'occupation plus élevé : ce qui nous donne une idée sur le pourcentage d'imperméabilisation, néanmoins les courbes de niveau montrent une faible pente du terrain dans tous les sens au sein même d'une surface élémentaire délimitée. Cette pente s'accroît légèrement en direction de la mer.

Après examen du plan de la ZET, nous avons opté pour un découpage de la zone à étudier suivant la nature du sol et les pentes. Nous avons conclu sept (07) surfaces à drainer.

### III.1.3 Systèmes d'Evacuation :

L'évacuation des eaux usées domestiques, industrielles, pluviales, peut se faire au moyen de deux systèmes principaux :

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

Afin de choisir le système d'évacuation le plus adéquat pour notre zone d'étude, il nous est utile de présenter brièvement les différents systèmes d'évacuation couramment rencontrés en pratique.

#### III.1.4.1 Système unitaire

L'ensemble des eaux pluviales et des eaux usées est collecté par un réseau unique. Les grands mérites de ce système sont la simplicité, le faible encombrement ainsi que l'économie à la conception et l'entretien

##### III.1.4.1.1Avantage :

- C'est un système économique puisqu'il nécessite des infrastructures moindres par rapport aux autres réseaux.

##### III.1.4.1.2 Inconvénients :

- Il oblige à dimensionner la station d'épuration en fonction des eaux de pluie qui requiert des infrastructures importantes, Ce désavantage peut être en partie réduit grâce aux déversoirs d'orage.

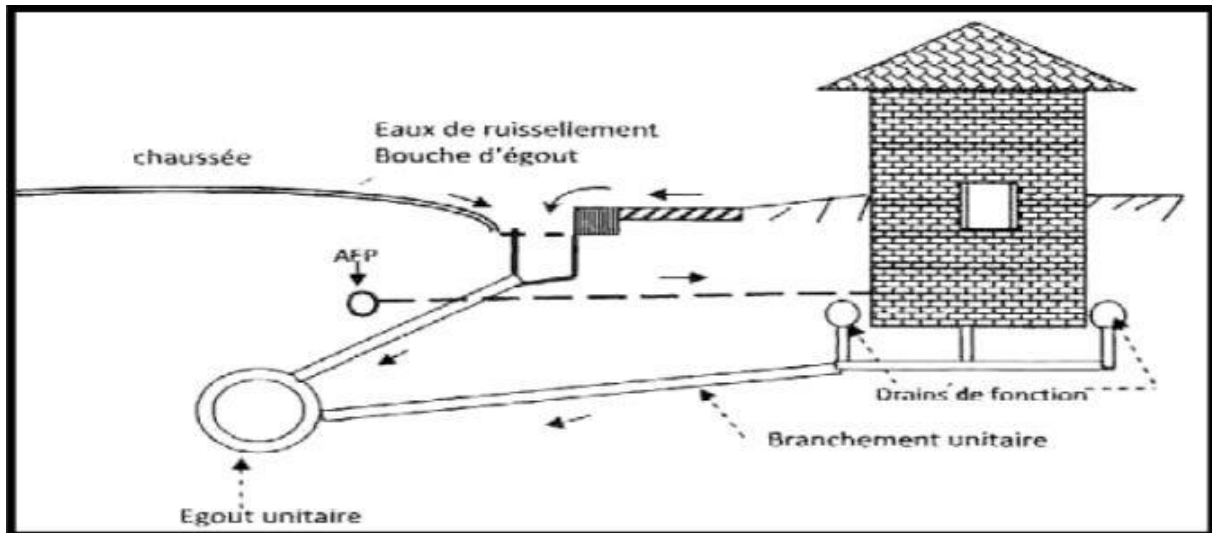


Figure N III.1 : Système unitaire

#### III.1.4.2 Système séparatif

Deux réseaux différents conduisent les eaux usées à la station d'épuration et les eaux pluviales à un point de rejet dans le milieu naturel. Ce système est a priori favorable au fonctionnement des stations d'épuration, mais en pratique, il nécessite un contrôle rigoureux des branchements et des pénétrations d'eaux parasites.

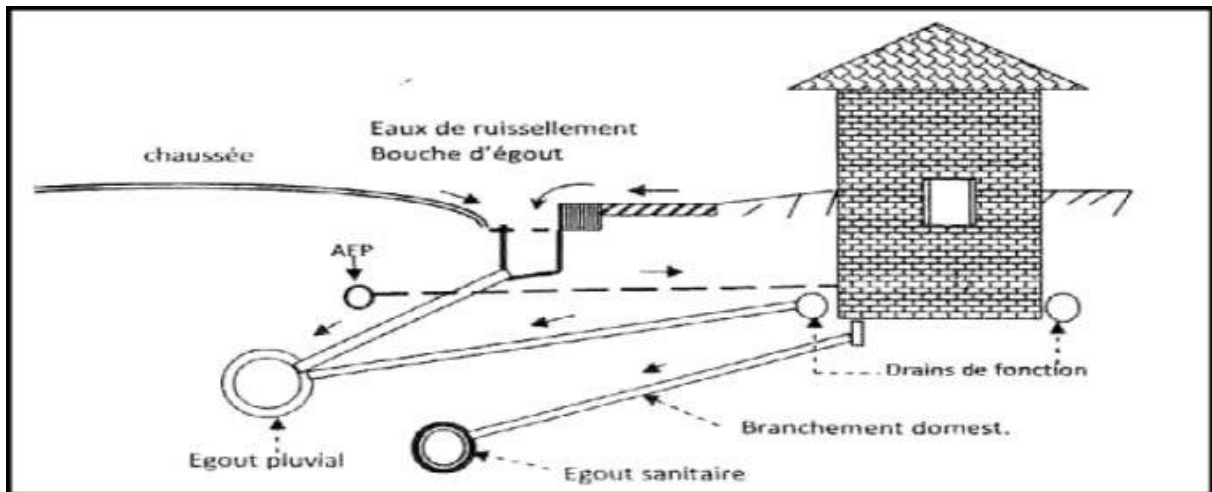
##### III.1.4.2.1 Avantage :

- Le dimensionnement de la station d'épuration est fait selon le débit de point d'eau usée seulement, il en résulte donc une économie.
- La station d'épuration fonctionne avec un bon rendement.

##### III.1.4.2.2Inconvénient :

- Le doublement du réseau implique une augmentation du coût.

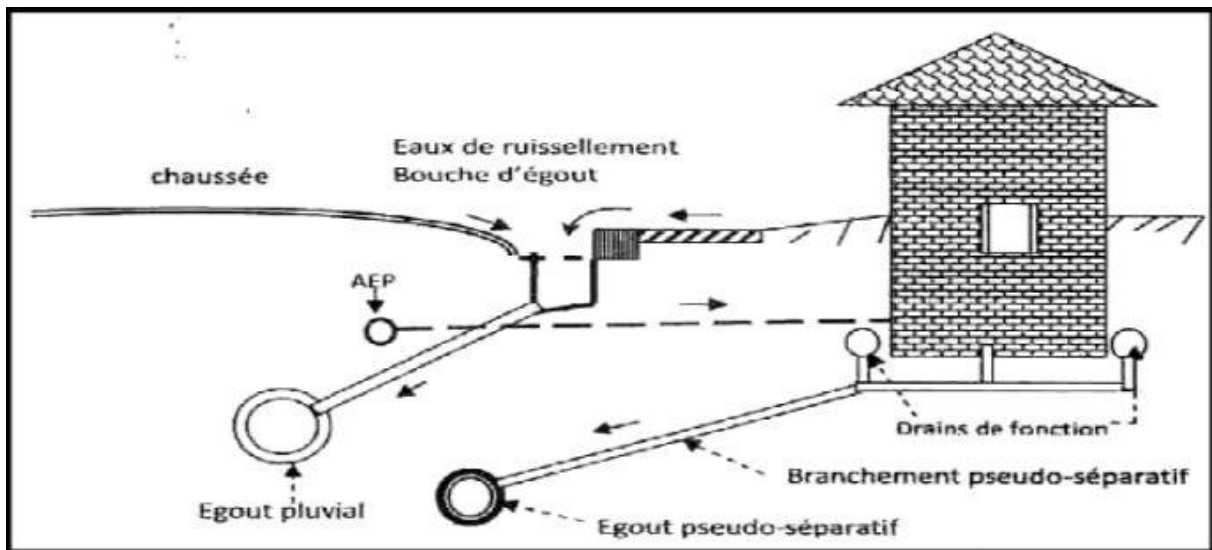
- Les faux branchements.



**Figure N III.2 : système séparatif**

#### III.1.4.3 Système pseudo-séparatif

Ce système est conçu de telle façon à recevoir les eaux usées et une fraction des eaux de ruissellement. L'autre fraction des eaux de ruissellement sera transitée par les caniveaux et quelques tronçons d'ouvrages pluviaux. Il repose sur une collecte en commun des eaux des toitures et d'espaces privés, avec celles des eaux usées.



**Figure N III.3 : Système pseudo-séparatif**

#### III.1.4.4 Choix du système d'assainissement

Pour choisir le système d'assainissement il faut tenir compte de :

- L'aspect économique en faisant une comparaison entre plusieurs variantes.
- La topographie du terrain naturel.
- Les conditions de rejet.

- La largeur des chaussées.
- L'urbanisation de l'agglomération et son encombrement

**Remarque :**

Pour notre projet, le réseau adopté est le réseau séparatif dans la partie amont à cause de l'existence des plusieurs points de rejets des eaux pluviaux .et le réseau unitaire dans la partie aval.

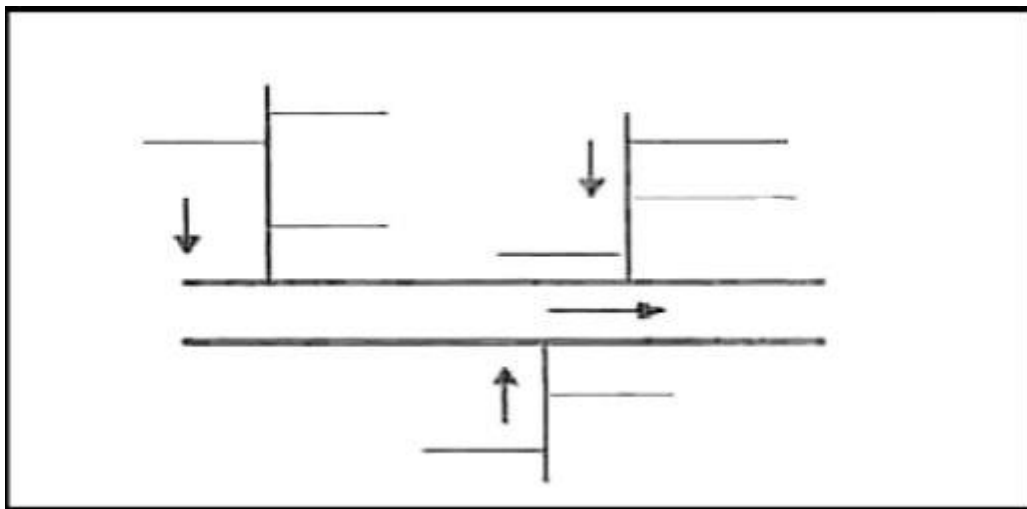
### III.1.5 Schémas d'évacuation

Les réseaux d'assainissement fonctionnent essentiellement en écoulement gravitaire. Ils sont donc fortement tributaires du relief si l'on ne veut pas aboutir à des tranchées trop profondes. En fonction du système d'assainissement et de la topographie, nous distinguons divers schémas (2)

#### III.1.5.1 Schéma perpendiculaire

Pour ce type de schéma, l'écoulement se fait directement dans le cours d'eau. Et l'épuration est difficile car il ne permet pas la concentration des eaux vers un point unique d'épuration et rend celle-ci difficile.

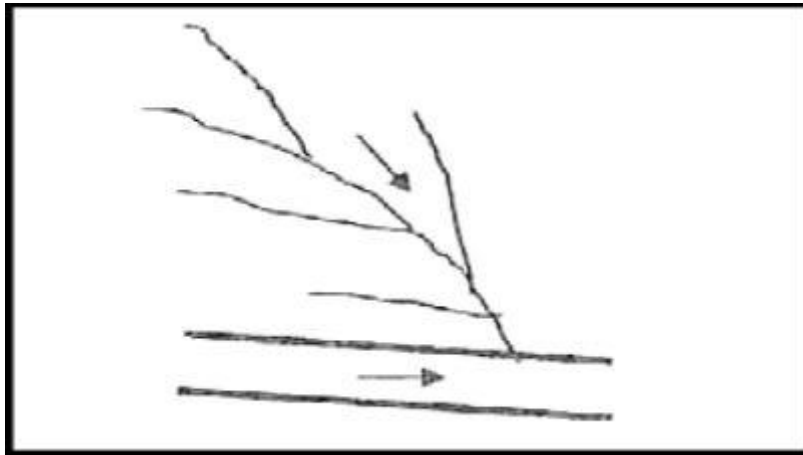
Il est seulement utilisable dans le cas des réseaux d'eaux pluviales dans les systèmes séparatifs, avec un rejet dans un cours d'eau. Il permet par contre un tracé très économique, ne nécessitant pas de grosses sections.(2)



**Figure N III.4** -Schéma perpendiculaire

#### III.1.5.2 Schéma par déplacement latéral :

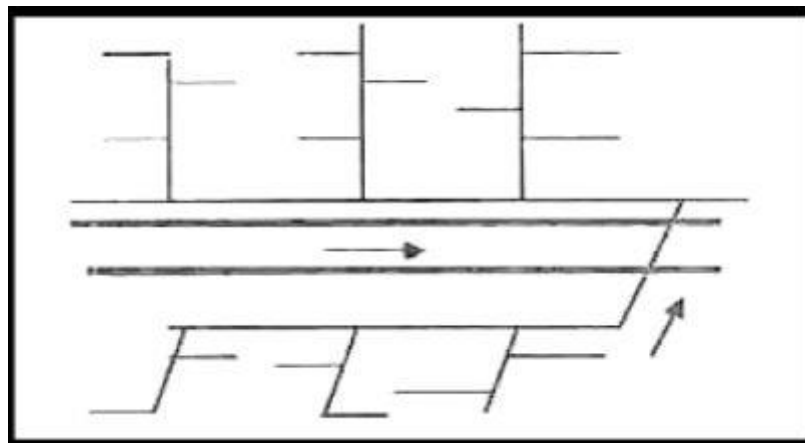
On adopte ce type de schéma dans le cas où une épuration des eaux usées est nécessaire. Toutes les eaux sont acheminées vers un seul point dans la mesure du possible(2)



**Figure N III.5** -Schéma latéral

#### **III.1.5.3 Schéma à collecteur transversal ou oblique**

Ce schéma est tracé pour augmenter la pente du collecteur quand celle de la rivière n'est pas suffisante afin de profiter de la pente du terrain vers la rivière (2)



**Figure N III.6** -Schéma oblique

#### **III.1.5.4 Schéma par zones étagées**

C'est un réseau de collecteurs à déplacement avec des collecteurs secondaires longitudinaux. Le réseau (2) est utilisé pour ne pas trop chargé le réseau (1).

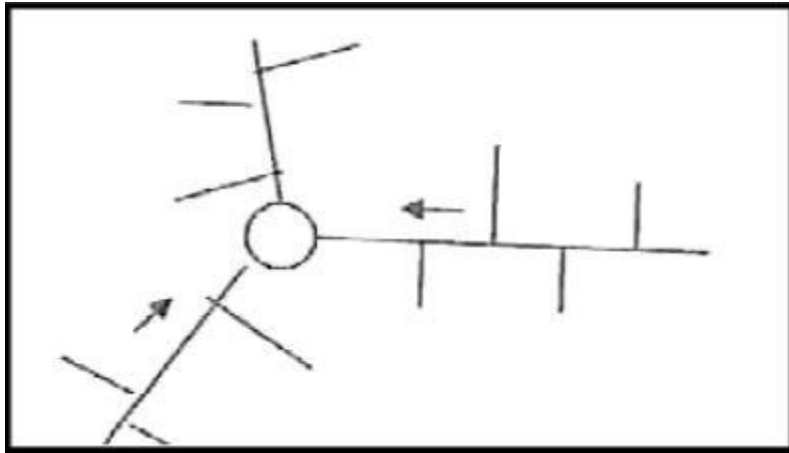


Figure N III.7 -Schéma par zones étagées

#### III.1.5.5 Schéma radial

Ce schéma est utilisé dans les terrains plats, pour collecter tous les effluents en un point, par la suite un relevage est nécessaire pour le transit vers le cours d'eau récepteur (2)

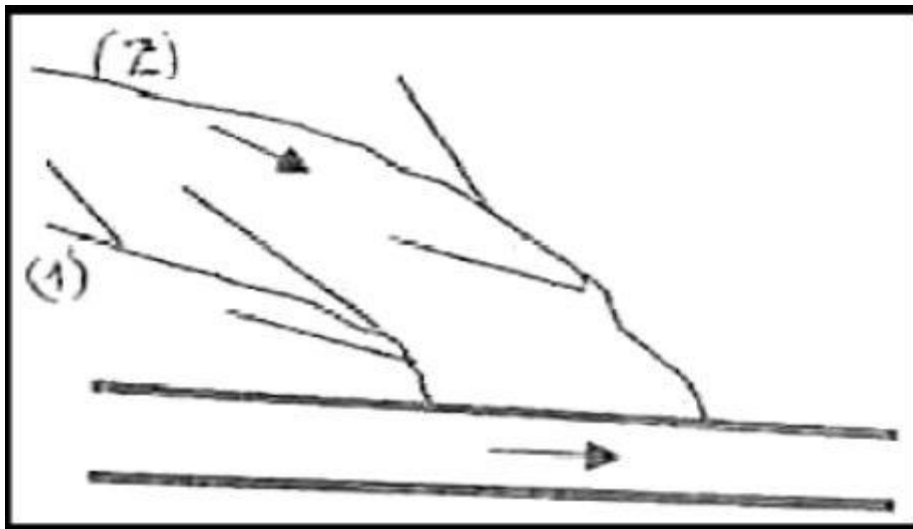


Figure N III.8 -Schéma radial

#### III.1.6 Choix du schéma d'évacuation

Pour le choix d'un schéma d'évacuation il faut tenir compte de :

- La topographie du terrain.
- La répartition géographique des habitants.
- L'implantation de canalisations.
- L'emplacement de la STEP.
- Les inondations des rejets.

**Remarque :**

Pour notre projet, le schéma adopté est schéma latéral.

### III.1.7 Choix du coefficient de ruissellement

Le coefficient de ruissellement est défini comme le rapport du volume d'eau qui ruisselle au volume d'eau tombée sur le bassin considéré. La détermination de ce coefficient est primordiale pour l'évaluation des débits de pointe pluviaux qui sont pris en compte lors du dimensionnement du réseau.

Ce coefficient peut faire varier le débit d'eau pluviale du simple au double, c'est pour cela que lors du découpage des sous bassins il est nécessaire que ces derniers soient aussi homogènes que possible, pour minimiser les erreurs commises sur l'évaluation de ce coefficient.

Le coefficient de ruissellement est compris entre 0.05 et 1, et dépend des facteurs suivants :

- Le mode d'occupation du sol.
- L'inclinaison ou la topographie du terrain.
- La densité de la population.
- La nature du sol.
- La durée de pluie.

#### III.1.7.1 Le coefficient de ruissellement pondéré dans le temps

$$Crp = \frac{0.98t}{4.53 + t}p + \frac{0.78t}{31.17 + t}(1 - p)$$

Tel que :

- t : temps écoulé à partir du commencement des précipitations.
- P : pourcentage des surfaces imperméables ( $\leq 1$ ).
- Crp : coefficient de ruissellement pondéré.

#### III.1.7.2 Coefficient de ruissellement en fonction de la catégorie d'urbanisation

L'accroissement de la population implique une augmentation dans le coefficient de ruissellement, car en effet avec l'augmentation de la population on aura aussi une augmentation de la surface couverte par rapport à la surface perméable, ce qui donne un coefficient de ruissellement important.

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

| Catégorie d'urbanisation | Cr          |
|--------------------------|-------------|
| Habitations très denses  | 0.90        |
| Habitations denses       | 0.60 - 0.70 |
| Habitations moins denses | 0.40 - 0.50 |
| Quartiers résidentiels   | 0.20 - 0.30 |
| Jardin– prairie          | 0.05 - 0.20 |

Source : SALAH.B ; Assainissement des eaux usées et pluviales des agglomérations

### III.1.7.3 Coefficient de ruissellement en fonction des surfaces à drainer

Les valeurs du coefficient de ruissellement de ces surfaces sont estimées d'une façon approchée, vu l'hétérogénéité de ces surfaces.

**Tableau N° III -3 - Coefficients de ruissellement en fonction des surfaces à drainer**

| Nature de la surface                                      | Valeurs du coefficient Cr |
|-----------------------------------------------------------|---------------------------|
| Toits en métal, tuile, ardoise                            | 0.90                      |
| Chaussée avec peu de joints                               | 0.85 - 0.90               |
| Pavés en pierres naturelles, briques avec joints cimentés | 0.75 - 0.85               |
| Pavage en blocage                                         | 0.40 - 0.50               |
| Surfaces goudronnées                                      | 0.25 - 0.60               |
| Chemin en gravier                                         | 0.25 - 0.30               |
| Gare, terrain de sport                                    | 0.10 - 0.30               |
| Parcs, jardins, gazons                                    | 0.05 - 0.25               |
| Forêts                                                    | 0.01 - 0.20               |

Source : SALAH.B ; Assainissement des eaux usées et pluviales des agglomérations

### III.1.7.4 Coefficient de ruissellement en fonction de la densité de la population

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.

Le tableau suivant montre quelques valeurs de ce coefficient :

**Tableau N° III -4- Coefficients de ruissellement en fonction de la densité de population**

| Densité de population par hectare | Coefficients de ruissellement |
|-----------------------------------|-------------------------------|
| 20                                | 0.23                          |
| 30 – 80                           | 0.20 - 0.27                   |
| 60 – 150                          | 0.25 – 0.34                   |
| 150 – 200                         | 0.30 – 0.45                   |
| 200 – 300                         | 0.60 – 0.62                   |
| 300 – 400                         | 0.60 – 0.80                   |
| 400 – 600                         | 0.70 – 0.90                   |

Source : SALAH.B ; Assainissement des eaux usées et pluviales des agglomérations

**Remarque :** Pour notre projet, le coefficient de ruissellement va être estimé en fonction de la nature du sol

**Tableau N° III -5 - Coefficient de ruissellement pondéré pour chaque sous bassins urbains**

| N° du S B | Surface Ai (ha) | occupation de sol                 | Surfaces élémentaires Ai (ha) | Cri  | Cr de SB |
|-----------|-----------------|-----------------------------------|-------------------------------|------|----------|
| 1         | 17,14           | lot : 1Administration de la ZET   | 0,4                           | 0,6  | 0,46     |
|           |                 | lot2 : Résidence touristique      | 3,5                           | 0,52 |          |
|           |                 | lot3 : Résidences touristiques    | 2,92                          | 0,55 |          |
|           |                 | lot4 : Centre de repos familial   | 4,37                          | 0,3  |          |
|           |                 | Parking+ surfaces godronnées      | 5,95                          | 0,5  |          |
| 2         | 16,39           | lot5 : Centre commercial          | 1,2                           | 0,51 | 0,50     |
|           |                 | lot6 : Hôtel                      | 2,09                          | 0,49 |          |
|           |                 | lot7 : Résidences touristiques    | 2,81                          | 0,53 |          |
|           |                 | lot8 : Parc d'attraction          | 1,76                          | 0,52 |          |
|           |                 | Hôtel                             | 2,82                          | 0,5  |          |
|           |                 | C, C, C, A                        | 1,68                          | 0,48 |          |
|           |                 | surfaces godronnées               | 4,03                          | 0,5  |          |
| 3         | 16,92           | surfaces godronnées               | 2,61                          | 0,5  | 0,45     |
|           |                 | lot9 : Hôtel                      | 0,57                          | 0,6  |          |
|           |                 | lot10 : Village de vacances       | 3,29                          | 0,51 |          |
|           |                 | lot11 : Villages de vacances      | 3,01                          | 0,48 |          |
|           |                 | lot12 : Villages de vacances      | 3,05                          | 0,49 |          |
|           |                 | lot13 : parking+ Forêt récréative | 4,39                          | 0,3  |          |
| 4         | 7,3             | chemin piéton                     | 7,3                           | /    | /        |
| 5         | 5,57            | chemin piéton                     | 5,57                          | /    | /        |
| 4         | 23,85           | lot14 : Résidence touristique     | 3,83                          | 0,52 | 0,40     |
|           |                 | lot15 : Forêt récréative          | 6,23                          | 0,3  |          |
|           |                 | surfaces godronnées               | 6,07                          | 0,5  |          |
|           |                 | parking+jardin                    | 7,72                          | 0,35 |          |
| 5         | 39,04           | lot16 : Ferme agricole(Auberge)   | 7,31                          | 0,3  | 0,40     |
|           |                 | lot17 : Auberge                   | 8,68                          | 0,3  |          |
|           |                 | habitat1                          | 7,63                          | 0,5  |          |
|           |                 | habitat2                          | 10,6                          | 0,5  |          |
|           |                 | habitat3                          | 4,82                          | 0,5  |          |

### **Conclusion**

Dans cette partie, nous avons estimé le nombre d'habitants à l'horizon de calcul (2047) ainsi que les coefficients de ruissellement dans nos sous-bassins. Ces derniers nous seront utiles lors du calcul des débits d'eau usées et pluviales.

## **III.2 Estimation des débits à évacuer**

### **Introduction**

Toute étude d'un réseau d'assainissement nécessite à l'étape initiale, la détermination des débits d'eaux pluviales ou d'eaux usées à prendre en compte. Le problème de l'évaluation des débits pluviaux dans les bassins versants a fait depuis longtemps l'objet de nombreuses études théoriques et en ce qui concerne les usages des ingénieurs en hydrologie urbaine, on peut citer la méthode rationnelle et la méthode superficielle de Caquot.

### **III.2.1 Evaluation des débits d'eaux usées**

#### **III.2.1.1 Nature des eaux usées**

La nature des matières polluantes contenues dans un effluent dépend de l'origine de ces eaux usées. On distingue :

##### **III.2.1.1.1 Les eaux usées d'origine domestique :**

Elles sont constituées des eaux vannes provenant des toilettes et des eaux ménagères issues des cuisines, des bains et de la lessive. Les eaux vannes véhiculent les matières fécales et l'urine. Les eaux des cuisines sont riches en corps gras et détergents. Les eaux usées domestiques sont jugées dangereuses en raison de leur forte teneur en germes et de leurs propriétés infectieuses. Elles sont essentiellement porteuses de pollution organique.

##### **III.2.1.1.2 Les eaux industrielles :**

Les caractéristiques de ces eaux varient d'une industrie à une autre. En plus de matières organiques, azotées ou phosphorées, elles peuvent également contenir des produits toxiques, des solvants, des métaux lourds, des micropolluants organiques et des hydrocarbures. Certaines des eaux usées industrielles doivent faire l'objet d'un prétraitement de la part des industriels avant d'être rejetées dans les réseaux de collecte.

##### **III.2.1.1.3 Les eaux des services publics :**

Les eaux usées du service public proviennent essentiellement du lavage des espaces publics et pour éteindre les incendies. Elles sont recueillies par les ouvrages de collecte des eaux pluviales, et ne sont mêlées aux eaux usées que dans le cas d'un système unitaire. Les autres besoins publics seront pris en compte avec les besoins domestiques.

##### **III.2.1.1.4 Les eaux usées parasites :**

Ce sont des eaux qui transitent dans un réseau d'assainissement non conçu pour la recevoir. Ce terme est utilisé pour désigner une eau claire généralement très peu polluée introduite dans un système d'assainissement unitaire ou séparatif (Eaux claires parasites ou ECP), on parle alors d'intrusion d'eau claires parasites. Le débit de ces eaux est compris entre 0,05 et 0,15 l/s/ha.

#### **III.2.1.2 Evaluation de la quantité d'eau usée à évacuer**

L'évaluation de la quantité d'eau usée à évacuer se fera à partir de la consommation d'eau potable par habitant, ainsi que les rejets des différents services publics. Plus notre zone d'étude est urbanisée et plus la quantité d'eau rejetée est élevée. L'eau utilisée par le

consommateur n'est pas rejetée dans le réseau en totalité, il est admis que l'eau évacuée n'est que les 70% à 80% de l'eau consommée, c'est ce qu'on appelle le coefficient de rejet.

### III.2.1.2.1 Estimation des débits moyens journaliers des eaux usées

Le débit moyen journalier est donné par l'expression suivante :

$$Q_m = \frac{\text{dotation} * \text{Nbre population} * K_r}{86400}$$

- $Q_m$  : débit moyen rejeté quotidiennement en (l /s) ;
- $K_r$  : coefficient de rejet pris égal à 80% de la quantité d'eau potable consommée ;
- $D$  : dotation journalière prise égale à 150 l/j hab;
- $N$  : nombre d'habitants à l'horizon étudié (hab).

Les débits moyens journaliers des eaux usées des équipements sont prises égaux à:

$$Q_{m.j} = \frac{\text{dotaion de l'equipement} * \text{Nbre d'unité} * K_r}{86400}$$

### III.2.1.2.2 Evaluation des débits de pointe :

Dans le but d'estimer les débits de pointe, on doit calculer le facteur de pointe qui varie en fonction du débit moyen journalier, ce facteur est calculé par la relation suivante :

$$K_p = 1.5 + \frac{2.5}{\sqrt{Q_{moy.j}}} \quad \text{si } Q_{mj} \geq 2.81 \text{ l/s}$$

$$K_p = 3 \quad \text{si } Q_{mj} < 2.81 \text{ l/s}$$

Tel que:

$Q_{moy,j}$  : débit moyen journalier ;

$K_p$  : Coefficient de point ;

Le débit de point est calculé par la formule suivante :

$$Q_{pte} = K_p \cdot Q_{moyj}$$

Les débits des équipements et les débits de pointe d'eau usée sont représentés dans le tableau ci-dessous :

**Tableau -Evaluation des débits des eaux usées des équipements**

| No du sous bassin | Equipement                                 | Unité de mesure | Nbre d'unité | Dotation  | Q utilisé | Q équipement |
|-------------------|--------------------------------------------|-----------------|--------------|-----------|-----------|--------------|
|                   |                                            |                 |              | L/j/unité | m3/j      | m3/j         |
| 1                 | lot1:Administration de la ZET              | Employées       | 62           | 30        | 1,86      | 117,06       |
|                   | lot2:Résidence touristique                 | Lits            | 208          | 300       | 62,4      |              |
|                   | lot3:Résidences touristiques               | Lits            | 176          | 300       | 52,8      |              |
|                   | lot4:Centre de repos familial              | /               | /            | /         | /         |              |
| 2                 | lot5:Centre commercial                     | m2              | 12000        | 5         | 60        | 475,7        |
|                   | lot6:Hôtel                                 | Lits            | 300          | 300       | 90        |              |
|                   | lot7:Résidences touristiques               | Lits            | 201          | 300       | 60,3      |              |
|                   | lot8:Parc d'attraction                     | m2              | 17600        | 4         | 70,4      |              |
|                   | Hôtel                                      | Lits            | 250          | 300       | 75        |              |
|                   | C,C,C,A                                    | Personnes       | 2400         | 50        | 120       |              |
| 3                 | lot10:Village de vacances                  | Lits            | 584          | 300       | 175,2     | 407,4        |
|                   | lot11:Villages de vacances                 | Lits            | 394          | 300       | 118,2     |              |
|                   | lot12:Villages de vacances                 | Lits            | 380          | 300       | 114       |              |
| 4                 | (6) CAFETERRIAS                            | Places          | 150          | 20        | 3         | 37           |
|                   | (4) RESTAURANTS                            | Places          | 100          | 20        | 2         |              |
|                   | (2)poste de protection civil + gendarmerie | Employées       | 40           | 50        | 2         |              |
|                   | (4) W C public + douches                   | Personnes       | 600          | 50        | 30        |              |
| 5                 | (5) CAFETERRIAS                            | Places          | 125          | 20        | 2,5       | 35           |
|                   | (3) RESTAURANTS                            | Places          | 75           | 20        | 1,5       |              |
|                   | (1)poste de protection civil + gendarmerie | Employées       | 20           | 50        | 1         |              |
|                   | (4) W C public + douches                   | Personnes       | 600          | 50        | 30        |              |
| 6                 | lot14:Résidence touristique                | Lits            | 384          | 300       | 115,2     | 115.2        |
| 7                 | lot16:Ferme agricole(Auberge)              | Lits            | 40           | 50        | 2         | 4            |
|                   | lot17:Auberge                              | Lits            | 40           | 50        | 2         |              |

**Tableau N°II.11-Evaluation des débits de pointe de chaque bassin urbain**

| N° Du B.U | nombre d'habitat | dotation | Qmoy,j (l/j) | Qmoy,j (l/s) | Kp | Q pte (l/s) | Q équipements (l/s) | totale (l/s) |
|-----------|------------------|----------|--------------|--------------|----|-------------|---------------------|--------------|
| 1         | /                | 150      | /            | /            | /  | /           | 1,35                | 1,35         |
| 2         | /                | 150      | /            | /            | /  | /           | 5,51                | 5,51         |
| 3         | /                | 150      | /            | /            | /  | /           | 4,72                | 4,72         |
| 4         | /                | 150      | /            | /            | /  | /           | 0,43                | 0,43         |
| 5         | /                | 150      | /            | /            | /  | /           | 0,41                | 0,41         |
| 6         | /                | 150      | /            | /            | /  | /           | 1,33                | 1,33         |
| 7         | 1266             | 150      | 152400       | 1,76         | 3  | 5,28        | 0,05                | 5,33         |

### III.2.1.3 Evaluation des débits d'eaux pluviales

Les eaux pluviales sont les eaux de ruissellement de surface issues des précipitations. Elles s'écoulent sur le sol pour éventuellement rejoindre des cours d'eau. L'estimation des eaux pluviales repose sur le découpage de l'aire de l'agglomération en sous bassins, suivant des critères bien précis comme la nature du sol et les limites naturelles, ensuite on estime un coefficient de ruissellement pondéré correspondant à chaque sous bassin. La quantification de ces eaux se fait suivant différentes méthodes, parmi ces méthodes on cite la méthode superficielle et la méthode rationnelle.

#### III.2.1.3.1 La méthode Rationnelle

La méthode rationnelle est une méthode qui permet de déterminer à l'aide d'une formulation simple les débits de pointe à l'exutoire d'un bassin versant, elle consiste à estimer le débit à partir d'un découpage du bassin versant en secteurs limités par les lignes isochrones, Elle consiste à estimer les débits pluviaux suite à une averse d'intensité moyenne « i » supposée constante durant la chute de pluie sur des surfaces d'influence de superficie « A », caractérisée par un coefficient de ruissellement « Cr ». La méthode rationnelle s'exprime par la formule suivante :

$$Q = \alpha . Cr . i . A \text{ (l / s)}$$

Avec :

- Q : débit d'eau de ruissellement (l / s).
- A : surface du bassin (ha).
- Cr : coefficient de ruissellement.
- i : intensité de précipitation (l / s / ha).
- $\alpha$  : Coefficient correcteur de l'intensité tenant compte de la distribution de la pluie dans l'espace, dont sa détermination est en fonction de la forme du sous bassin.

#### Hypothèses de la méthode rationnelle

Les hypothèses de de la méthode rationnelle sont les suivantes :

- L'intensité de l'averse en mm/h est uniforme sur l'ensemble du bassin drainé, dans le temps et dans l'espace ;
- L'intervalle de la récurrence du débit de pointe  $Q_p$  est le même que celui de l'averse d'intensité uniforme  $i$  ;
- Le coefficient de ruissellement est constant d'une averse à l'autre.

#### **Validité de la méthode rationnelle**

- Elle est applicable pour des surfaces limitées (inférieures à 10ha).
- Elle est applicable seulement pour les zones dont le temps de concentration est inférieur à 30 minutes.
- Elle n'est pas applicable pour des zones étendues car les calculs deviennent difficiles.

#### **III.2.1.3.2 La méthode Superficielle**

C'est une méthode proposée par A. Caquot en 1941, qui est une variante de la méthode rationnelle. Dans sa forme originale, elle repose sur une expression mathématique globale et surtout qui présente un intérêt pédagogique, explicite des composantes hydrologiques influant sur le ruissellement et a pour objectif une application manuelle plus facile à partir essentiellement de variables mesurables, intégrant notamment le temps de concentration difficile à appréhender.

Cette méthode se traduit par la relation suivante :

$$Q(f) = k^{\frac{1}{u}} \cdot I^{\frac{v}{u}} \cdot Cr^{\frac{1}{u}} \cdot A^{\frac{w}{u}}$$

Ou :

- $Q(f)$  : Débit pluvial de fréquence  $f$  ( $m^3/s$ ).
- $K, u, v, w$  : Coefficients dont les relations sont données ci-dessous.
- $I$  : Pente moyenne du collecteur du sous bassin considéré (m/m).
- $Cr$  : Coefficient de ruissellement.
- $A$  : Surface du sous bassin considéré (ha).

Les coefficients d'expression  $K, u, v, w$  sont donnés par les relations :

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

Avec :

$$v = -41,0 (fb)$$

$$u = 1 + 287,0 (fb)$$

$$w = 95,0 + 507,0 (fb)$$

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

$$I(t,f) = a(f) \cdot t^{b(f)}$$

Ou :

$i(t, f)$  : Intensité de pluie de durée  $t$  et de fréquence  $f$

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

$$I = \frac{Cam - Cav}{L}$$

- Cam : Cote amont du collecteur (m) ;
- Cav : Cote aval du collecteur (m) ;
- L : Longueur du collecteur (m) ;

Dans le cas où le tracé présente des pentes, on divise le parcours « L » du collecteur en tronçons et on détermine la longueur et la pente moyenne de chacun séparément, puis on détermine la pente équivalente pour des tronçons placés en série, en utilisant la formule suivante :

$$I_{eq} = \left[ \frac{\sum_{i=1}^N Li}{\sum_{i=1}^N \left( \frac{Li}{\sqrt{Ii}} \right)} \right]^2$$

- Li : Distance partielle du tronçon i ;
- Ii : Pente du tronçon i ;
- N : Nombre de tronçons.

En outre, si les tronçons sont placés en parallèles, on utilise la formule suivante pour calculer la pente moyenne équivalente :

$$I_{eq} = \left[ \frac{\sum_{i=1}^N Ii Qi}{\sum_{i=1}^N Qi} \right]^2$$

- Ii : Pente du tronçon i ;
- Qi : Débit du tronçon i ;
- N : Nombre des tronçons.

**Tableau N°III. - Evaluation des paramètres équivalents d'un groupement de bassins**

| Paramètres équivalents  | A <sub>eq</sub>   | C <sub>eq</sub>                               | I <sub>eq</sub>                                                                             | M <sub>eq</sub>                                                 |
|-------------------------|-------------------|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| <b>Bassins en série</b> | $\sum_{i=1}^N Ai$ | $\frac{\sum_{i=1}^N Cri.Ai}{\sum_{i=1}^N Ai}$ | $\left[ \frac{\sum_{i=1}^N Ii}{\sum_{i=1}^N \left( \frac{Li}{\sqrt{Ii}} \right)} \right]^2$ | $\left[ \frac{\sum_{i=1}^N Li}{\sqrt{\sum_{i=1}^N Ai}} \right]$ |

|                             |                    |                                                    |                                                                  |                                                                       |
|-----------------------------|--------------------|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| <b>Bassins en parallèle</b> | $\sum_{i=1}^N A_i$ | $\frac{\sum_{i=1}^N C_{ri}.A_i}{\sum_{i=1}^N A_i}$ | $\left[ \frac{\sum_{i=1}^N l_i Q_i}{\sum_{i=1}^N Q_i} \right]^2$ | $\left[ \frac{L(Q_{pj} \dots \max)}{\sqrt{\sum_{i=1}^N A_i}} \right]$ |
|-----------------------------|--------------------|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|

La valeur du débit Q (f) correspond à une valeur brute, on obtient alors la valeur de Q(f) corrigé en multipliant le débit brute par un coefficient m :

$$Q(f) \text{ corrigé} = m Q(f) \text{ brute} \dots (II.20)$$

Avec :

m : Coefficient d'influence donné par l'expression qui suit :

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

Et M : Coefficient d'allongement  $M = \frac{L}{\sqrt{A}}$

Où :

- L : Longueur du plus long parcours hydraulique en (m) ;
- A : Surface du bassin considéré en (m<sup>2</sup>).

#### Limite d'application de la méthode superficielle

La méthode superficielle peut être appliquée si :

- La pente comprise entre 0,002 et 0.05 m/m ;
- Le coefficient de ruissellement est compris entre 0,2 et 1 ;
- La surface total :  $A \leq 200$  ha ;
- Le coefficient d'allongement :  $M \geq 0,8$ .

#### III.2.1.4 Choix de la méthode de calcul

Sachant qu'on a la possibilité de diviser notre zone d'étude en sous bassins dont la superficie est inférieure ou égale à 10 ha et d'estimer le coefficient de ruissellement pour chaque sous bassins en se basant sur la nature du sol et de l'urbanisation, nous optons pour l'application de la méthode rationnelle. Les résultats de calcul des débits pluviaux pour les sous bassins en utilisant la méthode rationnelle sont montrés dans le tableau ci-dessous :

**Tableau N°III.- Calcul des débits pluviaux pour chaque sous bassin**

| N°<br>du<br>S B | Occupation de sol                   | Surfaces<br>élémentaires<br>Ai (ha) | Cri  | I<br>( l/s/ha) | Q pluv<br>(l/s) | Q pluv<br>(m3/s) |
|-----------------|-------------------------------------|-------------------------------------|------|----------------|-----------------|------------------|
| 1               | lot : 1Administration de la ZET     | 0,4                                 | 0,6  | 162,04         | 38,89           | 0,039            |
|                 | lot2 : Résidence touristique        | 3,5                                 | 0,52 | 162,04         | 294,91          | 0,295            |
|                 | lot3 : Résidences touristiques      | 2,92                                | 0,55 | 162,04         | 260,24          | 0,260            |
|                 | lot4 : Centre de repos familial     | 4,37                                | 0,3  | 162,04         | 212,43          | 0,212            |
|                 | parking+surfaces godronnées         | 5,95                                | 0,5  | 162,04         | 482,07          | 0,482            |
| 2               | lot5 : Centre commercial            | 1,2                                 | 0,51 | 162,04         | 99,17           | 0,099            |
|                 | lot6 : Hôtel                        | 2,09                                | 0,49 | 162,04         | 165,95          | 0,166            |
|                 | lot7 : Résidences touristiques      | 2,81                                | 0,53 | 162,04         | 241,33          | 0,241            |
|                 | lot8 : Parc d'attraction            | 1,76                                | 0,52 | 162,04         | 148,30          | 0,148            |
|                 | Hôtel                               | 2,82                                | 0,5  | 162,04         | 228,48          | 0,228            |
|                 | C, C, C, A                          | 1,68                                | 0,48 | 162,04         | 130,67          | 0,131            |
|                 | surfaces godronnées                 | 4,03                                | 0,5  | 162,04         | 326,51          | 0,327            |
| 3               | surfaces godronnées                 | 2,61                                | 0,5  | 162,04         | 211,46          | 0,211            |
|                 | lot9 : Hôtel                        | 0,57                                | 0,6  | 162,04         | 55,42           | 0,055            |
|                 | lot10 : Village de vacances         | 3,29                                | 0,51 | 162,04         | 271,89          | 0,272            |
|                 | lot11 : Villages de vacances        | 3,01                                | 0,48 | 162,04         | 234,12          | 0,234            |
|                 | lot12 : Villages de vacances        | 3,05                                | 0,49 | 162,04         | 242,17          | 0,242            |
|                 | lot13 : parking+Forêt<br>récréative | 4,39                                | 0,3  | 162,04         | 213,41          | 0,213            |
| 4               | chemin piéton                       | 7,3                                 | /    | 162,04         | /               | /                |
| 5               | chemin piéton                       | 5,57                                | /    | 162,04         | /               | /                |
| 6               | lot14 : Résidence touristique       | 3,83                                | 0,52 | 162,04         | 322,72          | 0,323            |
|                 | lot15 : Forêt récréative            | 6,23                                | 0,3  | 162,04         | 302,85          | 0,303            |
|                 | surfaces godronnées                 | 6,07                                | 0,5  | 162,04         | 491,79          | 0,492            |
|                 | parking+jardin                      | 7,72                                | 0,35 | 162,04         | 437,83          | 0,438            |
| 7               | lot16 : Ferme<br>agricole(Auberge)  | 7,31                                | 0,3  | 162,04         | 355,35          | 0,355            |
|                 | lot17 : Auberge                     | 8,68                                | 0,3  | 162,04         | 421,95          | 0,422            |
|                 | habitat1                            | 7,63                                | 0,5  | 162,04         | 618,18          | 0,618            |
|                 | habitat2                            | 10,6                                | 0,5  | 162,04         | 858,81          | 0,859            |
|                 | habitat3                            | 4,82                                | 0,5  | 162,04         | 390,52          | 0,391            |

### **Conclusion**

Dans ce chapitre nous avons procédé au calcul des débits des eaux usées et pluviales pour chaque bassin urbain.

D'après les valeurs obtenues, on constate que les débits d'eaux usées sont négligeables par rapport aux débits d'eaux pluviales, par conséquent le choix du système d'assainissement doit être judicieux afin d'éviter le problème d'auto curage dans le cas de débits minimum.

# IV Calcul hydraulique

## Introduction

Le dimensionnement d'un réseau d'assainissement repose en très grande partie sur la bonne estimation des paramètres de l'écoulement hydraulique (vitesse d'écoulement, débit, pente...) dans le but d'assurer un bon rendement ainsi qu'une grande durabilité pour ce dernier. Les paramètres hydrauliques ainsi que les dimensions des conduites composant le réseau d'assainissement de la zone ouest de Rouïba vont être présentés dans ce qui suit.

### IV.1 Conditions d'écoulement et de dimensionnement

L'écoulement en assainissement est gravitaire dans la mesure du possible, donc tributaire de la topographie du terrain naturel. IL doit aussi assurer une vitesse permettant l'auto curage qui ne favorise pas les dégradations au niveau des conduites.

La vitesse d'auto curage qui empêchera les dépôts de sable, facilement décantable dans les collecteurs est de l'ordre de :

- **au moins 0,6 m/s** pour le un dixième du débit de pleine section.
- **au moins 0,3 m/s** pour le un centième du débit de pleine section.
  
- La vitesse d'érosion représente la limite supérieure (entre **4 et 5 m/s**), au-dessus de laquelle les parois internes des conduites seront soumises à une forte érosion étant donné que les eaux sont chargées.

### IV.2 Choix du matériau des conduites gravitaires

Le choix se fera en se basant sur les données du projet qui sont :

- Les diamètres utilisés.
- La nature du sous-sol traversé.
- La nature des effluents évacués dans le réseau.
- Les charges mécaniques exercées sur l'étendue de chaque section.

#### Remarque :

Dans notre projet on va opter pour des conduites en PVC (pour le dimensionnement de réseau des eaux usés) ainsi que des conduites en béton armé (pour le dimensionnement de réseau des eaux pluviales et le réseau unitaire).

### IV.3 Mode de calcul

- Avant de procéder au calcul hydraulique du réseau d'assainissement en gravitaire, on considère l'hypothèse suivante :
- L'écoulement est uniforme à surface libre, le gradient hydraulique de perte de charge 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.

## Chapitre 4 : calcul hydraulique

- 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 que celles pour lesquelles elles ont été calculées.
- Les calculs des écoulements dans les réseaux doivent être conduits en fonction des contraintes : débits connus, sections et pentes des collecteurs imposées. Le débit  $Q$  s'exprime par la formule :

$$Q = V.S \dots (IV.1)$$

Avec :

- $Q$  : Débit ( $m^3/s$ ).
- $S$  : Section mouillée ( $m^2$ ).
- $V$  : Vitesse d'écoulement ( $m/s$ ).

Cette vitesse se calcule par différentes expressions. Si on choisit la formule de Manning, la vitesse en  $m/s$  est déterminée par l'expression :

$$V = K_s . R^{3/2} . I_m^{1/2} \dots (IV.2)$$

Où :

- $K_s$  : Coefficient de rugosité.
- $R$  : Le rayon hydraulique ( $m$ ).

$$R = S_m / P_m$$

Avec :

$S_m$  : section mouillée

$P_m$  : périmètre mouillé

- $I_m$  : Pente motrice nécessaire à l'écoulement d'un débit  $Q$  donné ( $m/m$ ).

Concernant le diamètre, il sera calculé par la formule suivante :

$$D_{cal} = \left( \frac{3,2036 . Q_t}{K_s . \sqrt{I_i}} \right)^{\frac{3}{8}}$$

Tel que :

$$Q_t = Q_{usée} + Q_{pluv},$$

avec :

- $Q_{usée}$  : débit d'eau usée ( $m^3/s$ ).
- $Q_{pluv}$  : débit d'eau pluviale ( $m^3/s$ ).
- Le débit à pleine section est donné par la relation suivante :

$$Q_{ps} = V_{ps} . \frac{\pi . (D_{nor})^2}{4}$$

- $D_{nor}$  : Diamètre normalisé de la conduite ( $m$ ).
- $V_{ps}$  : Vitesse à pleine section ( $m/s$ ).

Le calcul de la vitesse à pleine section se fera par l'intermédiaire de la relation suivante :

$$V_{ps} = K . (D_{nor} / 4)^{3/2} . \sqrt{I_m} \dots (IV.3)$$

La vitesse moyenne et la hauteur de remplissage dans la conduite sont calculées à partir des relations suivantes :

- Rapport des débits  
$$R_q = Q_t / Q_{ps} \dots (IV.4)$$
- Rapport des vitesses  
$$V_v = V / V_{ps} \dots (IV.5)$$
- Rapport des hauteurs  
$$R_h = H / D_{nor} \dots (IV.6)$$

Avec :

- Q : Débit véhiculé par la conduite circulaire en (m<sup>3</sup>/s)
- V : vitesse d'écoulement de l'eau en (m/s)
- H : hauteur de remplissage dans la conduite en (m)
- D<sub>nor</sub> : diamètre normalisé de la conduite en (mm)
- I : pente du collecteur en (m/m)

### Remarque :

Les résultats de calculs (dimensionnement des collecteurs d'eau usée et pluvial) sont dans l'Annexe (Annexe chapitre IV).

## Conclusion

Dans ce chapitre nous avons dimensionné notre réseau d'assainissement, en choisissant le type des matériaux et en calculant les dimensions des conduites.

Les résultats sont comme suit :

- Réseau séparative
  - Réseau d'eaux usés : conduites en PVC  $\phi 200 - 250$  L totale=2921.43m
  - Réseau d'eaux pluviales : conduites en béton  $\phi 400 - 1200$  L totale=3355.53m
- Réseau unitaire :
  - Conduites en béton  $\phi 800 - 1200$  L totale=4806.21m

# V STATION DE RELEVAGE

## **Introduction**

L'assainissement des agglomérations doit se faire de préférence gravitairement, mais parfois on se trouve face à des contraintes, qui nous obligent à utiliser d'autres systèmes spéciaux d'évacuation, dont le fonctionnement hydraulique, n'étant plus gravitaire et nécessite des dépenses importantes d'énergie. Ils sont donc réservés à des situations exceptionnelles.

Parmi ces systèmes, on trouve l'assainissement sous pression. Après avoir choisi le tracé et dimensionné les collecteurs gravitaires, on utilise des pompes spéciales pour le refoulement des eaux usées. On dimensionnera dans ce chapitre une station de pompage ainsi que la conduite de refoulement, qui a un rôle primordial pour acheminer les eaux usées vers un émissaire existant.

### **V.1 Les stations de pompages en assainissement**

Pour atteindre le but de ce projet (transfert des rejets), on doit compléter notre système d'évacuation par le dimensionnement de la station de relevage (pompage), ainsi que tous les équipements auxiliaires.

L'étude des stations de pompage doit prendre en compte l'analyse des données, le choix des pompes et des équipements, le rendement, la sécurité...etc.

#### **V.1.1 Rôle des stations de pompage**

Pour transférer un volume d'eau, on cherche toujours un itinéraire à écoulement gravitaire, pour des raisons économiques, techniques et d'exploitation. Cependant des contraintes peuvent être rencontrées sur le terrain (terrain accidenté, terrain plat...ect.) où l'évacuation ne pourra pas se faire gravitairement, on a donc recours à des systèmes de pompage.

Il existe des stations de :

- Relevage : c'est un refoulement de longueur très réduite (quelques mètres) ;
- Refoulement : qui comporte une canalisation de refoulement en sortie de station et sur des distances importantes.

#### **V.1.2 Particularités des stations de pompage d'eaux usées**

Les stations de pompage en assainissement (eaux usées et eaux pluviales) présentent les particularités suivantes :

- Les stations sont très souvent implantées en milieu urbanisé ;
- Le niveau d'aspiration des pompes se situe en général à quelques mètres au-dessous du niveau du sol ;
- Les possibilités de stockage des eaux à pomper sont généralement relativement réduites pour limiter les risques de dépôts dans les bâches de pompage. Les conditions de régularisation de ces stations sont différentes de celles des stations de pompage des systèmes d'alimentation en eau potable.
- Les eaux pompées présentent des caractéristiques très différentes des eaux traitées du fait que ces eaux peuvent contenir des déchets de toutes natures, des matières flottantes, en suspension ou en charriage, une partie de ces matières étant susceptibles de se déposer et de fermenter en dégageant de l'hydrogène sulfuré  $H_2S$ .

### **V.1.3 Conception générale**

En liaison avec la nature des eaux pompées, deux ensembles de point sont essentiel dans la conception des stations de pompage assainissement :

- La bache d'aspiration doit permettre une alimentation hydrauliquement satisfaisante des groupes électropompes, et limiter les possibilités de dépôts.
- Les équipements doivent être adaptés au type de stations (types de pompes).

### **V.1.4 Intégration des stations dans l'environnement**

La plupart des stations de pompage d'assainissement se situent en milieu urbanisé. La nature des eaux pompées peut être une source supplémentaire de nuisances, donc des dispositions particulières doivent être prises au niveau de leur conception générale et de leurs équipements.

#### **V.1.4.1 Bruits et vibrations**

Le niveau de l'eau à pomper se trouve généralement au-dessous du niveau du sol. Les bruits et les vibrations des stations proviennent des groupes électropompes qui sont installés avec une aspiration en charge et disposés par conséquent au-dessous de niveau du sol.

Cette disposition des groupes de pompes est favorable pour limiter le risque de propagation des bruits et des vibrations. L'utilisation de groupes électropompes immergés dans la fosse d'aspiration réduit aussi les bruits et les vibrations. Des manchons souples antivibrations et des supports élastiques sont installés pour limiter leurs diffusions par les canalisations au génie civil.

#### **V.1.4.2 Odeurs**

Le développement des fermentations des eaux et des dépôts à l'intérieur de la station et dans le réseau amont peut être la source d'émission de mauvaises odeurs. Ces fermentations sont dangereuses pour le personnel d'exploitation (gaz pouvant être mortel) et pour les installations (corrosion). Des mesures et des dispositions doivent se prendre pour limiter leurs effets.

## **V.2 Groupes électropompes**

Trois types de groupes électropompes sont utilisés actuellement en assainissement :

- Les groupes électropompes de types submersibles : Ils peuvent suivant leur conception, être immergés dans la bache d'aspiration ou disposés dans une fosse sèche accolée à cette bache.
- Les groupes à vis d'Archimède : conçus pour les faibles hauteurs et les grands débits. Ils sont utilisés aux extrémités des réseaux pour des relèvements vers une station d'épuration des eaux usées ou pour des rejets dans le milieu récepteur (cas fréquent des eaux pluviales).
- Les groupes électropompes classiques en fosse sèche : Utilisés pour les eaux traités ou les eaux brutes (pour les grands débits). Ces types de groupes électropompes

classiques en fosse sèche ne sont plus utilisés actuellement dans les nouveaux projets, car souvent ils ne s'adaptent pas à la problématique du pompage des eaux usées et surtout pour des raisons de coûts liés à la conception de ce type de station (infrastructure d'exploitation...)

### V.3.1 Choix de nombre et du type de pompe

La station de pompage doit être équipée d'un nombre suffisant de pompes qui puissent fournir le débit demandé, tel que :

$$N = n_p + n_{ps} \dots (V.1)$$

Où :

N : nombre de pompes installées.

$n_{ps}$  : nombre de pompes de secours.

$n_p$  : nombre de pompes de fonctionnement.

Le nombre de pompes de secours varie suivant le nombre total des pompes installés. Pour un nombre inférieur à 4 le nombre de pompes de secours est égal à 1.

### V.3.2 Critère du choix d'une pompe

Les pompes choisies doivent répondre aux conditions suivantes :

- Assurer la hauteur et le débit calculé.
- Le nombre de pompe doit être minimum.
- Assurer le rendement maximal de la pompe.
- $NPSH_r$  minimum.
- Puissance absorbée minimum.

## V.3 Dimensionnements de la station de pompage

En se basant sur les données existantes, on va faire le dimensionnement de la station de relevage.

### V.3.3 Choix des pompes pour notre station

Pour le choix du type de pompe, on a utilisé logiciel de sélection de pompe Caprari.

Les caractéristiques de la pompe choisie sont illustrées dans les Tableaux suivants :

**Tableau V.1 : Caractéristiques techniques de la pompe choisie**

| Station | Type de pompe               | Nombre de pompes | Débit unitaire ( $m^3/h$ ) | HMT (m) | Vitesse de rotation (tour/min) | Puissance absorbée (Kw) | rendement (%) |
|---------|-----------------------------|------------------|----------------------------|---------|--------------------------------|-------------------------|---------------|
| Sp      | Submersible KSMFH 04041NA-E | 1+1              | 18.504                     | 19.05   | 1750                           | 4.05                    | 25.6          |

**Remarque :**

- Le nombre de pompes dans notre station est de 2 soit le système 1+1 (une pompe qui fonctionne et l'autre de secours).
- Les courbes caractéristiques et le schéma des pompes choisies sont représentés dans l'annexe.

**V.3.4 Choix de l'emplacement et du type de la station de pompage**

L'implantation et le type de la station de refoulement sont établis suivant des considérations techniques et économiques, ils vérifient certains critères et conditions d'établissement du bâtiment de la station notamment aux conditions topographique et géologiques.

- L'emplacement de la station et des ouvrages doit assurer les conditions de fonctionnement les plus adéquates avec le minimum possible de surface occupée.
- Assurant l'accès des voitures, des engins, des pompiers, à tout le bâtiment et à tout ouvrage (visite et réparation).
- Elle dépend du relief d'accès de l'alimentation en énergie électrique.
- prévoir de la verdure autour de la station.

**V.3.4.1 Données de base initiales**

Les données nécessaires à l'élaboration de notre station de relevage sont les suivantes :

- la quantité d'eau (débit) demandée par la station et qui est orientée vers un regard.
- le plan topographique : ce plan permet de faire le choix de l'emplacement de la station et du tracé de la conduite de refoulement avec les différentes côtes topographiques.
- la source d'énergie électrique : elle permet de faire le choix technico-économique de certains équipements.

**Remarque :**

$$Q=0.00514\text{m}^3/\text{s}$$

$$L=1053\text{m}$$

**V.3.4.2 Type de bâtiment de la station**

Le bâtiment de la station de pompage se construira pour abriter l'ensemble des installations suivantes :

- équipements hydrauliques, hydromécaniques, principaux et auxiliaires.
- appareillage électrique.
- locaux du personnel.

On distingue donc les types de bâtiments suivant :

- Bâtiments type Bloc
- Bâtiments type bache sèche.
- Bâtiments type bache mouillée (pompe submersible).
- Bâtiments type enterrée.

**Remarque :**

Vu les conditions géologiques et topographiques du site de la station et vue notre choix de pompes submersible, on opte pour un bâtiment type bache mouillée qui est adapté aux pompes submersibles.

**V.3.5 Equipements du poste de relevage**

Vu la nature des eaux pompées, les équipements hydrauliques doivent être adaptés aux eaux chargées (boues, déchets...). Ils doivent être facilement accessibles pour la maintenance et l'entretien et pour ce faire il est recommandé de les installer dans une chambre annexe, hors du puisard de pompage.

En résumé, un poste de pompage est constitué des éléments hydrauliques suivants :

- La vanne placée après le clapet, qui permet d'isoler la pompe lors de l'entretien et du démarrage.
- Le clapet anti-retour, généralement un clapet à simple battant. En cas de protection anti bélier avec un réservoir d'air au refoulement, il faut un clapet avec contrepoids pour fermeture rapide.
- Equipement de mesure : les équipements bien adaptés pour la mesure des débits d'eaux usées en écoulement en charge sont les débitmètres électromagnétiques ou ultrasons.

**V.4 Dimensionnement de la Conduite de refoulement**

**V.4.1 Choix du matériau de la conduite**

Le choix entre les différents types de matériaux des tuyaux est basé sur des critères techniques et économiques

Le choix aussi doit répondre aussi aux trois points suivants :

- Résistance aux actions chimiques du sol.
- Bonne étanchéité.
- Résistance aux actions mécaniques dues aux charges externes.

**Remarque :**

Pour notre projet on optera pour des conduites de refoulement en PEHD

Les tuyaux en PEHD sont caractérisés par :

- La légèreté.
- Bonne résistance aux contraintes (choc et écrasement).
- Pas de corrosion.

Le tableau ci-dessous, nous donne les épaisseurs et les prix du mètre linéaire correspondant aux différents diamètres des conduites en PEHD.

**Tableau V.3 : Dimension et prix des tuyaux en PEHD (fourniture et pose)**

| <b>Diamètres<br/>(mm)</b> | <b>Epaisseur<br/>(mm)</b> | <b>Pression nominale<br/>(Bar)</b> | <b>Prix du ml<br/>(DA)</b> |
|---------------------------|---------------------------|------------------------------------|----------------------------|
| <b>200</b>                | 18,6                      | 16                                 | 3269                       |
| <b>250</b>                | 22,7                      | 16                                 | 5058                       |
| <b>315</b>                | 28,6                      | 16                                 | 7682                       |
| <b>400</b>                | 36,3                      | 16                                 | 12474                      |
| <b>500</b>                | 45,4                      | 16                                 | 19289                      |
| <b>630</b>                | 57,2                      | 16                                 | 29728                      |

## **V.4.2 Diamètre économique de la conduite de refoulement**

### **V.4.2.1 Calcul approximative du diamètre**

En première approximation, on déterminera le diamètre par les deux formules ci-dessus, puis par une étude technico-économique.

- Le diamètre par la formule de **BONNIN** :  $D = \sqrt{Q}$  (V.5)
- Le diamètre par la formule de **BRESS** :  $D = 1.5 \sqrt{Q}$  (V.6)

Où :

D est le diamètre de la conduite en (m)

Q : est le débit véhiculé en (m<sup>3</sup>/s).

Valeurs des diamètres selon les deux formules :

- **BONNIN : 0.072 m**
- **BRESS : 0.1075 m**

### **V.4.2.2 Détermination du diamètre technico-économique**

L'étude consiste à la détermination du diamètre économique des conduites de refoulements entre les différents postes de relevage. Nous savons que les investissements sont proportionnels aux diamètres, mais l'énergie consommée pour un même débit avec des diamètres différents est inversement proportionnelle. Notre but consiste à déterminer le diamètre qui engendre le moins de frais. Ce qu'on appelle diamètre économique.

#### **V.4.2.2.1 Frais d'exploitation**

Dans le but de trouver un diamètre qui nous optimise le coût d'exploitation (coût d'énergie électrique), nous devons passer par une chaîne de calcul, afin d'arriver aux coûts de l'énergie électrique correspondant à chacun des différents diamètres disponibles.

##### **❖ Hauteur manométrique totale :**

Pour déterminer les hauteurs manométriques (H<sub>mt</sub>) correspondants à chaque diamètre.

On doit d'abord déterminer les pertes de charge ( $\Delta h$ ) engendrées dans chacun des diamètres. et on Connaissant la hauteur géométrique ( $H_g$ ) on a que,

La hauteur manométrique totale est calculée par la formule suivante :

$$H_{mt} = H_g + \sum \Delta h \dots (V.7)$$

Avec :

$H_g$  : hauteur géométrique (m)

$\sum \Delta h$  : la somme des pertes de charges.

La hauteur géométrique est la différence de niveau entre le niveau minimum du puisard et la cote du point le plus élevé de cette conduite de refoulement.

- La cote de niveau min du puisard= 0.27 m
- La cote du plan d'eau du regard tampon = 4.97 m
- Donc la hauteur géométrique  $H_g = 4.97 - 0.27 = 4.7$  m

❖ **Le gradient de perte de charge :**

Le gradient de perte de charge est calculé avec la relation suivante :

$$\sum h_p = 1.15 * \left( \frac{8 * \lambda * l * Q^2}{\pi^2 * D^5 * g} \right) \dots (V.8)$$

Avec :

$Q$  : débit d'eau usée à refouler (m<sup>3</sup>/s).

$L$  : longueur de la conduite (m)

$D$  : diamètre de la conduite (m)

$g$  : la force de pesanteur (m<sup>2</sup>/s)

$\lambda$  : coefficient de frottement d'après la formule de NIKURADZE

$$\lambda = \left( 1.14 - 0.86 \ln \frac{\varepsilon}{D} \right)^{-2}$$

$\varepsilon$  : rugosité absolue de la conduite en PEHD égale à 0,01 mm

❖ **Puissance de pompage :**

On peut calculer la puissance du pompage par formule suivante :

$$P = \frac{Q * g * H_{mt} * \rho}{\eta} \dots (V.9)$$

Avec :

$P$  : puissance absorbée par la pompe (KW)

$\rho$  : densité des eaux usées.

$\eta$  : rendement de la station de pompage, on peut le prendre 70 % (pour un premier calcul avant le choix des pompes).

❖ **Energie consommée par le pompage :**

L'énergie consommée par notre station pendant une année est le produit de la puissance de pompage par le nombre d'heures de pompage par année.

$$E = P * n * t * 365.. (V.10)$$

**Avec :**

**E** : énergie consommée pendant une année (KW)

**P** : puissance de pompage (KW)

**n** : nombre de pompes.

**t**: temps de pompage par jour (h) = 16 heures

❖ **Dépenses annuelles de l'énergie :**

Les dépenses annuelles de l'énergie sont le produit du prix unitaire du KWh et de l'énergie consommée par année.

$$K = \delta * E ....(V.11)$$

**Avec :**

**K** : dépenses annuelles d'énergie (DA)

**E** : énergie consommée par année (KWh)

**δ** : prix du KWh, varie deux fois par jour.

L'énergie consommée par notre station pendant une année est le produit de la puissance de pompage par le nombre d'heures de pompage par année.

**Tableau V.4: Variation journalière des prix de l'énergie électrique.**

| Période     | Horaires | Nombred'heure (h) | Prix du KWh (DA) |
|-------------|----------|-------------------|------------------|
| Pointe      | 17 à 21h | 4                 | 7,2668           |
| Hors pointe | 21 à 17h | 20                | 1,5053           |

Source : SONELGAZ (BAREMES DES PRIX)

**V.4.2.2.2 Frais d'amortissement**

Les frais d'amortissement augmentent avec le diamètre de la canalisation, on doit tenir compte de l'annuité (A) d'amortissement, qui amortit un capital investi au taux (i) pour une période en principe égale à la durée de vie du matériel (conduite) qui est égale à 30 ans.

$$F = \text{Prix} * A ....(V.12)$$

Les frais d'amortissement sont donnés par la formule suivante :

$$A = i + \frac{i}{(1+i)^n - 1}$$

**Avec :**

**i** : taux d'annuité (8 à 12% en Algérie) en fonction du type d'investissement, on le prendra égale à 10%.

n : nombre d'année d'amortissement (n=30 ans).

$$A=0,1 + \frac{0,1}{(1+0,1)^{30}-1} = 0,106$$

#### V.4.2.2.3 Résultats sur le Refoulement

##### ❖ Frais d'exploitation:

Les résultats du calcul sont regroupés dans le Tableau V.7

**Tableau V.5:Frais d'exploitation en fonction du diamètre refoulement**

| Diamètres<br>mm | $\lambda$  | $\sum hp$<br>(m) | HMT<br>(m) | Pt (Kw)    | Ea (Kw.h)  | Fexp (DA)  |
|-----------------|------------|------------------|------------|------------|------------|------------|
| 200             | 0,01072298 | 0,088670622      | 4,78867062 | 0,3794388  | 1107,96129 | 4859,57364 |
| 250             | 0,01030918 | 0,027934338      | 4,72793434 | 0,37462625 | 1093,90866 | 4797,93807 |
| 315             | 0,00990536 | 0,008451457      | 4,70845146 | 0,37308249 | 1089,40088 | 4778,16671 |
| 400             | 0,00951238 | 0,002458121      | 4,70245812 | 0,3726076  | 1088,01419 | 4772,08464 |
| 500             | 0,00916605 | 0,000776151      | 4,70077615 | 0,37247433 | 1087,62503 | 4770,37776 |
| 600             | 0,00889693 | 0,00030276       | 4,70030276 | 0,37243682 | 1087,5155  | 4769,89736 |

##### ❖ Frais d'amortissement

Les résultats du calcul sont regroupés dans le Tableau suivant :

**Tableau V.6:Frais d'amortissement en fonction du diamètre refoulement**

| Diamètres<br>mm | Prix au ml de<br>la conduite<br>(DA) | Longueur de<br>la conduite<br>(m) | prix de<br>conduite<br>(DA) | annuité<br>total | fraisd'amortissem<br>ent<br>(DA) |
|-----------------|--------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|------------------|----------------------------------|
| 200             | 3269                                 | 1053                              | 3442257                     | 0,11             | 378648,27                        |
| 250             | 5058                                 | 1053                              | 5326074                     | 0,11             | 585868,14                        |
| 315             | 7682                                 | 1053                              | 8089146                     | 0,11             | 889806,06                        |
| 400             | 12474                                | 1053                              | 13135122                    | 0,11             | 1444863,4                        |
| 500             | 19289                                | 1053                              | 20311317                    | 0,11             | 2234244,9                        |
| 600             | 29728                                | 1053                              | 31303584                    | 0,11             | 3443394,2                        |

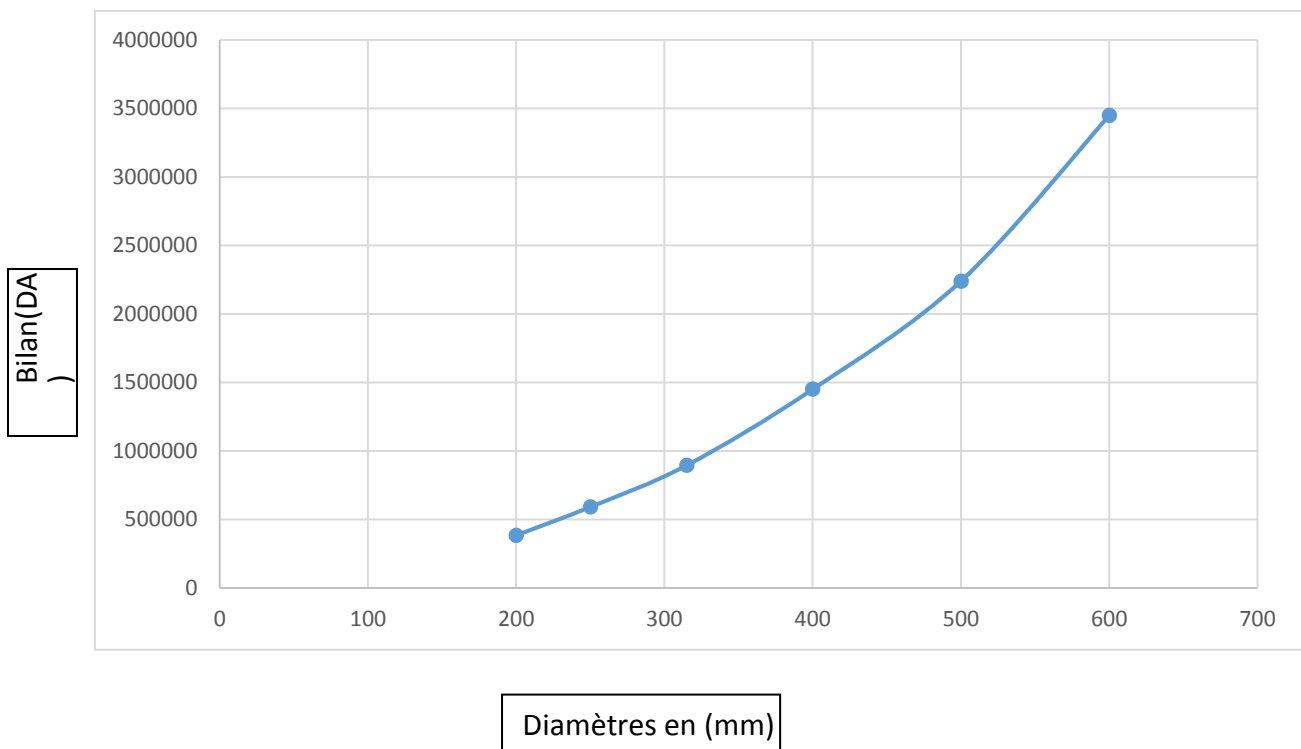
Après avoir calculé les frais d'amortissement et ceux de l'exploitation, on fait leur somme pour tirer le diamètre économique qui correspond au cout minimal.

Les résultats du calcul sont représentés dans le Tableau V.7

**Tableau V.7 : Bilan des frais d'exploitations et d'amortissements refoulement**

| Diamètres (mm) | Amortissement (DA) | Exploitation (DA) | Total (DA)  |
|----------------|--------------------|-------------------|-------------|
| 200            | 4859,57364         | 378648,27         | 383507,8436 |
| 250            | 4797,93807         | 585868,14         | 590666,0781 |
| 315            | 4778,16671         | 889806,06         | 894584,2267 |
| 400            | 4772,08464         | 1444863,4         | 1449635,505 |
| 500            | 4770,37776         | 2234244,9         | 2239015,248 |
| 600            | 4769,89736         | 3443394,2         | 3448164,137 |

La représentation graphique des résultats du tableau V.7 permet de déduire le diamètre économique, au point le plus bas de la courbe.



**Figure V 1 : diamètre économique**

**Remarque :**

- Le diamètre économique de la conduite de refoulement (SR) est de **200mm**.

Vérification de la vitesse :

$$Q = V \cdot S \Rightarrow V = Q/S = 0,00514 / (\pi \cdot (0,200 / 2)^2)$$

**V=0.952 m/s** la vitesse est vérifié.

### **Conclusion**

A la fin de cette partie on a pu dimensionner la station de refoulement ainsi que la conduite de refoulement.

En tout on a 2 pompes immergées (1+1) et une conduite de refoulement de 1053 m de long et de diamètre de 200 mm.

# **Éléments constitutifs du réseau**

## Introduction

Le réseau d'assainissement est une ossature composée de plusieurs éléments, ces derniers assurent l'arrivée de l'eau en écoulement libre gravitaire de l'agglomération jusqu'à l'exutoire sans débordement. Le choix du type des éléments et de la matière de fabrication dépend de la qualité et de la quantité des eaux évacuées d'une part, et la nature du terrain et les surcharges d'autre part. On peut classer ces éléments en deux catégories :

- Les ouvrages principaux.
- Les ouvrages annexes.

## VI.1 Les ouvrages principaux

Les ouvrages principaux correspondant aux ouvrages d'évacuation des effluents vers le point de rejet ou vers la station d'épuration comprennent les conduites et les joints.

### VI.1.1 Les canalisations

Elles se présentent sous plusieurs formes cylindriques préfabriquées en usine. Elles sont désignées par leurs diamètres intérieurs, dit diamètres nominaux exprimés en millimètre, ou ovoïdes préfabriqués désignés par leur hauteur exprimée en centimètre et, des ouvrages visitables.

Dans notre projet nous adoptons les canalisations de forme circulaire.

#### VI.1.1.1 Type de canalisation

Il existe plusieurs types de conduites qui sont différents suivant leur matériau et leur destination.

##### ❖ Conduites en béton non armé

Les tuyaux en béton non armé sont fabriqués mécaniquement par procédé assurant une compacité élevée du béton. La longueur utile ne doit pas dépasser 2,50m. Ces types de tuyaux ont une rupture brutale, mais à moins que la hauteur de recouvrement ne soit insuffisante. Elle survient aux premiers âges de la canalisation. Il est déconseillé d'utiliser les tuyaux non armés pour des canalisations visitables. (3)

##### ❖ Conduites en béton armé

Les tuyaux en béton armé sont fabriqués mécaniquement par un procédé assurant une compacité élevée du béton (compression radiale, vibration, centrifugation). Les tuyaux comportent deux séries d'armatures, la première est formée des barres droites appelées génératrices, la deuxième est formée des spires en hélice continues d'un pas régulier maximal de 1,5 m. La longueur utile ne doit pas être supérieure à 2m. (3)

##### ❖ Conduites en grès

Le grès servant à la fabrication des tuyaux est obtenu à parties égales d'argile contenant de silice, l'alumine et de sable argileux cuits entre 1200°C à 1300°C. Le matériau obtenu est très

imperméable. Il est inattaquable aux agents chimiques, sauf l'acide fluorhydrique. L'utilisation de ce genre est recommandée dans les zones industrielles. La longueur minimale est de 1 m. (3)

L'inconvénient c'est qu'il résiste mal aux tassements.

L'assemblage se fait par :

- Joint au mortier de ciment.
- Joint avec corde goudronnée et mortier de ciment.
- Joint à double anneaux.

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

Le PVC fait partie de la famille des thermoplastiques c'est une résine synthétique résultant de la polymérisation du chlorure de vinyle manomère celui-ci étant obtenu par synthèse à partir du chlorure d'hydrogène. Le PVC rigide non plastifié utilisé en Assainissement est opaque et de couleur normalisée gris clair. Il offre une exceptionnelle résistance à l'agression d'ordre chimique de ce fait offrir un intérêt dans les installations internes industrielles. Si les tuyaux ne sont pas destinés à être assemblés par manchons à doubles bagues d'étanchéité il comporte à l'une de leurs extrémités une emboîture façonnée en usine munie d'un dispositif pour loger ou retenir une bague en élastomère. Les joints collés ne peuvent être admis que pour les tuyaux de faible diamètre c'est-à-dire pour les branchements. Les tuyaux en PVC non plastifiés sont sensibles à l'effet de température. (3)

#### ❖ Les conduites ovoïdes

Celles-là sont des conduites de forme parabolique évasées, fermées à leur partie supérieure. Cette forme de conduite a été mise au point afin d'obtenir une vitesse d'écoulement aussi constante que possible quel que soit le débit. Un autre intérêt de cette forme de conduites est de permettre un accès relativement facile au réseau. Certains conduites possèdent des cuvettes uniquement (sorte de canaux à petite section) d'autres de section plus importante possèdent des cuvettes et banquettes. généralement les conduites ovoïdes remplacent le profil circulaire quand celui-ci dépasse 800 mm de diamètres (problème d'autocurage), la longueur utile de ces conduites est au minimum de 1 m, et peuvent être présentés soit en béton armé ou en béton non armé. . (3)

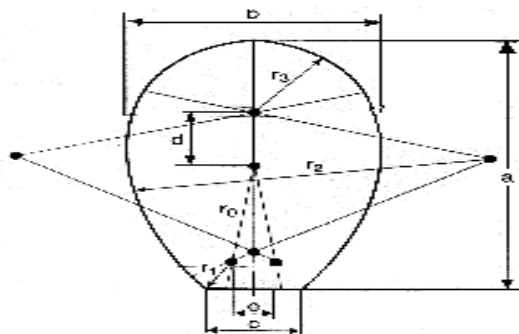


Figure VI-1 : Coupe type d'un tuyau ovoïde préfabriqué

#### ❖ Tuyaux et raccords en fonte

Les tuyaux en fonte d'Assainissement ou « fonte intégrale » pour les ouvrages à écoulement libre (eaux usées, pluviales, domestiques, et industrielles) sont caractérisés par des facteurs de sécurité et de résistance mécanique qui leur confèrent le label d'excellence. Les tuyaux en

fonte ductile et revêtement intérieur en ciment alumineux assurent des qualités de fiabilité anti-agressive.

En site urbain, où l'encombrement des réseaux divers câbles,...etc, est déjà important et continuellement en évolution, avec la nécessité de branchements au coup par coup et, par conséquent les tuyaux et raccords en fonte demeurent les composants les mieux adaptés, car les moins influencés par le sol environnant, la nappe phréatique et les conditions difficiles de mises en œuvre. A cela, ajoutons l'intérêt d'obtenir une liaison souple entre les différents composants (Tuyaux, joints de liaison, raccords, ...etc) subissant des efforts dus aux surcharges et aux tassements différentiels. (3)

### **VI.1.2 Les joints des conduites en béton armé**

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

#### **VI.1.3.1 Joint type Rocla**

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

#### **VI.1.3.2 Joint à demi-emboîtement**

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

#### **VI.1.3.3 Joint à collet**

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

#### **VI.1.3.4 Joint torique**

S'adapte bien pour les sols faibles, il représente une bonne étanchéité si la pression n'est pas élevée, il est utilisé pour des diamètres de 500-1000 mm.

#### **VI.1.3.5 Joint à mortier de ciment**

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

#### **VI.1.3.6 Les joints plastiques**

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

#### **VI.1.3.7 Joint à double anneaux**

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

#### **VI.1.3.8 Joint mécanique**

Le joint mécanique est destiné à réunir le bout uni d'un tuyau avec un manchon de scellement, ou avec un raccord dans le cas de conduite en pression.

## **VI.2 Différentes actions supportées par la conduite**

Les canalisations sont exposées à des actions extérieures et intérieures. Pour cela, ces canalisations doivent être sélectionnées pour lutter contre ces actions qui sont : Les actions mécaniques, les actions statiques et les actions chimiques. (4)

### **VI.2.1 Actions mécaniques**

Ce type d'action résulte de l'agressivité des particules de sable et de gravier qui forment le remblai et le radier des canalisations. Cette agressivité provoque la détérioration des parois. (4)

### **VI.2.2 Actions statiques**

Les actions statiques sont dues aux surcharges fixes ou mobiles comme le remblai au mouvement de l'eau dans les canalisations ainsi qu'aux charges dues au trafic routier. (4)

### **VI.2.3 Les actions chimiques**

Elles sont généralement à l'intérieur de la conduite. Une baisse de PH favorise le développement des bactéries acidophiles qui peuvent à leur tour favoriser la formation de l'acide sulfurique (H<sub>2</sub>S) corrosif et néfaste aux conduites. (4)

## **VI.3 Protection des conduites**

Les bétons utilisés pour la fabrication des tuyaux et ouvrages d'assainissement subissent des formes d'agression ; sous l'aspect de corrosion chimique qui entraîne la destruction des canalisations ; sous l'aspect d'abrasion qui est une action physique non négligée du fait de faible résistance du matériau et compte tenu de la vitesse limite maximale des écoulements dans le réseau. Pour cela les moyens de lutte peuvent se résumer comme suit :

### **VI.3.1 Protection contre les effets corrosifs de H<sub>2</sub>S [4]**

Les temps de rétention des eaux usées dans les canalisations doivent être réduits au maximum.

L'élimination des dépôts doit s'opérer régulièrement, car ceux-ci favorisent le développement des fermentations anaérobies génératrices d'hydrogène sulfuré (H<sub>2</sub>S). Une bonne aération permet d'éviter les condensations d'humidité sur les parois et de réduire ainsi la teneur en H<sub>2</sub>S. Revêtement intérieur des conduites par du ciment limoneux ou du ciment sulfaté avec un dosage suffisant dans le béton (300 à 350 kg/m<sup>3</sup> de béton).

### **VI.3.2 Protection contre les effets abrasifs des sables**

- Empêcher l'entrée des sables par l'implantation des bouches d'égout, ou bien des dessableurs à l'amont du réseau
- Assurer l'autocurage dans les conduites d'eau pluviale.

## **VI.4 Les ouvrages annexes**

Les ouvrages annexes ont une importance considérable dans l'exploitation rationnelle des réseaux d'égout. Ils sont nombreux et obéissent à une hiérarchie de fonction très diversifiée : Fonction de recette des effluents, de fenêtres ouvertes sur les réseaux pour en faciliter l'entretien, du système en raison de leur rôle économique en agissant sur les surdimensionnements et en permettant l'optimisation des coûts.

### **VI.4.1 Les branchements**

Ce sont des conduites de diamètres inférieurs au diamètre de la canalisation publique (environ 7/10) reliant le réseau vertical d'eaux usée et pluviale des immeubles à cette dernière.

Le raccordement du côté égout peut être perpendiculaire en présence de galerie visitable et incliné en général 60° sur les canalisations pour ne pas perturber l'écoulement.

Le tracé de la conduite de branchement doit avoir une pente d'environ 3% pour favoriser un écoulement avec rinçage interne de la conduite.

### **VI.4.2 Les caniveaux**

Les caniveaux, annexes de la voirie en bordure du trottoir, sont destinés à recevoir les eaux de ruissellement et de gouttières, et assurent le transport en surface des eaux pluviales jusqu'aux bouches et avaloirs. Leur utilisation est également nécessaire aux ruptures de pentes

des espaces revêtus, selon l'importance, ils peuvent être constitués d'ouvrage longitudinal équipé de grilles ou de fentes, plus économiques et bien adaptées aux voies urbaines express, à la fragilité des grilles...

### **VI.4.3 Les bouches d'égout**

Elles servent à l'absorption de l'eau de surface (pluviale et de l'eau de lavage des chaussées). Elles sont utilisées aux points bas des caniveaux, soit dans le trottoir (absorption du côté 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.

### **VI.4.4 Les regards**

Leur rôle est de permettre l'accès aux ouvrages visitables, pour le débouage, le nettoyage des canaux, et l'aération des canaux.

#### **VI.4.4.1 Dispositions**

La fonction doit respecter la forme du canal. La distance entre deux regards et leurs emplacements varient avec la nature des ouvrages et la topographie du terrain.

Un regard doit être installé sur les canalisations:

- à tous les points de jonction.
- au changement de direction.
- au changement de pente de canaux.
- aux points de chute.
- pour les canalisations plus petites et non praticables.

#### **VI.4.4.2 Regards de jonction**

Ces regards forment le point d'unification (nœud) de deux collecteurs de même diamètre ou non. Ils sont construits de manière à avoir :

- La bonne aération des collecteurs en jonction.
- Les dénivelées entre les radiers des collecteurs.
- Une absence de reflux d'eau par temps sec.
- Des niveaux d'eau dans les collecteurs en jonction à la même hauteur.

#### **VI.4.4.3 Les regards doubles**

Utilisés dans les agglomérations exigeant un système séparatif et plus précisément dans les quartiers où le tracé est commun pour les deux canalisations véhiculant les eaux des différentes natures (eau pluviale dans une canalisation, eaux usées domestiques et industrielles dans une autre).

Prévoir un regard commun pour deux canalisations serait plus avantageux, tout en s'assurant que la conduite d'eau pluviale soit à un niveau supérieur que celui de la conduite d'eau usée. Chose qui facilitera le passage des branchements au niveau de la deuxième conduite et évitera la contamination. Il est préférable que cet ouvrage soit visitable.

#### **VI.4.4.4 Les regards de visite**

Ces ouvrages disposés aux nœuds du réseau, et sur les branches en espaces réguliers (intervalle de 50 à 100m), permettent l'accès du personnel d'inspection et d'entretien.

#### **VI.4.4.5 Les déversoirs d'orage**

Un déversoir d'orage est un ensemble de dispositifs permettant d'évacuer vers le milieu naturel les pointes de ruissellement de manière à décharger le réseau d'aval.

Quel que soit le type d'ouvrage, un déversoir d'orage doit assurer trois fonctions essentielles :

- Evacuer sans surverse et sans remous le débit d'eaux usées de temps sec.
- Evacuer sans surverse le débit critique.

#### **VI.4.4.6 Les types de déversoir d'orage**

##### **❖ Déversoir à seuil déversant frontal :**

Il s'agit d'un seuil haut. Le collecteur de départ peut se situer dans l'axe du collecteur d'arrivée. Le seuil déversant généralement horizontal peut avoir un même niveau ou être en escalier et comporter plusieurs niveaux.

##### **❖ Déversoir à seuil latéral et à conduite aval étranglée**

Pour que le calcul de cet ouvrage soit possible, il faut que l'écoulement amont soit fluvial ou que la présence du seuil élevé conduise à un ressaut dans la conduite d'amenée.

Les vannes utilisées sur les conduites de décharges peuvent être manipulées en fonction du débit transité par le déversoir.

##### **❖ Déversoir à seuil latéral et conduite aval libre**

Pour ce type de déversoir, la conduite aval est à écoulement libre. Si pour le débit maximum d'orage, la charge sur la crête est nulle ce type d'ouvrage assurera un débit aval constant quel que soit le débit sur versé.

##### **❖ Déversoir à ouverture de fond**

Dans ce type d'ouvrage, les débits d'eaux usées de temps sec et le débit critique transitent à travers une ouverture pratiquée dans le radier de la canalisation

## **Conclusion**

Dans ce chapitre, on a cité les différents éléments constitutifs du réseau d'égout. Pour une exploitation rationnelle de notre réseau d'assainissement, il est nécessaire de faire un bon choix de conduites et ceci en tenant compte de la forme et du matériau par lesquelles elles sont construites, on aussi projeté les regards de visite nécessaire au bon fonctionnement de tout réseau d'assainissement.

## CONCLUSION GENERALE

L'objectif de ce mémoire était de dimensionner le système d'assainissement de la zone d'expansion touristique TASSOUST wilaya de JIJEL.

Tout d'abord, nous avons déterminé le nombre d'habitants pour notre horizon de calcul de 30ans, il est de l'ordre de 1245 habitants et on a fait un découpage de notre zone en sous bassins (7 sous bassins) et pour finir on a choisi le type de réseau d'assainissement qui est un réseau séparatif d'une partie et unitaire d'une autre.

Ensuite, on a procédé à la quantification des débits à évacuer, ces débits incluent le débit d'eau usée (domestique et d'équipement) ainsi que le débit pluvial.

Le calcul s'est fait en tenant compte du nombre d'habitants, des équipements et du type de sol propre à chaque sous bassin.

Après cela, vient l'étape de dimensionnement de notre réseau. Notre réseau se compose d'une combinaison entre des conduites en PVC, pour le réseau d'eaux usées, et des conduites en béton armé pour le réseau d'eaux pluviales et le réseau séparative.

Juste après, on a enchainé avec le dimensionnement de la station de relevage. Cette station doit refouler un débit de 18.05 m<sup>3</sup>/h sur une distance de 1053 m..

Pour le block de la station on a opté pour un bâtiment type bâche mouillée et pour les pompes, on a 2 pompes immergées (1+1) donné par le logiciel caprari (caractéristiques sont en annexe).

Pour la conduite de refoulement on a opté pour un calcul économique qui nous a donné un diamètre de 90 mm pour 1053m de longueur.

Comme pour tout réseau qui se respecte, on a énumérer les différents ouvrages et éléments constitutifs de notre réseau d'égout.

Ce travail m'a permis d'avoir une vision détaillée sur plusieurs sujets, tout en apprenant à connaître les différentes étapes à respecter lors de l'étude d'un réseau d'assainissement.

## Références bibliographiques

- (1) *Rapport zet tassoust Centre d'études et de réalisations en urbanisme de Constantine*  
*URBACO - AGENCE DE JIJEL*
- (2) SALAH.B ; Assainissement des eaux usées et pluviales des agglomérations ; Edition 1993 (ENSH) ; Blida.
- (3) SATIN. M , SELMI B, Guide technique de l'assainissement 3ème Edition, au édition Eyrolles ;(1998) ; Paris.
- (4) Rollandin Philippe ; prévention, santé et sécurité eau potable et assainissement ; Edition Dalloz ; (mars 2011) ; Lyon, France.

# Annexes

## Annexe chapitre II

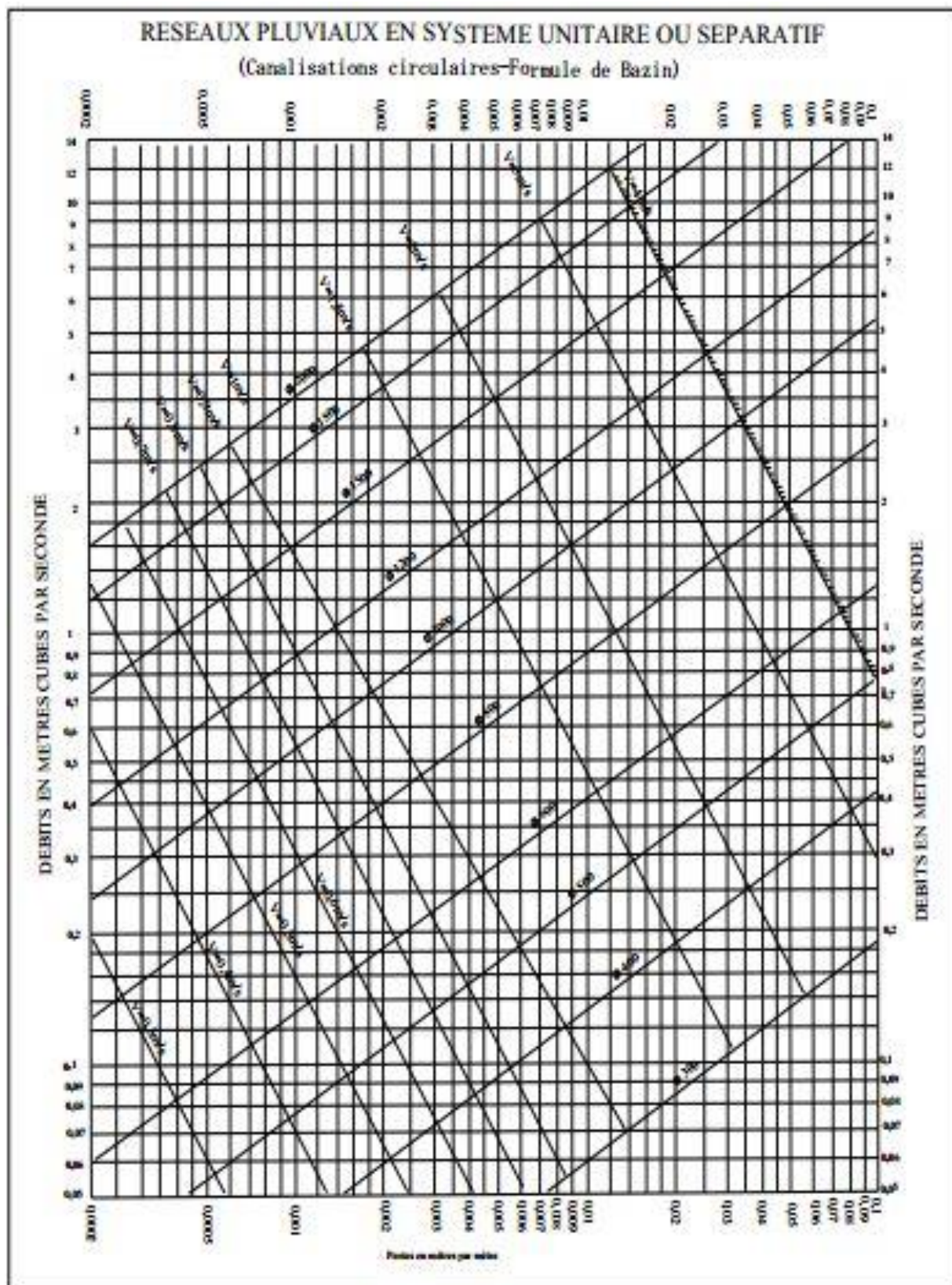
### La série pluviométrique

| Années  | sept | oct  | nov   | dec  | janv | fev   | mars | avril | mai  | juin | juil | aout | Pj max |
|---------|------|------|-------|------|------|-------|------|-------|------|------|------|------|--------|
| 1982-83 | 14,4 | 88,2 | 13,8  | 2,8  | 26,8 | 108,6 | 18,5 | 41,6  | 9    | 18,1 | 12,2 | 0,3  | 108,6  |
| 1983-84 | 68   | 54,9 | 32,8  | 32   | 22,6 | 0     | 27,2 | 36,2  | 36,2 | 5,4  | 0    | 0    | 68     |
| 1984-85 | 0,7  | 25,8 | 23,1  | 42,4 | 54,6 | 32,2  | 16,5 | 40,2  | 22,6 | 0,9  | 0    | 5,6  | 54,6   |
| 1985-86 | 20   | 11,8 | 48,4  | 28,5 | 33,9 | 55,6  | 22,3 | 18,5  | 3,4  | 4,5  | 10,2 | 3,3  | 55,6   |
| 1986-87 | 20,9 | 19,5 | 23    | 37,5 | 52,5 | 36    | 12,7 | 10,5  | 26,9 | 5,7  | 1,5  | 0,3  | 52,5   |
| 1987-88 | 25,3 | 13   | 40    | 19,1 | 24,6 | 46,5  | 8,2  | 30    | 9,4  | 8,5  | 0    | 0    | 46,5   |
| 1988-89 | 71,3 | 0,8  | 39,2  | 39,5 | 52,5 | 50,1  | 27,7 | 25,5  | 2,5  | 3    | 2    | 12,3 | 71,3   |
| 1989-90 | 16,7 | 14,2 | 49,4  | 26,3 | 17   | 30,2  | 36,1 | 34,5  | 26,8 | 1,2  | 3,5  | 3,2  | 49,4   |
| 1990-91 | 2,5  | 20,2 | 40,4  | 99,5 | 31   | 25,1  | 26,8 | 6,1   | 13   | 2,5  | 0    | 0,7  | 99,5   |
| 1991-92 | 19,6 | 88,7 | 37,6  | 15,5 | 35,1 | 18,5  | 43,1 | 34,5  | 53,6 | 21,3 | 2,3  | 0    | 88,7   |
| 1992-93 | 3,6  | 48,2 | 18,2  | 62,7 | 18,7 | 33,5  | 17,2 | 23,3  | 34,9 | 1,9  | 0    | 0    | 62,7   |
| 1993-94 | 18,2 | 36   | 41,3  | 64,2 | 35,5 | 28,6  | 30,2 | 28,4  | 7,2  | 0    | 0    | 0    | 64,2   |
| 1994-95 | 32,7 | 34,7 | 2,6   | 68,7 | 37,4 | 16,3  | 27,3 | 16,5  | 3,6  | 5    | 0    | 11,7 | 68,7   |
| 1995-96 | 24,2 | 70,4 | 22,5  | 26,5 | 47,2 | 72,3  | 33,2 | 23,4  | 14,6 | 29   | 7    | 5,5  | 72,3   |
| 1996-97 | 8,3  | 45,5 | 37,8  | 61,5 | 14   | 9,1   | 12,6 | 37    | 6    | 11,1 | 0    | 3    | 61,5   |
| 1997-98 | 52,7 | 19,3 | 27,2  | 19,5 | 14,8 | 48,7  | 29   | 60    | 24,5 | 1    | 0    | 22   | 60     |
| 1998-99 | 26,5 | 36,4 | 46,2  | 53,2 | 41,5 | 25    | 20   | 23,2  | 2,5  | 3    | 1,8  | 3    | 53,2   |
| 1999-00 | 12   | 9,5  | 52,4  | 41,6 | 20,2 | 16    | 11,6 | 8     | 37,5 | 4,2  | 1,2  | 0,2  | 52,4   |
| 2000-01 | 4    | 69   | 45,4  | 39,1 | 49,6 | 17,8  | 11,7 | 34,6  | 35,7 | 0    | 0    | 2,9  | 69     |
| 2001-02 | 11,7 | 0,3  | 42,7  | 60,1 | 37,3 | 23,4  | 17,7 | 26,5  | 5,3  | 0,3  | 5,4  | 8,6  | 60,1   |
| 2002-03 | 19,2 | 33,5 | 59,5  | 85   | 66,4 | 19,3  | 22,5 | 36,5  | 21,5 | 0,5  | 1,5  | 0,3  | 85     |
| 2003-04 | 24,5 | 26   | 28    | 31,5 | 32,5 | 33    | 21   | 42    | 39,5 | 13,5 | 0,5  | 6    | 42     |
| 2004-05 | 17,5 | 35   | 87,5  | 28,5 | 56   | 36,5  | 26   | 30,5  | 4    | 0    | 0,5  | 5    | 87,5   |
| 2005-06 | 12,5 | 5    | 80,5  | 36,5 | 41,5 | 37    | 15   | 12,5  | 18   | 1    | 0    | 30   | 80,5   |
| 2006-07 | 13,5 | 37,5 | 17,5  | 131  | 3,5  | 40,5  | 52   | 24    | 7    | 26   | 4    | 1    | 131    |
| 2007-08 | 49,5 | 20   | 44,5  | 42,5 | 24   | 15    | 60   | 24    | 61   | 3,5  | 0    | 0    | 61     |
| 2008-09 | 20,5 | 14   | 52,5  | 51,7 | 67,9 | 19,2  | 39,2 | 47,2  | 8,4  | 0    | 0    | 4,6  | 67,9   |
| 2009-10 | 58   | 24,6 | 49,7  | 27,2 | 45,8 | 24,2  | 32,3 | 12,9  | 38,8 | 26   | 0,4  | 0,7  | 58     |
| 2010-11 | 20,2 | 60   | 54    | 69,5 | 24,4 | 32,2  | 78,2 | 25,6  | 8    | 6,6  | 3,2  | 0    | 78,2   |
| 2011-12 | 9,3  | 46,9 | 105,1 | 35,3 | 36,2 | 99,6  | 27,3 | 55,2  | 8,3  | 0    | 0    | 15,2 | 105,1  |
| 2012-13 | 68   | 24,6 | 49,7  | 27,2 | 45,8 | 24,2  | 32,3 | 12,9  | 38,8 | 26   | 0,4  | 0,7  | 68     |
| 2013-14 | 14,4 | 88,2 | 13,8  | 42,2 | 35,7 | 108,6 | 18,5 | 41,6  | 9    | 18,1 | 9,9  | 0    | 108,6  |
| 2014-15 | 9,3  | 90,8 | 16,9  | 21,3 | 27,9 | 58,6  | 34,3 | 63,7  | 1,5  | 0    | 4,9  | 7,2  | 90,8   |

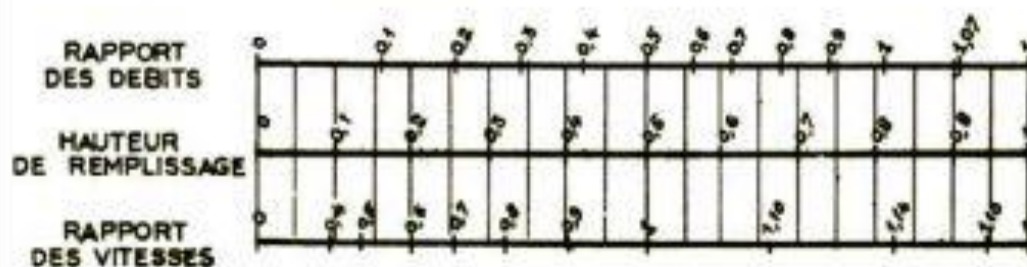
## Test de la Médiane

| Pj max | signe |
|--------|-------|
| 108,6  | +     |
| 68     | -     |
| 54,6   | -     |
| 55,6   | -     |
| 52,5   | -     |
| 46,5   | -     |
| 71,3   | +     |
| 49,4   | -     |
| 99,5   | +     |
| 88,7   | +     |
| 62,7   | -     |
| 64,2   | -     |
| 68,7   | +     |
| 72,3   | +     |
| 61,5   | -     |
| 60     | -     |
| 53,2   | -     |
| 52,4   | -     |
| 69     | +     |
| 60,1   | -     |
| 85     | +     |
| 42     | -     |
| 87,5   | +     |
| 80,5   | +     |
| 131    | +     |
| 61     | -     |
| 67,9   | -     |
| 58     | -     |
| 78,2   | +     |
| 105,1  | +     |
| 68     | +     |
| 108,6  | +     |
| 90,8   | +     |

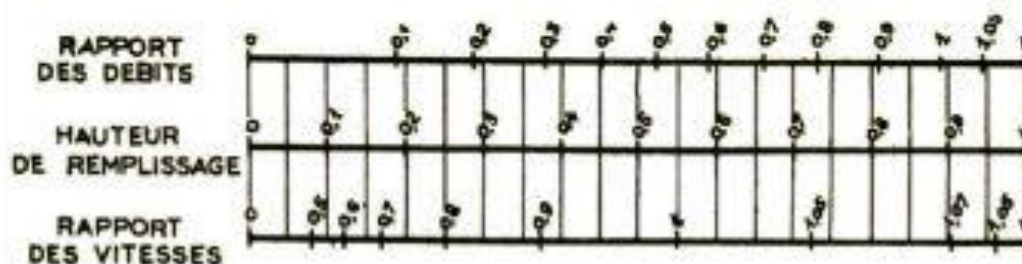
Annexe1 :Dimensionnement des canalisations circulaires d'après la formule de Bazin.



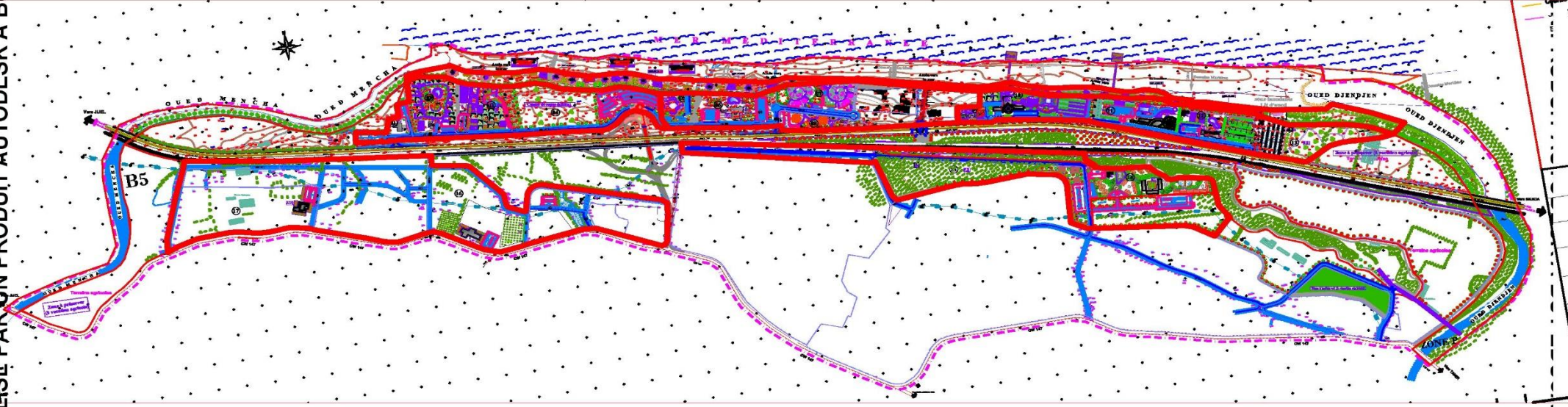
a) Ouvrages circulaires



b) Ouvrages ovoïdes normalisés



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



## Dimensionnement des collecteurs d'eaux pluviales :

### Dimensionnement du collecteur principal B1-B23

| Tronçon | Cam(m) | Cav(m) | Cram(m) | Crav(m) | Dist(m) | I (m/m) | Qt (m3/s) | Dcal (mm) | Dnor (mm) | Vps (m/s) | Qps (m3/s) | Rq    | Rv    | Rh    | V(m/s) | H(mm) | Autocurage |
|---------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|-------|-------|-------|--------|-------|------------|
| R1-B1   | 9,32   | 7,97   | 5,29    | 5,08    | 50      | 0,004   | 1288      | 941       | 1000      | 1,93      | 1,515      | 0,850 | 1,109 | 0,706 | 2,14   | 706   | Oui        |
| B1-B2   | 8,05   | 9,32   | 5,5     | 5,29    | 50      | 0,004   | 1288      | 941       | 1000      | 1,93      | 1,515      | 0,850 | 1,109 | 0,706 | 2,14   | 706   | Oui        |
| B2-B3   | 8,21   | 8,05   | 5,73    | 5,5     | 50      | 0,005   | 1288      | 925       | 1000      | 2,02      | 1,585      | 0,812 | 1,104 | 0,679 | 2,23   | 679   | Oui        |
| B3-B4   | 8,36   | 8,21   | 5,94    | 5,73    | 50      | 0,004   | 1249      | 930       | 1000      | 1,93      | 1,515      | 0,824 | 1,106 | 0,688 | 2,13   | 688   | Oui        |
| B4-B5   | 8,5    | 8,36   | 6,16    | 5,94    | 50      | 0,004   | 1249      | 922       | 1000      | 1,97      | 1,551      | 0,805 | 1,103 | 0,675 | 2,18   | 675   | Oui        |
| B5-B6   | 8,64   | 8,5    | 6,37    | 6,16    | 48,89   | 0,004   | 1249      | 926       | 1000      | 1,95      | 1,532      | 0,815 | 1,105 | 0,681 | 2,15   | 681   | Oui        |
| B6-B7   | 8,78   | 8,64   | 6,58    | 6,37    | 51,11   | 0,004   | 1249      | 934       | 1000      | 1,91      | 1,498      | 0,834 | 1,107 | 0,694 | 2,11   | 694   | Oui        |
| B7-B8   | 8,93   | 8,78   | 6,81    | 6,58    | 50      | 0,005   | 954       | 827       | 1000      | 2,02      | 1,585      | 0,602 | 1,056 | 0,562 | 2,13   | 562   | Oui        |
| B8-B9   | 9,07   | 8,93   | 7,02    | 6,81    | 50      | 0,004   | 954       | 841       | 1000      | 1,93      | 1,515      | 0,630 | 1,067 | 0,578 | 2,06   | 578   | Oui        |
| B9-B10  | 9,21   | 9,07   | 7,24    | 7,02    | 50      | 0,004   | 954       | 833       | 1000      | 1,97      | 1,551      | 0,615 | 1,061 | 0,570 | 2,10   | 570   | Oui        |
| B10-B11 | 9,35   | 9,21   | 7,45    | 7,24    | 50      | 0,004   | 954       | 841       | 1000      | 1,93      | 1,515      | 0,630 | 1,067 | 0,578 | 2,06   | 578   | Oui        |
| B11-B12 | 9,49   | 9,35   | 7,67    | 7,45    | 50      | 0,004   | 694       | 740       | 800       | 1,70      | 0,855      | 0,811 | 1,104 | 0,679 | 1,88   | 543   | Oui        |
| B12-B13 | 9,63   | 9,49   | 7,88    | 7,67    | 50      | 0,004   | 694       | 746       | 800       | 1,66      | 0,836      | 0,831 | 1,106 | 0,692 | 1,84   | 554   | Oui        |
| B13-B14 | 9,78   | 9,63   | 8,1     | 7,88    | 50      | 0,004   | 694       | 740       | 800       | 1,70      | 0,855      | 0,811 | 1,104 | 0,679 | 1,88   | 543   | Oui        |
| B14-B15 | 9,93   | 9,78   | 8,32    | 8,1     | 50      | 0,004   | 694       | 740       | 800       | 1,70      | 0,855      | 0,811 | 1,104 | 0,679 | 1,88   | 543   | Oui        |
| B15-B16 | 10,04  | 9,93   | 8,54    | 8,32    | 50      | 0,004   | 694       | 740       | 800       | 1,70      | 0,855      | 0,811 | 1,104 | 0,679 | 1,88   | 543   | Oui        |
| B16-B17 | 10,19  | 10,04  | 8,76    | 8,54    | 50      | 0,004   | 482       | 645       | 800       | 1,70      | 0,855      | 0,564 | 1,037 | 0,541 | 1,76   | 433   | Oui        |
| B17-B18 | 10,34  | 10,19  | 8,97    | 8,76    | 52,3    | 0,004   | 482       | 656       | 800       | 1,63      | 0,817      | 0,590 | 1,050 | 0,556 | 1,71   | 445   | Oui        |
| B18-B19 | 10,59  | 10,34  | 9,19    | 8,97    | 47,59   | 0,005   | 482       | 639       | 800       | 1,74      | 0,877      | 0,550 | 1,029 | 0,533 | 1,79   | 426   | Oui        |
| B19-B20 | 10,71  | 10,59  | 9,39    | 9,19    | 48,58   | 0,004   | 482       | 653       | 800       | 1,65      | 0,827      | 0,583 | 1,047 | 0,552 | 1,72   | 441   | Oui        |
| B20-B21 | 11,57  | 10,71  | 9,69    | 9,39    | 49,23   | 0,006   | 482       | 607       | 800       | 2,00      | 1,006      | 0,479 | 0,985 | 0,489 | 1,97   | 391   | Oui        |
| B21-B22 | 13,16  | 11,57  | 9,98    | 9,69    | 49,23   | 0,006   | 482       | 611       | 800       | 1,97      | 0,990      | 0,487 | 0,990 | 0,495 | 1,95   | 396   | Oui        |
| B22-B23 | 14,59  | 13,16  | 10,27   | 9,98    | 49,23   | 0,006   | 482       | 611       | 800       | 1,97      | 0,990      | 0,487 | 0,990 | 0,495 | 1,95   | 396   | Oui        |

## Dimensionnement du collecteur principal B25-B50

| Trancon | Cam   | Cav   | Cram(m<br>) | Crav(m<br>) | Dist(m<br>) | I<br>(m/m) | Qt(m3/s) | Dcal(m<br>) | Dnor(mm) | Vps(m/s) | Qps(m3/s) | Rq    | Rv    | Rh    | V(m/s) | H(mm) | Autocurage |
|---------|-------|-------|-------------|-------------|-------------|------------|----------|-------------|----------|----------|-----------|-------|-------|-------|--------|-------|------------|
| R2-B25  | 6,64  | 5,07  | 3,6         | 2,65        | 48,87       | 0,019      | 1340     | 717         | 800      | 3,58     | 1,798     | 0,745 | 1,096 | 0,639 | 3,92   | 511   | Oui        |
| B25-B26 | 8,44  | 6,64  | 5,35        | 3,6         | 30          | 0,058      | 1340     | 583         | 800      | 6,19     | 3,114     | 0,430 | 0,951 | 0,458 | 5,89   | 366   | Oui        |
| B26-B27 | 9,26  | 8,44  | 5,76        | 5,35        | 30          | 0,014      | 1340     | 765         | 800      | 3,00     | 1,507     | 0,889 | 1,113 | 0,738 | 3,34   | 591   | Oui        |
| B27-B28 | 10,39 | 9,26  | 5,39        | 5,06        | 25,36       | 0,013      | 848      | 651         | 800      | 2,93     | 1,471     | 0,577 | 1,044 | 0,548 | 3,05   | 439   | Oui        |
| B28-B29 | 9,64  | 10,39 | 5,64        | 5,39        | 50          | 0,005      | 848      | 779         | 800      | 1,81     | 0,912     | 0,930 | 1,119 | 0,777 | 2,03   | 621   | Oui        |
| B29-B30 | 8,89  | 9,64  | 5,89        | 5,64        | 50          | 0,005      | 848      | 779         | 800      | 1,81     | 0,912     | 0,930 | 1,119 | 0,777 | 2,03   | 621   | Oui        |
| B30-B31 | 8,14  | 8,89  | 6,04        | 5,89        | 50          | 0,003      | 848      | 857         | 800      | 1,40     | 0,706     | 1,201 | 0,738 | 1,001 | 1,04   | 801   | Oui        |
| B31-B32 | 7,39  | 8,14  | 6,29        | 6,04        | 50          | 0,005      | 399      | 587         | 800      | 1,81     | 0,912     | 0,438 | 0,956 | 0,463 | 1,73   | 370   | Oui        |
| B32-B33 | 7,5   | 7,39  | 6,4         | 6,29        | 52,4        | 0,002      | 399      | 691         | 800      | 1,18     | 0,591     | 0,675 | 1,082 | 0,602 | 1,27   | 481   | Oui        |
| B33-B34 | 7,8   | 7,5   | 6,8         | 6,4         | 51,5        | 0,008      | 399      | 540         | 800      | 2,26     | 1,136     | 0,351 | 0,898 | 0,406 | 2,03   | 325   | Oui        |
| B34-B35 | 8,5   | 7,8   | 7,1         | 6,8         | 49,6        | 0,006      | 399      | 566         | 800      | 1,99     | 1,003     | 0,398 | 0,929 | 0,436 | 1,85   | 349   | Oui        |
| B35-B36 | 8,8   | 8,5   | 7,2         | 7,1         | 54,9        | 0,002      | 399      | 709         | 800      | 1,09     | 0,550     | 0,725 | 1,093 | 0,628 | 1,20   | 502   | Oui        |
| B36-B37 | 9,5   | 8,8   | 7,5         | 7,2         | 54,5        | 0,006      | 151      | 400         | 600      | 1,57     | 0,444     | 0,340 | 0,891 | 0,398 | 1,40   | 239   | Oui        |
| B37-B38 | 10,2  | 9,5   | 8,2         | 7,5         | 51,2        | 0,014      | 151      | 338         | 600      | 2,48     | 0,700     | 0,216 | 0,816 | 0,320 | 2,02   | 192   | Oui        |
| B38-B39 | 10,5  | 10,2  | 9,4         | 8,2         | 44,55       | 0,027      | 151      | 297         | 600      | 3,48     | 0,983     | 0,154 | 0,756 | 0,275 | 2,63   | 165   | Oui        |
| B39-B40 | 9,8   | 10,5  | 9,8         | 9,4         | 33,17       | 0,012      | 151      | 346         | 600      | 2,33     | 0,657     | 0,230 | 0,825 | 0,329 | 1,92   | 197   | Oui        |
| B28-B42 | 12,87 | 9,26  | 8,95        | 7,26        | 50          | 0,034      | 392      | 407         | 500      | 3,45     | 0,677     | 0,579 | 1,045 | 0,550 | 3,60   | 275   | Oui        |
| B42-B43 | 13,33 | 12,87 | 9,75        | 8,95        | 50          | 0,016      | 392      | 469         | 600      | 2,68     | 0,757     | 0,518 | 1,010 | 0,514 | 2,70   | 308   | Oui        |
| B43-B44 | 13,74 | 13,33 | 10,54       | 9,75        | 50          | 0,016      | 392      | 470         | 600      | 2,66     | 0,753     | 0,521 | 1,012 | 0,516 | 2,69   | 309   | Oui        |
| B44-B45 | 14,01 | 13,74 | 10,91       | 10,54       | 50          | 0,007      | 392      | 542         | 600      | 1,82     | 0,515     | 0,761 | 1,098 | 0,648 | 2,00   | 389   | Oui        |
| B45-B46 | 12,86 | 14,01 | 11,07       | 10,91       | 50          | 0,003      | 392      | 634         | 800      | 1,45     | 0,729     | 0,537 | 1,022 | 0,526 | 1,48   | 421   | Oui        |
| B46-B47 | 13,26 | 12,86 | 11,75       | 11,07       | 50          | 0,014      | 126      | 316         | 400      | 1,88     | 0,237     | 0,532 | 1,019 | 0,522 | 1,92   | 209   | Oui        |
| B47-B48 | 13,69 | 13,26 | 12,09       | 11,75       | 50          | 0,007      | 126      | 360         | 400      | 1,33     | 0,167     | 0,753 | 1,097 | 0,643 | 1,46   | 257   | Oui        |
| B48-B49 | 14,12 | 13,69 | 12,32       | 12,09       | 49,12       | 0,005      | 126      | 386         | 400      | 1,11     | 0,139     | 0,907 | 1,116 | 0,754 | 1,23   | 302   | Oui        |
| B49-B50 | 14,62 | 14,12 | 12,62       | 12,32       | 52,2        | 0,006      | 126      | 371         | 400      | 1,22     | 0,154     | 0,819 | 1,105 | 0,684 | 1,35   | 273   | Oui        |

## Dimensionnement du collecteur principal B52-B73

| Trancon | Cam(m)<br>) | Cav(m) | Cram(m)<br>) | Crav(m)<br>) | Dist(m)<br>) | I<br>(m/m) | Qt(m <sup>3</sup> /s) | Dcal(mm) | Dnor(mm) | Vps(m/s) | Qps(m <sup>3</sup> /s) | Rq    | Rv    | Rh    | V(m/s) | H(mm) | Autocurage |
|---------|-------------|--------|--------------|--------------|--------------|------------|-----------------------|----------|----------|----------|------------------------|-------|-------|-------|--------|-------|------------|
| R3-B52  | 3,44        | 2,66   | 0,31         | 0,14         | 32,6         | 0,005      | 1276                  | 900      | 1000     | 2,15     | 1,688                  | 0,756 | 1,097 | 0,645 | 2,36   | 645   | Oui        |
| B52-B53 | 3,29        | 3,44   | 0,57         | 0,31         | 50           | 0,005      | 1276                  | 901      | 1000     | 2,15     | 1,686                  | 0,757 | 1,098 | 0,645 | 2,36   | 645   | Oui        |
| B53-B54 | 3,39        | 3,29   | 0,83         | 0,57         | 50           | 0,005      | 1276                  | 901      | 1000     | 2,15     | 1,686                  | 0,757 | 1,098 | 0,645 | 2,36   | 645   | Oui        |
| B54-B55 | 3,38        | 3,39   | 0,91         | 0,83         | 16,13        | 0,005      | 973                   | 821      | 1000     | 2,10     | 1,646                  | 0,591 | 1,051 | 0,557 | 2,20   | 557   | Oui        |
| B55-B56 | 3,5         | 3,38   | 1,17         | 0,91         | 50           | 0,005      | 973                   | 814      | 1000     | 2,15     | 1,686                  | 0,577 | 1,044 | 0,549 | 2,24   | 549   | Oui        |
| B56-B57 | 3,62        | 3,5    | 1,44         | 1,17         | 50           | 0,005      | 973                   | 808      | 1000     | 2,19     | 1,718                  | 0,566 | 1,038 | 0,543 | 2,27   | 543   | Oui        |
| B57-B58 | 3,73        | 3,62   | 1,69         | 1,44         | 50           | 0,005      | 973                   | 820      | 1000     | 2,10     | 1,653                  | 0,589 | 1,050 | 0,555 | 2,21   | 555   | Oui        |
| B58-B59 | 3,85        | 3,73   | 1,95         | 1,69         | 50           | 0,005      | 973                   | 814      | 1000     | 2,15     | 1,686                  | 0,577 | 1,044 | 0,549 | 2,24   | 549   | Oui        |
| B59-B60 | 3,97        | 3,85   | 2,22         | 1,95         | 50           | 0,005      | 661                   | 699      | 800      | 1,88     | 0,947                  | 0,698 | 1,087 | 0,613 | 2,05   | 490   | Oui        |
| B60-B61 | 4,04        | 3,97   | 2,38         | 2,22         | 33,27        | 0,005      | 661                   | 714      | 800      | 1,78     | 0,894                  | 0,739 | 1,095 | 0,635 | 1,95   | 508   | Oui        |
| B61-B62 | 4,16        | 4,04   | 2,65         | 2,38         | 50           | 0,005      | 661                   | 699      | 800      | 1,88     | 0,947                  | 0,698 | 1,087 | 0,613 | 2,05   | 490   | Oui        |
| B62-B63 | 4,32        | 4,16   | 2,9          | 2,65         | 50           | 0,005      | 661                   | 709      | 800      | 1,81     | 0,912                  | 0,725 | 1,093 | 0,628 | 1,98   | 502   | Oui        |
| B63-B64 | 4,61        | 4,32   | 3,28         | 2,9          | 50           | 0,008      | 661                   | 656      | 800      | 2,24     | 1,124                  | 0,588 | 1,049 | 0,555 | 2,35   | 444   | Oui        |
| B64-B65 | 4,98        | 4,61   | 3,66         | 3,28         | 50           | 0,008      | 377                   | 531      | 600      | 1,85     | 0,522                  | 0,722 | 1,092 | 0,626 | 2,02   | 376   | Oui        |
| B65-B66 | 5,35        | 4,98   | 4,04         | 3,66         | 50           | 0,008      | 377                   | 531      | 600      | 1,85     | 0,522                  | 0,722 | 1,092 | 0,626 | 2,02   | 376   | Oui        |
| B66-B67 | 5,72        | 5,35   | 4,42         | 4,04         | 50           | 0,008      | 377                   | 531      | 600      | 1,85     | 0,522                  | 0,722 | 1,092 | 0,626 | 2,02   | 376   | Oui        |
| B67-B68 | 6,45        | 5,72   | 5,22         | 4,42         | 50           | 0,016      | 377                   | 462      | 600      | 2,68     | 0,757                  | 0,498 | 0,997 | 0,501 | 2,67   | 301   | Oui        |
| B68-B69 | 6,82        | 6,45   | 5,56         | 5,22         | 50           | 0,007      | 377                   | 542      | 600      | 1,75     | 0,494                  | 0,764 | 1,098 | 0,649 | 1,92   | 390   | Oui        |
| B69-B70 | 7,19        | 6,82   | 5,94         | 5,56         | 50           | 0,008      | 377                   | 531      | 600      | 1,85     | 0,522                  | 0,722 | 1,092 | 0,626 | 2,02   | 376   | Oui        |
| B70-B71 | 7,56        | 7,19   | 6,32         | 5,94         | 50           | 0,008      | 377                   | 531      | 600      | 1,85     | 0,522                  | 0,722 | 1,092 | 0,626 | 2,02   | 376   | Oui        |
| B71-B72 | 7,92        | 7,56   | 6,69         | 6,32         | 50           | 0,007      | 377                   | 534      | 600      | 1,82     | 0,515                  | 0,732 | 1,094 | 0,631 | 1,99   | 379   | Oui        |
| B72-B73 | 8,29        | 7,92   | 7,07         | 6,69         | 50           | 0,008      | 105                   | 329      | 600      | 1,85     | 0,522                  | 0,201 | 0,805 | 0,310 | 1,49   | 186   | Oui        |

## Dimensionnement des collecteurs d'eaux usés :

### Dimensionnement du collecteur principal C1-C40

| Trancon | Cam(m) | Cav(m) | Cram(m) | Crav(m) | Dist(m) | I (m/m) | Qt( m3/s) | Dcal(mm) | Dnor(mm) | Vps(m/s) | Qps(m3/s) | Rq    | Rv    | Rh    | V(m/s) | H(mm) | Autocurage |
|---------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|-----------|----------|----------|----------|-----------|-------|-------|-------|--------|-------|------------|
| R4-C1   | 2,55   | 2,49   | -1,57   | -1,68   | 43,62   | 0,003   | 12,36     | 163      | 250      | 0,79     | 0,039     | 0,318 | 0,878 | 0,385 | 0,69   | 96    | Oui        |
| C1-C2   | 2,61   | 2,55   | -1,46   | -1,57   | 40,34   | 0,003   | 12,36     | 160      | 250      | 0,82     | 0,040     | 0,306 | 0,871 | 0,377 | 0,72   | 94    | Oui        |
| C2-C3   | 2,68   | 2,61   | -1,34   | -1,46   | 50      | 0,002   | 12,36     | 164      | 250      | 0,77     | 0,038     | 0,326 | 0,883 | 0,390 | 0,68   | 97    | Oui        |
| C3-C4   | 2,83   | 2,68   | -1,08   | -1,34   | 50      | 0,005   | 12,36     | 142      | 250      | 1,14     | 0,056     | 0,222 | 0,820 | 0,324 | 0,93   | 81    | Oui        |
| C4-C5   | 2,91   | 2,83   | -0,94   | -1,08   | 50      | 0,003   | 12,36     | 160      | 250      | 0,83     | 0,041     | 0,302 | 0,869 | 0,374 | 0,72   | 94    | Oui        |
| C5-C6   | 2,98   | 2,91   | -0,82   | -0,94   | 50      | 0,002   | 12,36     | 164      | 250      | 0,77     | 0,038     | 0,326 | 0,883 | 0,390 | 0,68   | 97    | Oui        |
| C6-C7   | 3,06   | 2,98   | -0,68   | -0,82   | 50      | 0,003   | 12,36     | 160      | 250      | 0,83     | 0,041     | 0,302 | 0,869 | 0,374 | 0,72   | 94    | Oui        |
| C7-C8   | 3,12   | 3,06   | -0,58   | -0,68   | 41,3    | 0,002   | 12,36     | 164      | 250      | 0,77     | 0,038     | 0,325 | 0,882 | 0,389 | 0,68   | 97    | Oui        |
| C8-C9   | 3,22   | 3,12   | -0,41   | -0,58   | 66,25   | 0,003   | 12,36     | 162      | 250      | 0,80     | 0,039     | 0,316 | 0,877 | 0,383 | 0,70   | 96    | Oui        |
| C9-C10  | 3,3    | 3,22   | -0,28   | -0,41   | 50      | 0,003   | 11,61     | 158      | 250      | 0,80     | 0,039     | 0,295 | 0,864 | 0,370 | 0,69   | 92    | Oui        |
| C10-C11 | 3,39   | 3,3    | -0,15   | -0,28   | 50      | 0,003   | 11,61     | 158      | 250      | 0,80     | 0,039     | 0,295 | 0,864 | 0,370 | 0,69   | 92    | Oui        |
| C11-C12 | 3,46   | 3,39   | -0,02   | -0,15   | 52,46   | 0,002   | 11,61     | 160      | 250      | 0,78     | 0,038     | 0,302 | 0,868 | 0,374 | 0,68   | 94    | Oui        |
| C12-C13 | 3,63   | 3,46   | 0,21    | -0,02   | 63,8    | 0,004   | 11,00     | 146      | 250      | 0,95     | 0,046     | 0,237 | 0,830 | 0,334 | 0,78   | 83    | Oui        |
| C13-C14 | 3,7    | 3,63   | 0,39    | 0,21    | 50      | 0,004   | 11,00     | 146      | 250      | 0,94     | 0,046     | 0,237 | 0,830 | 0,334 | 0,78   | 83    | Oui        |
| C14-C15 | 3,77   | 3,7    | 0,51    | 0,39    | 50      | 0,002   | 11,00     | 157      | 250      | 0,77     | 0,038     | 0,290 | 0,862 | 0,367 | 0,67   | 92    | Oui        |
| C15-C16 | 3,86   | 3,77   | 0,64    | 0,51    | 52      | 0,002   | 11,00     | 156      | 250      | 0,79     | 0,039     | 0,285 | 0,859 | 0,363 | 0,68   | 91    | Oui        |
| C16-C17 | 3,93   | 3,86   | 0,76    | 0,64    | 50      | 0,002   | 11,00     | 157      | 250      | 0,77     | 0,038     | 0,290 | 0,862 | 0,367 | 0,67   | 92    | Oui        |
| C17-C18 | 4,01   | 3,93   | 0,9     | 0,76    | 50      | 0,003   | 11,00     | 153      | 250      | 0,83     | 0,041     | 0,269 | 0,849 | 0,354 | 0,71   | 88    | Oui        |
| C18-C19 | 4,08   | 4,01   | 1,01    | 0,9     | 50      | 0,002   | 11,00     | 160      | 250      | 0,74     | 0,036     | 0,303 | 0,869 | 0,375 | 0,64   | 94    | Oui        |
| C19-C20 | 4,16   | 4,08   | 1,14    | 1,01    | 50      | 0,003   | 11,00     | 155      | 250      | 0,80     | 0,039     | 0,279 | 0,855 | 0,360 | 0,69   | 90    | Oui        |
| C20-C21 | 4,23   | 4,16   | 1,26    | 1,14    | 50      | 0,002   | 11,00     | 157      | 250      | 0,77     | 0,038     | 0,290 | 0,862 | 0,367 | 0,67   | 92    | Oui        |
| C21-C22 | 4,31   | 4,23   | 1,39    | 1,26    | 50      | 0,003   | 11,00     | 155      | 250      | 0,80     | 0,039     | 0,279 | 0,855 | 0,360 | 0,69   | 90    | Oui        |
| C22-C23 | 4,38   | 4,31   | 1,51    | 1,39    | 50      | 0,002   | 11,00     | 157      | 250      | 0,77     | 0,038     | 0,290 | 0,862 | 0,367 | 0,67   | 92    | Oui        |

| Trancon | Cam(m) | Cav(m) | Cram(m) | Crav(m) | Dist(m) | I (m/m) | Qt( m3/s) | Dcal(mm) | Dnor(mm) | Vps(m/s) | Qps(m3/s) | Rq    | Rv    | Rh    | V(m/s) | H(mm) | Autocurage |
|---------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|-----------|----------|----------|----------|-----------|-------|-------|-------|--------|-------|------------|
| C23-C24 | 4,46   | 4,38   | 1,64    | 1,51    | 50      | 0,003   | 11,00     | 155      | 250      | 0,80     | 0,039     | 0,279 | 0,855 | 0,360 | 0,69   | 90    | Oui        |
| C24-C25 | 4,54   | 4,46   | 1,77    | 1,64    | 50      | 0,003   | 10,30     | 151      | 250      | 0,80     | 0,039     | 0,261 | 0,845 | 0,349 | 0,68   | 87    | Oui        |
| C25-C26 | 4,61   | 4,54   | 1,89    | 1,77    | 50      | 0,002   | 10,30     | 153      | 250      | 0,77     | 0,038     | 0,272 | 0,851 | 0,355 | 0,66   | 89    | Oui        |
| C26-C27 | 4,69   | 4,61   | 2,02    | 1,89    | 50      | 0,003   | 10,30     | 151      | 250      | 0,80     | 0,039     | 0,261 | 0,845 | 0,349 | 0,68   | 87    | Oui        |
| C27-C28 | 4,76   | 4,69   | 2,14    | 2,02    | 50      | 0,002   | 10,30     | 153      | 250      | 0,77     | 0,038     | 0,272 | 0,851 | 0,355 | 0,66   | 89    | Oui        |
| C28-C29 | 4,84   | 4,76   | 2,27    | 2,14    | 50      | 0,003   | 10,30     | 151      | 250      | 0,80     | 0,039     | 0,261 | 0,845 | 0,349 | 0,68   | 87    | Oui        |
| C29-C30 | 4,91   | 4,84   | 2,39    | 2,27    | 50      | 0,002   | 10,30     | 153      | 250      | 0,77     | 0,038     | 0,272 | 0,851 | 0,355 | 0,66   | 89    | Oui        |
| C30-C31 | 4,99   | 4,91   | 2,53    | 2,39    | 50      | 0,003   | 9,26      | 143      | 250      | 0,83     | 0,041     | 0,226 | 0,823 | 0,327 | 0,69   | 82    | Oui        |
| C31-C32 | 5,07   | 4,99   | 3,07    | 2,11    | 48,87   | 0,020   | 0,81      | 40       | 200      | 1,90     | 0,060     | 0,014 | 0,315 | 0,072 | 0,60   | 14    | Oui        |
| C32-C33 | 6,64   | 5,07   | 3,84    | 3,07    | 30      | 0,026   | 0,81      | 38       | 200      | 2,17     | 0,068     | 0,012 | 0,305 | 0,068 | 0,66   | 14    | Oui        |
| C33-C34 | 8,44   | 6,64   | 4,43    | 3,84    | 30      | 0,020   | 0,81      | 40       | 200      | 1,90     | 0,060     | 0,014 | 0,315 | 0,072 | 0,60   | 14    | Oui        |
| C34-C35 | 9,26   | 8,44   | 5,26    | 4,43    | 25,36   | 0,020   | 0,81      | 40       | 200      | 1,92     | 0,060     | 0,013 | 0,315 | 0,072 | 0,60   | 14    | Oui        |
| C35-C36 | 10,39  | 9,26   | 5,39    | 5,26    | 50      | 0,020   | 0,81      | 40       | 200      | 1,92     | 0,060     | 0,013 | 0,315 | 0,072 | 0,60   | 14    | Oui        |
| C36-C37 | 9,64   | 10,39  | 5,14    | 5,39    | 50      | 0,020   | 0,81      | 40       | 200      | 1,92     | 0,060     | 0,013 | 0,315 | 0,072 | 0,60   | 14    | Oui        |
| C37-C38 | 8,89   | 9,64   | 5,34    | 5,14    | 50      | 0,020   | 0,81      | 40       | 200      | 1,92     | 0,060     | 0,013 | 0,315 | 0,072 | 0,60   | 14    | Oui        |
| C38-C39 | 8,14   | 8,89   | 6,34    | 5,34    | 50      | 0,020   | 0,81      | 40       | 200      | 1,92     | 0,060     | 0,013 | 0,315 | 0,072 | 0,60   | 14    | Oui        |
| C39-C40 | 7,39   | 8,14   | 7,39    | 6,34    | 50      | 0,021   | 0,81      | 39       | 200      | 1,97     | 0,062     | 0,013 | 0,313 | 0,071 | 0,62   | 14    | Oui        |

## Dimensionnement du collecteur principal C41-C61

| Trancon | Cam(m) | Cav(m) | Cram(m) | Crav(m) | Dist(m) | I (m/m) | Qt( m3/s) | Dcal(mm) | Dnor(mm) | Vps(m/s) | Qps(m3/s) | Rq    | Rv    | Rh    | V(m/s) | H(mm) | Autocurage |
|---------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|-----------|----------|----------|----------|-----------|-------|-------|-------|--------|-------|------------|
| C41-R5  | 2,15   | 2,05   | -2,65   | -2,83   | 38,1    | 0,005   | 5,14      | 104      | 200      | 0,93     | 0,029     | 0,175 | 0,781 | 0,292 | 0,73   | 58    | Oui        |
| C41-C42 | 2,01   | 2,15   | -2,55   | -2,65   | 32,8    | 0,003   | 5,14      | 113      | 200      | 0,75     | 0,024     | 0,218 | 0,817 | 0,322 | 0,61   | 64    | Oui        |
| C42-C43 | 2,41   | 2,01   | -2,38   | -2,55   | 53,9    | 0,003   | 5,14      | 112      | 200      | 0,76     | 0,024     | 0,215 | 0,815 | 0,319 | 0,62   | 64    | Oui        |
| C43-C44 | 2,21   | 2,41   | -2,18   | -2,38   | 50      | 0,004   | 5,14      | 107      | 200      | 0,86     | 0,027     | 0,191 | 0,796 | 0,303 | 0,68   | 61    | Oui        |
| C44-C45 | 3,16   | 2,21   | -2      | -2,18   | 49      | 0,004   | 5,14      | 109      | 200      | 0,82     | 0,026     | 0,199 | 0,803 | 0,309 | 0,66   | 62    | Oui        |

## Annexe 4

## Dimensionnement des collecteurs des réseaux

|         |      |      |       |       |       |       |      |     |     |      |       |       |       |       |      |    |     |
|---------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|-----|-----|------|-------|-------|-------|-------|------|----|-----|
| C45-C46 | 2,05 | 3,16 | -1,84 | -2    | 51    | 0,003 | 5,14 | 112 | 200 | 0,76 | 0,024 | 0,215 | 0,815 | 0,320 | 0,62 | 64 | Oui |
| C46-C47 | 2,27 | 2,05 | -1,48 | -1,84 | 55    | 0,007 | 3,82 | 88  | 200 | 1,10 | 0,034 | 0,111 | 0,685 | 0,235 | 0,75 | 47 | Oui |
| C47-C48 | 2,29 | 2,27 | -1,29 | -1,48 | 50    | 0,004 | 3,82 | 97  | 200 | 0,84 | 0,026 | 0,145 | 0,745 | 0,268 | 0,62 | 54 | Oui |
| C48-C49 | 2,22 | 2,29 | -0,78 | -1,29 | 49    | 0,010 | 3,82 | 80  | 200 | 1,38 | 0,043 | 0,088 | 0,630 | 0,208 | 0,87 | 42 | Oui |
| C49-C50 | 2,14 | 2,22 | -0,35 | -0,78 | 50,11 | 0,009 | 3,82 | 83  | 200 | 1,26 | 0,039 | 0,097 | 0,654 | 0,219 | 0,82 | 44 | Oui |
| C50-C51 | 2,07 | 2,14 | -0,18 | -0,35 | 47    | 0,004 | 3,82 | 98  | 200 | 0,82 | 0,026 | 0,149 | 0,750 | 0,271 | 0,61 | 54 | Oui |
| C51-C52 | 2    | 2,07 | 0,01  | -0,18 | 50,59 | 0,004 | 3,82 | 97  | 200 | 0,83 | 0,026 | 0,146 | 0,746 | 0,269 | 0,62 | 54 | Oui |
| C52-C53 | 1,41 | 2    | 0,21  | 0,01  | 52,48 | 0,004 | 3,82 | 97  | 200 | 0,84 | 0,026 | 0,145 | 0,745 | 0,268 | 0,62 | 54 | Oui |
| C53-C54 | 1,71 | 1,41 | 0,44  | 0,21  | 39    | 0,006 | 2,45 | 76  | 200 | 1,04 | 0,033 | 0,075 | 0,592 | 0,190 | 0,62 | 38 | Oui |
| C54-C55 | 1,67 | 1,71 | 0,62  | 0,44  | 32    | 0,006 | 2,45 | 76  | 200 | 1,02 | 0,032 | 0,077 | 0,598 | 0,193 | 0,61 | 39 | Oui |
| C55-C56 | 1,7  | 1,67 | 0,78  | 0,62  | 29,16 | 0,005 | 2,45 | 77  | 200 | 1,01 | 0,032 | 0,078 | 0,601 | 0,194 | 0,60 | 39 | Oui |
| C56-C57 | 3,66 | 1,7  | 2,24  | 0,78  | 39,43 | 0,037 | 2,45 | 54  | 200 | 2,61 | 0,082 | 0,030 | 0,408 | 0,110 | 1,06 | 22 | Oui |
| C57-C58 | 6,28 | 3,66 | 4,13  | 2,24  | 54,55 | 0,035 | 2,45 | 54  | 200 | 2,53 | 0,079 | 0,031 | 0,413 | 0,112 | 1,04 | 22 | Oui |
| C58-C59 | 6,37 | 6,28 | 4,48  | 4,13  | 52,31 | 0,007 | 2,45 | 74  | 200 | 1,11 | 0,035 | 0,070 | 0,577 | 0,183 | 0,64 | 37 | Oui |
| C59-C60 | 6,29 | 6,37 | 4,76  | 4,48  | 50,8  | 0,006 | 2,45 | 77  | 200 | 1,01 | 0,032 | 0,077 | 0,600 | 0,194 | 0,60 | 39 | Oui |
| C60-C61 | 6,21 | 6,29 | 6,21  | 4,76  | 51,2  | 0,028 | 2,45 | 56  | 200 | 2,28 | 0,072 | 0,034 | 0,429 | 0,119 | 0,98 | 24 | Oui |

## Dimensionnement des collecteurs des réseaux unitaires :

### Dimensionnement du collecteur principal A1-A33

| Trancon | Cam(m) | Cav(m) | Cram(m) | Crav(m) | Dist(m) | I (m/m) | Qt(m <sup>3</sup> /s) | Dcal(m) | Dnor(mm) | Vps(m/s) | Qps(m <sup>3</sup> /s) | Rq    | Rv    | Rh    | V(m/s) | H(mm) | Autocurage |
|---------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|-----------------------|---------|----------|----------|------------------------|-------|-------|-------|--------|-------|------------|
| R6-A1   | 11,79  | 11,63  | 9,72    | 9,63    | 25,72   | 0,003   | 1267,3                | 968     | 1200     | 1,99     | 2,249                  | 0,564 | 1,037 | 0,541 | 2,06   | 649   | Oui        |
| A1-A2   | 12,41  | 11,79  | 10,23   | 9,72    | 50      | 0,010   | 1267,3                | 792     | 1200     | 3,39     | 3,839                  | 0,330 | 0,885 | 0,392 | 3,01   | 471   | Oui        |
| A2-A3   | 13,01  | 12,41  | 10,43   | 10,23   | 50      | 0,004   | 1267,3                | 944     | 1200     | 2,13     | 2,404                  | 0,527 | 1,016 | 0,519 | 2,16   | 623   | Oui        |
| A3-A4   | 13,5   | 13,01  | 10,52   | 10,43   | 50      | 0,002   | 1267,3                | 1096    | 1200     | 1,43     | 1,613                  | 0,786 | 1,101 | 0,662 | 1,57   | 795   | Oui        |
| A4-A5   | 13,87  | 13,5   | 10,63   | 10,52   | 50      | 0,002   | 1267,3                | 1056    | 1200     | 1,58     | 1,783                  | 0,711 | 1,090 | 0,620 | 1,72   | 744   | Oui        |
| A5-A6   | 14,12  | 13,87  | 10,73   | 10,63   | 50      | 0,002   | 1267,3                | 1075    | 1200     | 1,50     | 1,700                  | 0,745 | 1,096 | 0,639 | 1,65   | 767   | Oui        |
| A6-A7   | 14,26  | 14,12  | 10,82   | 10,73   | 50      | 0,002   | 1267,3                | 1096    | 1200     | 1,43     | 1,613                  | 0,786 | 1,101 | 0,662 | 1,57   | 795   | Oui        |
| A8-A9   | 14,4   | 14,26  | 10,93   | 10,82   | 50      | 0,002   | 1267,3                | 1056    | 1200     | 1,58     | 1,783                  | 0,711 | 1,090 | 0,620 | 1,72   | 744   | Oui        |
| A9-A10  | 14,54  | 14,4   | 11,03   | 10,93   | 50      | 0,002   | 1267,3                | 1075    | 1200     | 1,50     | 1,700                  | 0,745 | 1,096 | 0,639 | 1,65   | 767   | Oui        |
| A10-A11 | 14,68  | 14,54  | 11,13   | 11,03   | 50      | 0,002   | 1267,3                | 1075    | 1200     | 1,50     | 1,700                  | 0,745 | 1,096 | 0,639 | 1,65   | 767   | Oui        |
| A11-A12 | 14,82  | 14,68  | 11,23   | 11,13   | 50      | 0,002   | 1267,3                | 1075    | 1200     | 1,50     | 1,700                  | 0,745 | 1,096 | 0,639 | 1,65   | 767   | Oui        |
| A12-A13 | 14,96  | 14,82  | 11,33   | 11,23   | 50      | 0,002   | 1267,3                | 1075    | 1200     | 1,50     | 1,700                  | 0,745 | 1,096 | 0,639 | 1,65   | 767   | Oui        |
| A13-A14 | 15,1   | 14,96  | 11,43   | 11,33   | 50      | 0,002   | 1267,3                | 1075    | 1200     | 1,50     | 1,700                  | 0,745 | 1,096 | 0,639 | 1,65   | 767   | Oui        |
| A14-A15 | 15,24  | 15,1   | 11,53   | 11,43   | 50      | 0,002   | 1267,3                | 1075    | 1200     | 1,50     | 1,700                  | 0,745 | 1,096 | 0,639 | 1,65   | 767   | Oui        |
| A15-A16 | 15,37  | 15,24  | 11,62   | 11,53   | 50      | 0,002   | 1267,3                | 1096    | 1200     | 1,43     | 1,613                  | 0,786 | 1,101 | 0,662 | 1,57   | 795   | Oui        |
| A16-A17 | 15,51  | 15,37  | 11,72   | 11,62   | 50      | 0,002   | 1267,3                | 1075    | 1200     | 1,50     | 1,700                  | 0,745 | 1,096 | 0,639 | 1,65   | 767   | Oui        |
| A17-A18 | 15,65  | 15,51  | 11,82   | 11,72   | 50      | 0,002   | 762,3                 | 888     | 1000     | 1,33     | 1,045                  | 0,729 | 1,093 | 0,630 | 1,46   | 630   | Oui        |
| A18-A19 | 15,79  | 15,65  | 11,93   | 11,82   | 50      | 0,002   | 762,3                 | 873     | 1000     | 1,40     | 1,096                  | 0,695 | 1,087 | 0,612 | 1,52   | 612   | Oui        |
| A19-A20 | 15,93  | 15,79  | 12,03   | 11,93   | 50      | 0,002   | 762,3                 | 888     | 1000     | 1,33     | 1,045                  | 0,729 | 1,093 | 0,630 | 1,46   | 630   | Oui        |
| A20-A21 | 16,07  | 15,93  | 12,13   | 12,03   | 50      | 0,002   | 762,3                 | 888     | 1000     | 1,33     | 1,045                  | 0,729 | 1,093 | 0,630 | 1,46   | 630   | Oui        |
| A21-A22 | 16,21  | 16,07  | 12,23   | 12,13   | 50      | 0,002   | 762,3                 | 888     | 1000     | 1,33     | 1,045                  | 0,729 | 1,093 | 0,630 | 1,46   | 630   | Oui        |

| Trancon | Cam(m) | Cav(m) | Cram(m) | Crav(m) | Dist(m) | I (m/m) | Qt(m <sup>3</sup> /s) | Dcal(m) | Dnor(mm) | Vps(m/s) | Qps(m <sup>3</sup> /s) | Rq    | Rv    | Rh    | V(m/s) | H(mm) | Autocurage |
|---------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|-----------------------|---------|----------|----------|------------------------|-------|-------|-------|--------|-------|------------|
| A22-A23 | 16,35  | 16,21  | 12,33   | 12,23   | 50      | 0,002   | 762,3                 | 888     | 1000     | 1,33     | 1,045                  | 0,729 | 1,093 | 0,630 | 1,46   | 630   | Oui        |
| A23-A24 | 16,49  | 16,35  | 12,43   | 12,33   | 50      | 0,002   | 762,3                 | 888     | 1000     | 1,33     | 1,045                  | 0,729 | 1,093 | 0,630 | 1,46   | 630   | Oui        |
| A24-A25 | 16,62  | 16,49  | 12,52   | 12,43   | 50      | 0,002   | 762,3                 | 906     | 1000     | 1,26     | 0,992                  | 0,769 | 1,099 | 0,652 | 1,39   | 652   | Oui        |
| A25-A26 | 16,76  | 16,62  | 12,62   | 12,52   | 50      | 0,002   | 762,3                 | 888     | 1000     | 1,33     | 1,045                  | 0,729 | 1,093 | 0,630 | 1,46   | 630   | Oui        |
| A26-A27 | 16,9   | 16,76  | 12,73   | 12,62   | 50      | 0,002   | 439,3                 | 710     | 800      | 1,20     | 0,605                  | 0,726 | 1,093 | 0,628 | 1,31   | 503   | Oui        |
| A27-A28 | 17,04  | 16,9   | 13,03   | 12,73   | 50      | 0,006   | 439,3                 | 588     | 600      | 1,64     | 0,464                  | 0,947 | 1,121 | 0,794 | 1,84   | 477   | Oui        |
| A28-A29 | 17,15  | 17,04  | 13,53   | 13,03   | 15,7    | 0,032   | 439,3                 | 430     | 600      | 3,78     | 1,068                  | 0,411 | 0,938 | 0,445 | 3,54   | 267   | Oui        |
| A29-A30 | 17,22  | 17,15  | 13,74   | 13,53   | 28,42   | 0,007   | 439,3                 | 565     | 600      | 1,82     | 0,515                  | 0,854 | 1,109 | 0,709 | 2,02   | 425   | Oui        |
| A30-A31 | 17,3   | 17,22  | 14,18   | 13,74   | 50      | 0,009   | 439,3                 | 547     | 600      | 1,99     | 0,562                  | 0,782 | 1,101 | 0,660 | 2,19   | 396   | Oui        |
| A31-A32 | 17,44  | 17,3   | 14,88   | 14,18   | 50      | 0,014   | 438                   | 501     | 600      | 2,51     | 0,708                  | 0,618 | 1,063 | 0,571 | 2,66   | 343   | Oui        |
| A32-A33 | 17,58  | 17,44  | 17,58   | 14,88   | 50      | 0,054   | 438                   | 389     | 600      | 4,92     | 1,391                  | 0,315 | 0,876 | 0,382 | 4,31   | 229   | Oui        |

## Dimensionnement du collecteur principal A34-A113

| Trancon | Cam(m) | Cav(m) | Cram(m) | Crav(m) | Dist(m) | I (m/m) | Qt(m <sup>3</sup> /s) | Dcal(m) | Dnor(mm) | Vps(m/s) | Qps(m <sup>3</sup> /s) | Rq    | Rv    | Rh    | V(m/s) | H(mm) | Autocurage |
|---------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|-----------------------|---------|----------|----------|------------------------|-------|-------|-------|--------|-------|------------|
| R7-A34  | 3,75   | 3,92   | 2,33    | 2,12    | 20      | 0,011   | 1901,3                | 917     | 1000     | 3,05     | 2,395                  | 0,794 | 1,102 | 0,667 | 3,36   | 667   | Oui        |
| A34-A35 | 3,71   | 3,75   | 2,65    | 2,33    | 29,8    | 0,011   | 422                   | 519     | 600      | 2,19     | 0,620                  | 0,680 | 1,083 | 0,604 | 2,38   | 362   | Oui        |
| A35-A36 | 4,27   | 3,71   | 3,17    | 2,65    | 50      | 0,010   | 422                   | 522     | 600      | 2,16     | 0,611                  | 0,691 | 1,086 | 0,610 | 2,34   | 366   | Oui        |
| A36-A37 | 5      | 4,27   | 3,7     | 3,17    | 50      | 0,011   | 422                   | 521     | 600      | 2,18     | 0,616                  | 0,685 | 1,084 | 0,606 | 2,36   | 364   | Oui        |
| A37-A38 | 5,72   | 5      | 4,22    | 3,7     | 50      | 0,010   | 422                   | 522     | 600      | 2,16     | 0,611                  | 0,691 | 1,086 | 0,610 | 2,34   | 366   | Oui        |
| A38-A39 | 6,82   | 5,72   | 5,6     | 4,22    | 50      | 0,028   | 422                   | 435     | 600      | 3,52     | 0,995                  | 0,424 | 0,947 | 0,454 | 3,33   | 272   | Oui        |
| A39-A40 | 9,39   | 6,82   | 7       | 5,6     | 50      | 0,028   | 422                   | 434     | 600      | 3,54     | 1,002                  | 0,421 | 0,945 | 0,452 | 3,35   | 271   | Oui        |
| A40-A34 | 4      | 3,75   | 3       | 2,75    | 21,35   | 0,012   | 1479,3                | 818     | 1000     | 3,22     | 2,530                  | 0,585 | 1,048 | 0,553 | 3,37   | 553   | Oui        |
| A41-A42 | 4,66   | 4      | 3,66    | 3       | 29,81   | 0,009   | 1479,3                | 859     | 1000     | 2,82     | 2,218                  | 0,667 | 1,080 | 0,597 | 3,05   | 597   | Oui        |
| A42-A43 | 6,54   | 4,66   | 5,54    | 3,66    | 50      | 0,009   | 1479,3                | 859     | 1000     | 2,82     | 2,218                  | 0,667 | 1,080 | 0,597 | 3,05   | 597   | Oui        |
| A43-A44 | 9,07   | 6,54   | 8,07    | 5,54    | 50      | 0,009   | 1479,3                | 859     | 1000     | 2,82     | 2,218                  | 0,667 | 1,080 | 0,597 | 3,05   | 597   | Oui        |

| Trancon | Cam(m)<br>) | Cav(m) | Cram(m)<br>) | Crav(m)<br>) | Dist(m)<br>) | I (m/m) | Qt(m <sup>3</sup> /s) | Dcal(m<br>m) | Dnor(mm) | Vps(m/s) | Qps(m <sup>3</sup> /s) | Rq    | Rv    | Rh    | V(m/s) | H(mm) | Autocurage |
|---------|-------------|--------|--------------|--------------|--------------|---------|-----------------------|--------------|----------|----------|------------------------|-------|-------|-------|--------|-------|------------|
| A44-A45 | 10,96       | 9,07   | 8,86         | 8,07         | 50           | 0,016   | 1479,3                | 773          | 800      | 3,22     | 1,621                  | 0,913 | 1,117 | 0,760 | 3,60   | 608   | Oui        |
| A45-A46 | 11,87       | 10,96  | 9,37         | 8,86         | 50           | 0,010   | 1479,3                | 839          | 1000     | 3,01     | 2,361                  | 0,627 | 1,066 | 0,576 | 3,20   | 576   | Oui        |
| A46-A47 | 12,52       | 11,87  | 9,72         | 9,37         | 50           | 0,007   | 1479,3                | 901          | 1000     | 2,49     | 1,956                  | 0,756 | 1,097 | 0,645 | 2,73   | 645   | Oui        |
| A47-A48 | 13,17       | 12,52  | 10,62        | 9,72         | 50           | 0,018   | 1479,3                | 754          | 1000     | 3,99     | 3,136                  | 0,472 | 0,980 | 0,485 | 3,91   | 485   | Oui        |
| A48-A49 | 13,28       | 13,17  | 10,83        | 10,62        | 50           | 0,004   | 1479,3                | 991          | 1000     | 1,93     | 1,515                  | 0,976 | 1,122 | 0,826 | 2,17   | 826   | Oui        |
| A49-A50 | 13,36       | 13,28  | 11,01        | 10,83        | 32,64        | 0,006   | 1479,3                | 942          | 1000     | 2,21     | 1,736                  | 0,852 | 1,109 | 0,708 | 2,45   | 708   | Oui        |
| A50-A51 | 13,45       | 13,36  | 11,2         | 11,01        | 40           | 0,005   | 1479,3                | 968          | 1000     | 2,05     | 1,611                  | 0,918 | 1,117 | 0,765 | 2,29   | 765   | Oui        |
| A51-A52 | 13,47       | 13,45  | 11,97        | 11,2         | 20,24        | 0,038   | 1479,3                | 656          | 600      | 4,13     | 1,168                  | 1,267 | 0,204 | 0,906 | 0,84   | 543   | Oui        |
| A52-A53 | 14,43       | 13,47  | 12,91        | 11,22        | 64,09        | 0,026   | 515                   | 473          | 500      | 3,04     | 0,598                  | 0,861 | 1,110 | 0,715 | 3,38   | 358   | Oui        |
| A53-A54 | 15,61       | 14,43  | 14,14        | 12,91        | 50           | 0,025   | 515                   | 479          | 500      | 2,94     | 0,577                  | 0,892 | 1,114 | 0,741 | 3,28   | 370   | Oui        |
| A54-A55 | 16,79       | 15,61  | 15,38        | 14,14        | 50           | 0,025   | 515                   | 478          | 500      | 2,95     | 0,580                  | 0,888 | 1,113 | 0,738 | 3,29   | 369   | Oui        |
| A55-A56 | 17,86       | 16,79  | 16,5         | 15,38        | 45,25        | 0,025   | 515                   | 478          | 500      | 2,95     | 0,579                  | 0,889 | 1,113 | 0,738 | 3,28   | 369   | Oui        |
| A53-A57 | 13,52       | 13,47  | 11,42        | 11,22        | 41,48        | 0,005   | 1105                  | 866          | 1000     | 2,07     | 1,623                  | 0,681 | 1,083 | 0,604 | 2,24   | 604   | Oui        |
| A57-A58 | 13,69       | 13,52  | 11,59        | 11,42        | 30,29        | 0,006   | 1105                  | 841          | 1000     | 2,23     | 1,751                  | 0,631 | 1,068 | 0,578 | 2,38   | 578   | Oui        |
| A58-A59 | 13,79       | 13,69  | 11,79        | 11,59        | 36,75        | 0,005   | 1105                  | 846          | 1000     | 2,20     | 1,725                  | 0,641 | 1,071 | 0,583 | 2,35   | 583   | Oui        |
| A59-A60 | 13,8        | 13,79  | 12           | 11,79        | 40           | 0,005   | 1105                  | 852          | 1000     | 2,16     | 1,694                  | 0,652 | 1,075 | 0,589 | 2,32   | 589   | Oui        |
| A60-A61 | 13,94       | 13,8   | 12,24        | 12           | 50           | 0,005   | 1105                  | 866          | 1000     | 2,06     | 1,620                  | 0,682 | 1,084 | 0,605 | 2,23   | 605   | Oui        |
| A61-A62 | 14,08       | 13,94  | 12,44        | 12,24        | 47,84        | 0,004   | 1105                  | 889          | 1000     | 1,92     | 1,511                  | 0,731 | 1,094 | 0,631 | 2,10   | 631   | Oui        |
| A62-A63 | 14,18       | 14,08  | 12,58        | 12,44        | 26,35        | 0,005   | 1105                  | 850          | 1000     | 2,17     | 1,704                  | 0,649 | 1,074 | 0,587 | 2,33   | 587   | Oui        |
| A63-A64 | 14,2        | 14,18  | 12,8         | 12,58        | 50           | 0,004   | 1105                  | 881          | 1000     | 1,97     | 1,551                  | 0,713 | 1,090 | 0,621 | 2,15   | 621   | Oui        |
| A64-A65 | 14,43       | 14,2   | 12,91        | 12,8         | 64,09        | 0,002   | 1105                  | 1051         | 1000     | 1,23     | 0,968                  | 1,141 | 0,978 | 0,995 | 1,21   | 995   | Oui        |
| A65-A66 | 14,11       | 14,43  | 13,11        | 12,91        | 48,25        | 0,004   | 1105                  | 891          | 1000     | 1,92     | 1,505                  | 0,734 | 1,094 | 0,633 | 2,10   | 633   | Oui        |
| A66-A67 | 14,53       | 14,11  | 13,53        | 13,11        | 23,33        | 0,018   | 590                   | 534          | 600      | 2,84     | 0,803                  | 0,735 | 1,094 | 0,633 | 3,11   | 380   | Oui        |
| A67-A68 | 14,77       | 14,53  | 13,77        | 13,53        | 50           | 0,005   | 590                   | 685          | 800      | 1,78     | 0,893                  | 0,661 | 1,078 | 0,594 | 1,91   | 475   | Oui        |
| A68-A69 | 15,61       | 14,77  | 14,14        | 13,77        | 50           | 0,007   | 590                   | 631          | 800      | 2,21     | 1,109                  | 0,532 | 1,019 | 0,522 | 2,25   | 418   | Oui        |
| A69-A70 | 15,25       | 15,61  | 14,25        | 14,14        | 50,37        | 0,002   | 590                   | 794          | 800      | 1,20     | 0,603                  | 0,979 | 1,123 | 0,829 | 1,35   | 663   | Oui        |
| A70-A71 | 15,66       | 15,25  | 14,66        | 14,25        | 21,63        | 0,019   | 590                   | 529          | 600      | 2,92     | 0,824                  | 0,716 | 1,091 | 0,623 | 3,18   | 374   | Oui        |

| Trancon | Cam(m)<br>) | Cav(m) | Cram(m)<br>) | Crav(m)<br>) | Dist(m)<br>) | I (m/m) | Qt(m <sup>3</sup> /s) | Dcal(m<br>m) | Dnor(mm) | Vps(m/s) | Qps(m <sup>3</sup> /s) | Rq    | Rv    | Rh    | V(m/s) | H(mm) | Autocurage |
|---------|-------------|--------|--------------|--------------|--------------|---------|-----------------------|--------------|----------|----------|------------------------|-------|-------|-------|--------|-------|------------|
| A71-A72 | 16,79       | 15,66  | 15,38        | 14,66        | 50           | 0,014   | 590                   | 557          | 600      | 2,54     | 0,718                  | 0,821 | 1,105 | 0,686 | 2,81   | 411   | Oui        |
| A72-A73 | 17,04       | 16,79  | 16,04        | 15,38        | 50,28        | 0,013   | 590                   | 567          | 600      | 2,43     | 0,686                  | 0,860 | 1,110 | 0,714 | 2,69   | 429   | Oui        |
| A73-A74 | 17,86       | 17,04  | 16,5         | 16,04        | 45,25        | 0,010   | 590                   | 595          | 600      | 2,13     | 0,604                  | 0,977 | 1,122 | 0,827 | 2,40   | 496   | Oui        |
| A74-A75 | 18,03       | 17,86  | 17,03        | 16,5         | 50           | 0,011   | 590                   | 590          | 600      | 2,18     | 0,616                  | 0,957 | 1,121 | 0,805 | 2,44   | 483   | Oui        |
| A75-A76 | 19,4        | 18,03  | 17,3         | 17,03        | 50,57        | 0,005   | 590                   | 671          | 800      | 1,87     | 0,942                  | 0,626 | 1,066 | 0,576 | 2,00   | 461   | Oui        |
| A76-A77 | 20,56       | 19,4   | 17,96        | 17,3         | 40,83        | 0,016   | 355                   | 451          | 600      | 2,69     | 0,761                  | 0,466 | 0,976 | 0,481 | 2,63   | 289   | Oui        |
| A77-A78 | 20,67       | 20,56  | 18,02        | 17,96        | 12           | 0,005   | 355                   | 562          | 600      | 1,50     | 0,423                  | 0,839 | 1,107 | 0,698 | 1,66   | 419   | Oui        |
| A78-A79 | 20,74       | 20,67  | 18,14        | 18,02        | 26,64        | 0,005   | 355                   | 573          | 600      | 1,42     | 0,402                  | 0,884 | 1,113 | 0,733 | 1,58   | 440   | Oui        |
| A79-A80 | 20,83       | 20,74  | 18,38        | 18,14        | 50,34        | 0,005   | 355                   | 567          | 600      | 1,46     | 0,413                  | 0,859 | 1,110 | 0,713 | 1,62   | 428   | Oui        |
| A80-A81 | 21,73       | 20,83  | 19,43        | 18,38        | 48,84        | 0,021   | 355                   | 427          | 600      | 3,10     | 0,878                  | 0,404 | 0,933 | 0,441 | 2,90   | 264   | Oui        |
| A81-A82 | 22,91       | 21,73  | 20,11        | 19,43        | 48,64        | 0,014   | 335                   | 453          | 600      | 2,50     | 0,708                  | 0,473 | 0,981 | 0,486 | 2,46   | 291   | Oui        |
| A58-A83 | 14,1        | 13,69  | 12,78        | 11,59        | 66,56        | 0,018   | 515                   | 509          | 600      | 2,83     | 0,800                  | 0,643 | 1,072 | 0,585 | 3,04   | 351   | Oui        |
| A81-A84 | 15,3        | 14,1   | 13,6         | 12,78        | 45,1         | 0,018   | 515                   | 507          | 600      | 2,86     | 0,807                  | 0,638 | 1,070 | 0,582 | 3,06   | 349   | Oui        |
| A81-A85 | 15,64       | 15,3   | 14,01        | 13,6         | 22,1         | 0,019   | 515                   | 505          | 600      | 2,88     | 0,815                  | 0,632 | 1,068 | 0,579 | 3,08   | 347   | Oui        |
| A81-A86 | 16,32       | 15,64  | 14,96        | 14,01        | 52,35        | 0,018   | 515                   | 507          | 600      | 2,85     | 0,806                  | 0,639 | 1,070 | 0,582 | 3,05   | 349   | Oui        |
| A63-A87 | 14,26       | 14,1   | 12,26        | 12,1         | 23           | 0,007   | 515                   | 607          | 800      | 2,14     | 1,075                  | 0,479 | 0,985 | 0,489 | 2,11   | 391   | Oui        |
| A87-A88 | 14,34       | 14,26  | 12,34        | 12,26        | 44,1         | 0,002   | 515                   | 781          | 800      | 1,09     | 0,549                  | 0,938 | 1,120 | 0,784 | 1,22   | 628   | Oui        |
| A88-A89 | 14,52       | 14,34  | 12,52        | 12,34        | 33,63        | 0,005   | 515                   | 638          | 800      | 1,88     | 0,943                  | 0,546 | 1,027 | 0,531 | 1,93   | 425   | Oui        |
| A89-A90 | 14,83       | 14,52  | 12,83        | 12,52        | 41,52        | 0,007   | 515                   | 599          | 800      | 2,22     | 1,114                  | 0,462 | 0,973 | 0,479 | 2,16   | 383   | Oui        |
| A90-A91 | 15,74       | 14,83  | 13,14        | 12,83        | 27,19        | 0,011   | 515                   | 553          | 600      | 2,26     | 0,639                  | 0,806 | 1,103 | 0,675 | 2,49   | 405   | Oui        |
| A91-A92 | 16,52       | 15,74  | 14,02        | 13,14        | 50           | 0,018   | 515                   | 510          | 600      | 2,81     | 0,794                  | 0,648 | 1,074 | 0,587 | 3,02   | 352   | Oui        |
| A68-A93 | 14,66       | 14,08  | 12,8         | 12,44        | 36,54        | 0,010   | 515                   | 569          | 600      | 2,10     | 0,594                  | 0,867 | 1,111 | 0,719 | 2,33   | 432   | Oui        |
| A93-A94 | 16,17       | 14,66  | 14,25        | 12,8         | 47           | 0,031   | 515                   | 459          | 600      | 3,72     | 1,052                  | 0,490 | 0,992 | 0,496 | 3,69   | 298   | Oui        |
| A94-A95 | 16,68       | 16,17  | 14,89        | 14,25        | 17,45        | 0,037   | 515                   | 444          | 600      | 4,05     | 1,146                  | 0,449 | 0,964 | 0,470 | 3,91   | 282   | Oui        |
| A95-A96 | 17,16       | 16,68  | 15,14        | 14,89        | 32,04        | 0,008   | 515                   | 594          | 600      | 1,87     | 0,529                  | 0,974 | 1,122 | 0,823 | 2,10   | 494   | Oui        |
| A96-A97 | 17,18       | 17,16  | 15,35        | 15,14        | 26,31        | 0,008   | 515                   | 592          | 600      | 1,89     | 0,535                  | 0,963 | 1,122 | 0,811 | 2,12   | 486   | Oui        |
| A97-A98 | 16,71       | 17,18  | 15,65        | 15,35        | 38,06        | 0,008   | 515                   | 593          | 600      | 1,88     | 0,532                  | 0,969 | 1,122 | 0,817 | 2,11   | 490   | Oui        |

| Trancon   | Cam(m)<br>) | Cav(m) | Cram(m)<br>) | Crav(m)<br>) | Dist(m)<br>) | I (m/m) | Qt(m <sup>3</sup> /s) | Dcal(m<br>m) | Dnor(mm) | Vps(m/s) | Qps(m <sup>3</sup> /s) | Rq    | Rv    | Rh    | V(m/s) | H(mm) | Autocurage |
|-----------|-------------|--------|--------------|--------------|--------------|---------|-----------------------|--------------|----------|----------|------------------------|-------|-------|-------|--------|-------|------------|
| A76-A99   | 19,7        | 19,4   | 17,6         | 17,1         | 48,8         | 0,010   | 235                   | 421          | 500      | 1,90     | 0,373                  | 0,631 | 1,068 | 0,578 | 2,03   | 289   | Oui        |
| A99-A100  | 19,7        | 19,7   | 17,9         | 17,6         | 21,25        | 0,014   | 235                   | 396          | 500      | 2,23     | 0,437                  | 0,537 | 1,022 | 0,525 | 2,28   | 263   | Oui        |
| A100-A101 | 20,1        | 19,7   | 18,5         | 17,9         | 18,5         | 0,032   | 235                   | 339          | 500      | 3,38     | 0,663                  | 0,354 | 0,900 | 0,408 | 3,04   | 204   | Oui        |
| A101-A102 | 20,3        | 20,1   | 19,05        | 18,5         | 20,32        | 0,027   | 235                   | 351          | 500      | 3,08     | 0,606                  | 0,388 | 0,922 | 0,430 | 2,85   | 215   | Oui        |
| A102-A103 | 20,35       | 20,3   | 19,3         | 19,05        | 49,41        | 0,005   | 235                   | 480          | 500      | 1,33     | 0,262                  | 0,897 | 1,115 | 0,746 | 1,49   | 373   | Oui        |
| A103-A104 | 20,45       | 20,35  | 19,45        | 19,3         | 34,31        | 0,004   | 235                   | 493          | 500      | 1,24     | 0,243                  | 0,965 | 1,122 | 0,813 | 1,39   | 407   | Oui        |
| A104-A105 | 20,81       | 20,45  | 19,81        | 19,45        | 38,16        | 0,009   | 235                   | 427          | 500      | 1,82     | 0,358                  | 0,657 | 1,077 | 0,592 | 1,96   | 296   | Oui        |
| A105-A106 | 21,56       | 20,81  | 20,21        | 19,81        | 33,12        | 0,012   | 235                   | 408          | 500      | 2,06     | 0,405                  | 0,581 | 1,046 | 0,551 | 2,15   | 275   | Oui        |
| A106-A107 | 21,67       | 21,56  | 20,4         | 20,21        | 43           | 0,004   | 235                   | 492          | 500      | 1,25     | 0,245                  | 0,960 | 1,122 | 0,808 | 1,40   | 404   | Oui        |
| A107-A108 | 21,95       | 21,67  | 20,6         | 20,4         | 50           | 0,004   | 235                   | 502          | 500      | 1,19     | 0,233                  | 1,009 | 1,121 | 0,863 | 1,33   | 431   | Oui        |
| A108-A109 | 23,41       | 21,95  | 21,85        | 20,6         | 50           | 0,025   | 235                   | 356          | 500      | 2,96     | 0,582                  | 0,404 | 0,933 | 0,440 | 2,77   | 220   | Oui        |
| A109-A110 | 25,26       | 23,41  | 25           | 21,85        | 50           | 0,063   | 235                   | 299          | 500      | 4,71     | 0,924                  | 0,254 | 0,841 | 0,344 | 3,96   | 172   | Oui        |
| A107-A111 | 21,77       | 21,56  | 20,5         | 20,21        | 42,45        | 0,007   | 235                   | 454          | 500      | 1,55     | 0,304                  | 0,772 | 1,100 | 0,654 | 1,70   | 327   | Oui        |
| A111-A112 | 22,14       | 21,77  | 20,92        | 20,5         | 48,88        | 0,009   | 235                   | 435          | 500      | 1,74     | 0,341                  | 0,689 | 1,085 | 0,608 | 1,89   | 304   | Oui        |
| A112-A113 | 22,94       | 22,14  | 21,44        | 20,92        | 28,27        | 0,018   | 235                   | 377          | 400      | 2,19     | 0,275                  | 0,853 | 1,109 | 0,709 | 2,43   | 284   | Oui        |

## KSMFH 04041NA-E

### Caractéristiques requises

|                        |             |
|------------------------|-------------|
| Débit                  | 5,14 l/s    |
| Hauteur de refoulement | 19,1 m      |
| Fluide                 | Eau, claire |
| Température            | 20 °C       |
| Type d'installation    | Pompe seule |
| N.be de pompes         | 2           |

### Caractéristiques de la pompe

|                             |                                      |
|-----------------------------|--------------------------------------|
| Débit                       | 5,3 l/s                              |
| Hauteur de refoulement      | 20 m                                 |
| Puissance absorbée          | 4,05 kW                              |
| Rendement                   | 25,6%                                |
| Hauteur manométrique H(Q=0) | 23,5 m                               |
| Orif. de refoulement        | 80 mm                                |
| Installation                | Installation fixe immergée DN80/PN10 |
| Roue                        | Monocanal                            |
| Passage libre               | 73 mm                                |

### Caractéristiques moteur

|                       |            |
|-----------------------|------------|
| Fréquence             | 60 Hz      |
| Tension nominale      | 460 V      |
| Vitesse nominale      | 1750 1/min |
| Nombre de pôles       | 4          |
| Puissance nominale P2 | 5,9 kW     |
| Courant nominal       | 11,7 A     |
| Type de moteur        | 3~         |
| Classe d'isolation    | F          |
| Degré de protection   | IP 68      |

### Limites opérationnelles

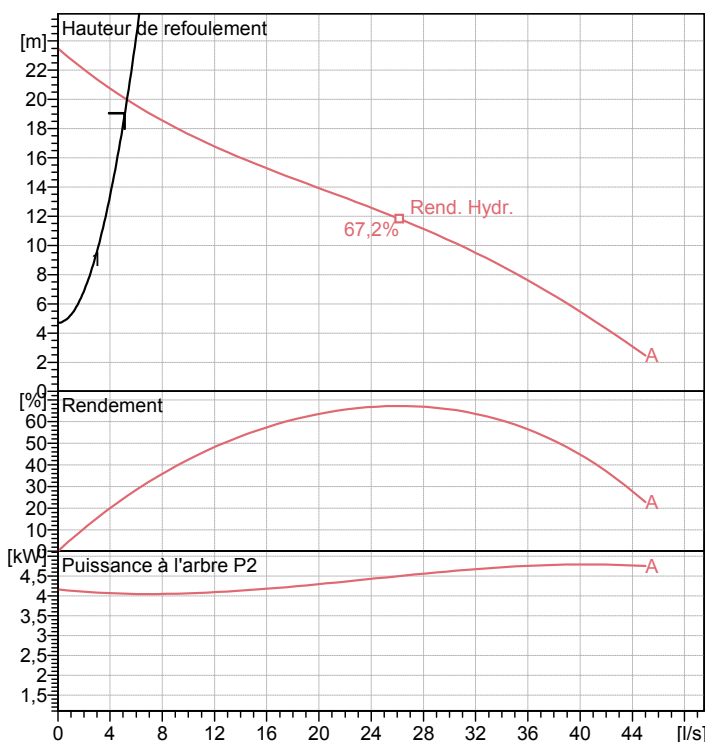
|                                    |              |
|------------------------------------|--------------|
| Démarrages / h max.                | 20           |
| Température maxi. du liquide pompé | 40 °C        |
| Teneur maximum en matières solides | 40 g/m³      |
| Densité max.                       | 0,998 kg/dm³ |
| Viscosité maxi.                    | 1 mm²/s      |

### Caractéristiques générales

|       |             |
|-------|-------------|
| Poids | Sur dem. kg |
|-------|-------------|

### Matériaux

|                            |                             |
|----------------------------|-----------------------------|
| Corps de pompe             | Fonte                       |
| Roue                       | Fonte                       |
| Bague d'usure              | Acier-caoutchouc            |
| Corps d'aspiration         | Fonte                       |
| Arbre                      | Acier inox                  |
| Garniture méc. côté pompe  | Carbure de silicium/Alumine |
| Chambre à huile            | Fonte                       |
| Enveloppe du moteur        | Fonte                       |
| Sondes thermiques          | Oui                         |
| Sonde de conductivité      | Oui                         |
| Garniture méc. côté moteur | Graphite/Stéatite           |
| Vis et écrous              | Acier inox                  |
| Câble d'alimentation       | 10m                         |



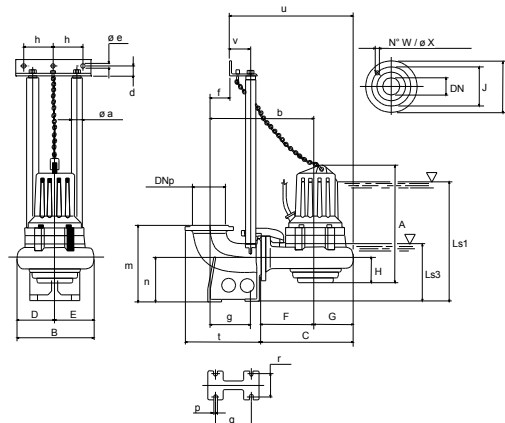
### Caractéristiques de fonctionnement

UNI/ISO 2548/C

| Q [l/s] | H [m] | P [kW] | Rend. [%] | NPSH [m] |
|---------|-------|--------|-----------|----------|
|         |       |        |           |          |

### Dimensions mm

A = 503  
 B = 317  
 b = 465  
 C = 407  
 D = 173  
 d = 35  
 DN = PN10  
 DNp = PN10  
 E = 144  
 F = 245  
 f = 40  
 G = 162  
 g = 173  
 H = 119  
 h = 130  
 J = 160  
 K = 200  
 Ls1 = 477  
 Ls3 = 255  
 m = 320  
 øa = 2"  
 øe = 12,5  
 øX = 18  
 p = 18  
 q = 156  
 r = 110  
 t = 320



Notes:

|                           |                  |          |        |
|---------------------------|------------------|----------|--------|
| Date<br><b>16.09.2017</b> | Page<br><b>1</b> | Offre n° | Pos.N° |
|---------------------------|------------------|----------|--------|