

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

**Université de Mohammed Sedik Ben Yahia – Jijel**

**Faculté Des sciences et de la Technologie**



**Département de Génie Civil et Hydraulique**

**Projet de fin d'étude**

En vue de l'obtention du diplôme : **Master en hydraulique**

**Option : Hydraulique Urbaine**

**Présenté par :**

**Boufoula Othman**

**Bentata Rafik**

**Dimensionnement de Réseau d'assainissement  
de la ville Rabta Ouest, (w. Jijel)**

**Dirigé par :**

- Mr. Ratiat Abdelkader

Soutenu publiquement le 21 / 07/ 2019 devant le jury composé de :

- Président : Belaabed Faris

- Examineur : Amara Lyes

Promotion 2019

## **Remerciements**

*Nous tenons tout d'abord à remercier Dieu **ALLAH** le tout, puissant, qui nous a donné la force, le courage, la volonté, et la patience d'accomplir ce modeste travail.*

*Nous tenons à remercier tous ceux qui nous ont aidés de près ou de loin pour réaliser ce travail en particulier notre encadreur **Dr. RATIAT Abdelkader** qui nous a proposé ce sujet et qui nous a encadré et soutenu par ses conseils et ses efforts durant la préparation de notre mémoire.*

*Je remercie Madame Meryem Z, ingénieur d'hydraulique à la direction de ressource en eau (DRE) de jijel, pour tout le temps qu'elle a contribué à notre enseignement du Covadis.*

*Nous tenons à remercier également les membres de jury d'avoir accepté  
D'examiner ce modeste travail.*

*Nous ne serions bien sûr jamais arrivées là sans l'aide et le soutien de nos familles ; à nos parents et à nos frères. Merci d'avoir soutenues dans cette voie, merci de votre présence, de vos encouragements, de vos conseils, de vos attentions constantes, merci pour tout. Nous espérons vous rendre le bonheur que vous nous apportez.*

*Je remercie, enfin toute personne que j'ai oublié, ayant participé de près ou de loin pour l'aboutissement de ce modeste travail.*

O.Boufoula

R.Bentata

# *Dédicace*

*Je dédie ce modeste travail en signe de reconnaissance et de respect*

- *A mon père et à ma mère ;*
  
- *A mes frères ;*
  
- *A ma sœur ;*
  
- *A toute ma famille ;*
  
- *A tous mes amis sans exception ;*
  
- *A tous mes camarades de la promotion 2019 ;*
  
- *A tous mes enseignants d'hydraulique.*

*Boufoula Othman*

# *Dédicace*

*Je dédie ce modeste travail en signe de reconnaissance et de respect*

- *A mon père et à ma mère ;*
  
- *A mes frères ;*
  
- *A mes sœurs ;*
  
- *A ma femme ;*
  
- *A toute mes enfants (Mohemed Waïl , Zakaria et Souhib);*
  
- *A tous mes amis sans exception ;*
  
- *A tous mes camarades de la promotion 2019 ;*
  
- *A tous mes enseignants d'hydraulique.*

*Bentata Rafik*

# Sommaire

Dédicace

Remerciements

Liste des figures

Liste des tableaux

Résumé

**Introduction générale..... 1**

## **Chapitre I : Généralités sur les réseaux d'égouts**

I. Introduction..... 2

I.1.définition ..... 2

I.2. Origine des eaux usées..... 2

I.2.1.Origine domestique ..... 3

I.2.2.Origine industriel ..... 3

I.2.3.Origine agricole ..... 3

I.2.4.Origine pluviale ..... 3

I.3.Définition de l'assainissement ..... 3

I.4. Historique de l'assainissement.....5

I.5. Différents types de réseau d'assainissement..... 5

I.5.1.Assainissement non collectif..... 5

I.5.2. Assainissement collectif..... 6

I.5.2.1.Le système unitaire ..... 6

I.5.2.2. Le système séparatif..... 6

I.5.2.3. Le système pseudo-séparatif ..... 7

I.5.2.4. Système hybride ou composite ..... 7

I.5.3.L'avantage et l'inconvénient des différents systèmes ..... 8

I.6. Choix du système d'assainissement..... 9

I.7. Schémas types des réseaux d'évacuation..... 9

I.7. 1. le schéma perpendiculaire au cours d'eau..... 9

I.7.2.le schéma type collecteur latéral ..... 10

I.7.3.le schéma type collecteur transversal..... 10

I.7.4.Le schéma type par zones étagées ..... 10

I.7.5.le schéma type centre collecteur unique et le schéma type radial..... 11

I.8. Eléments constitutifs d'un réseau d'eaux usées..... 11

|   |    |
|---|----|
| I.8.1. Les ouvrages principaux .....  | 11 |
| I.8. 1. 1. Canalisation.....  | 11 |
| I.8.1.2. Choix du type de canalisation .....                                    | 15 |
| I.8.1.3. Les joint des conduites en béton armé .....                            | 15 |
| I.8.2 Les ouvrages annexes .....  | 17 |
| I.8.2.1. Les branchements.....  | 17 |
| I.8.2.2Les caniveaux.....   | 18 |
| I.8.2.3. Les regards .....  | 18 |
| I.8.2.4. Bouches d'égout .....  | 19 |
| I.8.2.5 : Bassins d'orage .....   | 20 |
| I.8.2.6 : Déversoir d'orage .....   | 20 |
| I.8.2.7. Stations de relèvement ou de refoulement .....                         | 21 |
| I.9.Problématique de sujet.....   | 22 |
| Conclusion.....   | 22 |
| <b>Chapitre II : Présentation du site et synthèse des données hydrologiques</b> |    |
| II. Introduction .....  | 23 |
| II.1. Aperçu historique sur la Wilaya de Jijel.....                             | 23 |
| II.2. Situation géographique et géologique .....                                | 24 |
| II.3. Topographie du lieu.....  | 24 |
| II.4. Situation climatique.....   | 24 |
| II.4.1 : Températures .....   | 24 |
| II.4.2 : Précipitation.....   | 25 |
| II.4.3 : Le vent .....  | 27 |
| II.4.4 :L'humidité .....  | 28 |
| II.5. Démographie .....   | 28 |
| II.6.Définition des notions hydrologie .....                                    | 30 |
| II.6.1. La notion de bassin versant .....                                       | 30 |
| II.6.2. Les averses.....  | 30 |
| II.6.3. Période de retour.....  | 30 |
| II.6.4. L'intensité moyenne maximale .....                                      | 30 |
| Conclusion.....   | 31 |
| <b>Chapitre III : Choix de variante et Calcul de base</b>                       |    |
| III. Introduction .....   | 32 |
| III.1. Explication de la sélection du système.....                              | 32 |

|   |    |
|---|----|
| III.2. Choix du système d'évacuation.....   | 32 |
| III.3. Choix Le schémas d'évacuation.....   | 32 |
| III.4. Découpage des sous bassins .....   | 32 |
| III.4.1. Définition .....   | 32 |
| III.4.2. Choix de la limite des sous bassins .....                                      | 33 |
| III.5.Principes du tracé des collecteurs.....   | 33 |
| III.6. Evaluation de coefficient de ruissellement.....                                  | 33 |
| III.6.1. Définition de coefficient de ruissellement.....                                | 33 |
| III.7. Coefficient de ruissellement pondéré .....                                       | 35 |
| III.8.Estimation des débits d'eaux usées .....  | 35 |
| III.8.1.Evaluation du débit moyen journalier .....                                      | 35 |
| III.8.2.Evaluation du débit de pointe.....  | 36 |
| III.9.Evaluation des débits d'eaux pluviales .....                                      | 37 |
| III.9.1.La méthode rationnelle.....   | 37 |
| III.9.1.1.Validité de la méthode rationnelle.....                                       | 38 |
| III.9.2.La méthode de Caquot.....   | 40 |
| III.9.2.1.Validité de la méthode superficielle.....                                     | 42 |
| III.9.3.Choix de la méthode.....  | 42 |
| Conclusion.....   | 42 |
| <b>Chapitre IV : Dimensionnement hydraulique du réseau à l'aide du logiciel Covadis</b> |    |
| IV. Introduction .....  | 43 |
| IV.1. Conditions d'écoulement et de dimensionnement .....                               | 43 |
| IV.2. Mode de calcul .....  | 43 |
| IV.2.1. La base de calcul de Covadis .....  | 44 |
| IV.3. Dimensionnement du réseau d'assainissement .....                                  | 44 |
| IV.3.1. Utilisation du Covadis.....   | 45 |
| IV.4. Les résultats de calcul .....   | 51 |
| IV.5. Assemblage des bassin versant .....   | 71 |
| IV.6. Dimensionnement de la station de refoulement .....                                | 71 |
| IV.6.1 Caractéristiques du refoulement.....   | 71 |
| IV.7. Discussion .....  | 74 |

|                                    |           |
|------------------------------------|-----------|
| Conclusion .....                   | 74        |
| <b>Conclusion générale</b> .....   | <b>75</b> |
| <b>Références bibliographiques</b> |           |
| <b>Annexes</b>                     |           |



# Liste des figures

## Chapitre I : Généralités sur les réseaux d'égouts

|  |    |
|--|----|
| Figure I.1: Origine des eaux usées .....                                     | 2  |
| Figure I.2: Exemple type de réseau d'assainissement .....                    | 4  |
| Figure I.3: système unitaire .....   | 6  |
| Figure I.4: Système séparatif .....  | 6  |
| Figure I.5: Système pseudo séparatif .....                                   | 7  |
| Figure I.6: Schéma perpendiculaire au cours d'eau .....                      | 10 |
| Figure I.7: Schéma par déplacement latéral .....                             | 10 |
| Figure I.8: Schéma à collecte transversale ou oblique .....                  | 10 |
| Figure I.9 : Schéma de collecteur par zones étagées .....                    | 11 |
| Figure I.10: Schéma radial .....   | 11 |
| Figure I.11: Conduite en béton non armé .....                                | 12 |
| Figure I.12: Conduite en béton armé .....                                    | 12 |
| Figure I.13: Conduite en grés .....  | 13 |
| Figure I.14: Conduite en fibre-ciment .....                                  | 14 |
| Figure I.15: Conduites en chlorure de polyvinyle (P.V.C) non plastifié ..... | 14 |
| Figure I.16: Conduite ovoïdes préfabriqués .....                             | 15 |
| Figure I.17: Divers joints sur tuyau en béton .....                          | 16 |
| Figure I.18: Joint mécanique .....   | 17 |
| Figure I.19: Branchements .....  | 18 |
| Figure I.20: Caniveaux .....   | 18 |
| Figure I.21: Bouches d'égout .....   | 20 |
| Figure I.22. Bassins d'orages .....  | 20 |
| Figure I.23: Déversoir d'orage .....   | 21 |
| Figure I.24: Stations de relèvement .....                                    | 22 |

## Chapitre II : Présentation du site et synthèse des données hydrologiques

|  |    |
|--|----|
| Figure II. 1: Localisation de la zone d'étude par rapport à la commune de Jijel .....  | 24 |
| Figure II : 2 : Variation des températures moyennes mensuelles période 1983-2003 ..... | 25 |
| Figure II.3 : Variation des pluies moyennes mensuelles Période 1992-2001 .....         | 26 |
| Figure. II. 4 : Carte pluviométrique de la wilaya de Jijel (ANRH, 1996) .....          | 27 |
| Figure. II. 5 : Variation des vents moyens mensuels période : 1983-2003 .....          | 27 |
| Figure .II.6: Variation des humidités moyennes mensuelles période : 1983-2003 .....    | 28 |
| Figure. II.7: Evolution de la population communale (1966-2016) .....                   | 29 |

### **Chapitre III : Choix de variante et Calcul de base**

|  |    |
|--|----|
| Figure III.1: découpage d'un bassin en n secteur ..... | 38 |
|--|----|

### **Chapitre IV : Dimensionnement hydraulique du réseau à l'aide de Covadis**

|  |    |
|--|----|
| Figure IV.1: fenêtre des paramètres des réseaux .....    | 46 |
| Figure IV.2: Création du réseau .....                    | 47 |
| Figure IV.3: Découpage des sous bassins .....            | 47 |
| Figure IV.4: Insérer les données de chaque tronçon ..... | 48 |
| Figure IV.5: Sélectionner la méthode de calcul .....     | 48 |
| Figure IV.6: création de la région d'étude.....          | 49 |
| Figure IV.7: Traçage des profils au long.....            | 49 |
| Figure IV.8: exemple d'un profil en long .....           | 50 |
| Figure IV.9: Affichage des résultats .....               | 50 |

# *Liste des Tableaux*

## **Chapitre I : Généralités sur les réseaux d'égouts**

|  |     |
|--|-----|
| Tableau I.1:Avantages et inconvénients des différents systèmes ..... | 8-9 |
|--|-----|

## **Chapitre II : Présentation du site et synthèse des données hydrologiques**

|  |    |
|--|----|
| Tableau II. 1 : Températures moyennes mensuelles ..... | 25 |
|--|----|

|   |    |
|---|----|
| Tableau II.2 :Moyennes mensuelles et nombres de jours de pluie à la station de Jijel Période (1914-1936 ..... | 25 |
|---|----|

|  |    |
|--|----|
| Tableau II. 3: Moyennes mensuelles des pluies à la station de Jijel (Période 1992 2001)..... | 26 |
|--|----|

|   |    |
|---|----|
| Tableau II. 4 : vitesse du vent : Moyennes mensuelles (m/s) ..... | 27 |
|---|----|

|  |    |
|--|----|
| Tableau II.5 : Valeurs moyennes de l'humidité relative de l'atmosphère (en %)..... | 28 |
|--|----|

|  |    |
|--|----|
| Tableau II.6 : Variation des populations de Jijel..... | 29 |
|--|----|

|  |    |
|--|----|
| Tableau II. 7 : L'estimation des populations à différents horizons ..... | 29 |
|--|----|

## **Chapitre III : Choix de variante et Calcul de base**

|   |    |
|---|----|
| Tableau III.1: Coefficients de ruissellement en fonction de surface drainée ..... | 34 |
|---|----|

|   |    |
|---|----|
| Tableau III.2:Coefficient de ruissellements relatifs à divers quartiers ..... | 34 |
|---|----|

|   |    |
|---|----|
| Tableau III.3:Coefficient de ruissellements en fonction de la catégorie d'urbanisation..... | 35 |
|---|----|

|  |       |
|--|-------|
| Tableau III.4 : Estimation des débits des eaux usées ..... | 36-37 |
|--|-------|

|  |    |
|--|----|
| Tableau III.5:Les paramètres équivalents dans le cas de l'assemblage Des Bassins Versants en série ou en parallèle ..... | 42 |
|--|----|

## **Chapitre IV : Dimensionnement hydraulique du réseau à l'aide du Covadis**

|   |       |
|---|-------|
| Tableau IV.1: résultats de calcul du collecteur principal ..... | 51-52 |
|---|-------|

|  |       |
|--|-------|
| Tableau IV.2: résultats de calcul du collecteurs secondaires ..... | 53-70 |
|--|-------|

|  |    |
|--|----|
| Tableau IV.3: Assemblage des bassins versant ..... | 71 |
|--|----|

|  |    |
|--|----|
| Tableau IV.4: caractéristiques hydraulique de la conduite de refoulement ..... | 74 |
|--|----|

# *Liste des planches*

***Planche 1*** : Plan de masse avec réseau d'assainissement

***Planche 2*** : Découpage des sous bassins avec réseau d'assainissement

***Planche 3*** :les Profil en long

# *Liste des abréviations*

**P.V.C** : polyvinyle chlorure

**V.R.D** : voirie et réseau divers

**P.D.A.U** : phase projet rapport d'orientation

**O.N.M** : officie national de météo

**A.N.R.H** : Recensement Général de la population et de l'habitation

**O.N.S** : office national des statistiques

**D.P.S.B** : Direction de la programmation et du budgétaires

## Résumé

L'objectif de la présente étude est de dimensionner un réseau d'assainissement type unitaire qui peut évacuer les rejets de la zone Rabta ouest située à la wilaya de Jijel. Cette zone a une contrainte majeure celle de la topographie dont, la pente est très faible, elle se trouve parfois à 2 m au-dessous de niveau de la station d'épuration. Le calcul a été fait à l'aide du logiciel Covadis qui nous a permis de déterminer les diamètres des collecteurs principaux et secondaires avec  $D = 300-1200\text{mm}$ . Toutes les conditions et les paramètres nécessaires pour l'écoulement gravitaire des eaux usées ont été vérifiés, ainsi que, le problème de débordement des conduites surtout en hiver.

**Mots- Clé :** Dimensionnement, Covadis, Rabta Ouest, jijel, assainissement

## Abstract

The objective of the present study is to design a unit type sanitation network that can evacuate waste from the Rabta West zone located in the wilaya of Jijel. This zone has a major constraint on the topography, the slope of which is very low, sometimes at 2 m below the level of treatment plant. The calculation was done using the software of Covadis which allowed us to determine the diameters of the main collector and second them with  $D = 300-1200\text{mm}$ . All the necessary conditions and parameters for the gravitational flow of wastewater have been verified, as well as, the problem of overflow of pipes, especially in winter.

**Keywords:** Sizing, Covadis, West Rabta, jijel, sanitation

## ملخص

الهدف من هذه الدراسة هو تصميم شبكة للصرف الصحي من نوع الاح ادي يمكنها إخلاء النفايات من منطقة ربنا الغربية الواقعة في ولاية جيجل. توجد قيود كبيرة على هذه المنطقة على التضاريس ، حيث يكون ميلها منخفضًا جدًا ، وأحيانًا يكون ارتفاعه أقل من 2 متر عن مستوى محطة المعالجة. تم الحساب باستخدام برنامج Covadis الذي سمح لنا بتحديد أقطار المجمع الرئيسي وثانوي بـ  $D = 300-1200\text{mm}$ . تم التحقق من جميع الشروط والمعايير اللازمة لتدفق المياه العادمة الجاذبية ، وكذلك مشكلة فيضان الأنابيب ، وخاصة في فصل الشتاء.

**الكلمات المفتاحية:** التحجيم، Covadis ، غرب ربنا، جيجل، الصرف الصحي

Les eaux usées représentent à la fois une ressource et un danger. En effet, les maladies potentiellement transmises par l'eau sont nombreuses et expose la santé de la population en danger. La nécessité de traitement et l'évacuation de ces eaux s'avèrent prioritaire afin de préserver l'environnement, les différents écosystèmes et d'éviter le risque de contamination direct des eaux de surface et souterraines avec les produits polluants, résultant de différents origines, domestiques, industrielles et agricoles.

La présente étude s'inscrit dans le cadre de réévaluer les débits de différents effluents d'eau usée de la région de Rabta ouest situant à la wilaya de Jijel.

Cette région est confrontée à des contraintes organisationnelles et topographiques dont la pente est très faible et parfois moins que la cote la station d'épuration, chose qui provoque un sérieux problème qui est le débordement des conduites surtout en hiver.

Le présent travail se subdivise en (4) quatre chapitres à savoir :

Le premier chapitre sera consacré à une généralité sur les réseaux d'égouts tout en présentant toutes les définitions de chaque élément constituant du réseau d'assainissement. La présentation du site à étudier ainsi que la synthèse des données hydrologiques ont fait l'objet de deuxième chapitre. Le troisième chapitre, traitera les différentes variantes possibles à réaliser pour notre projet, afin de sélectionner la variante la plus avantageuse de point de vue technique et économique. Ce chapitre sera clôturé par un calcul de base. Le dernier chapitre, sanctionnera un calcul hydraulique détaillé à l'aide du *Covadis* tout en déterminant les paramètres et les conditions nécessaires pour l'écoulement. Après avoir achevé le calcul, il est important de présenter le projet sous forme des plans de dessin (profils en long...), suivi par un détail des éléments constituant du réseau et de la station de relevage.

# *Chapitre 1 : généralités sur les réseaux d'égouts*

---



**Introduction :**

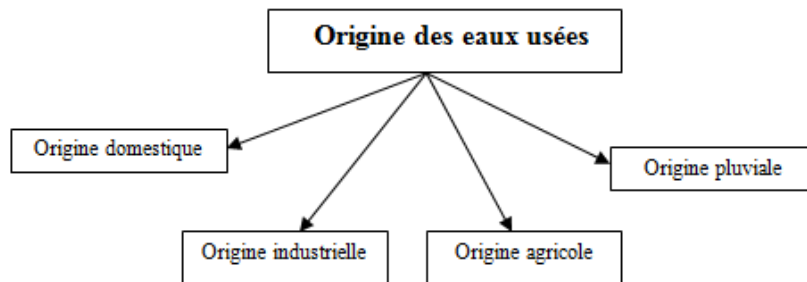
Quel que soit l'origine des eaux usées, elles sont généralement chargées en éléments indésirables, qui selon leurs quantités et leurs compositions, et pour cela, on va créer un réseau d'assainissement pour évacuer ces eaux. Dans ce chapitre, nous allons définir les eaux usées, leurs origines, les différents types de réseaux et schémas d'assainissement ainsi que les critères de choix de tel système d'évacuation. En fin, les éléments constitutifs des réseaux.

**I.1.Définition:**

Les eaux usées regroupent les eaux résiduaires domestiques (les eaux vannes et les eaux Ménagères), les eaux de ruissellement et les effluents industriels (eaux usées des usines). Ils constituent donc un effluent pollué, et qui sont rejetées dans un émissaire d'égout vers le milieu naturel (Baumont, Camard, Lefranc, & Franconie, 2004, p. 220).

**I.2. Origine des eaux usées**

Selon les études menées par Rodier, on peut classer comme eaux usées, les eaux d'origine urbaine constituées par des eaux ménagères (lavage corporel, de linge, de locaux, eaux de cuisine) et les eaux de vannes chargées de fèces et d'urines (2009). Toute cette masse d'effluents est plus ou moins diluée par les eaux de lavage de la voirie et celles pluviales. Selon les cas, peuvent s'ajouter les eaux d'origine industrielle et agricole. (Rodier, J., Legube B., Merlet N., et Brunet R, 2009)



**Figure I.1** Origines des eaux usées

**I.2.1. Origine domestique**

Les eaux d'origine domestique sont composées des eaux domestiques (habitations, bureaux, bains publics) et, en quantité moindre, d'eaux issues de fonds de commerce et de petites industries:

- Les eaux domestiques sont constituées d'eaux de bain, lessive, urines, fèces et résidus alimentaires;

- Les eaux commerciales sont issues principalement de lavages de voitures, restaurants, cafés, pressing, etc. Ces eaux sont chargées de matières organiques : graisses et produits d'entretiens ménagers. Elles sont en général aisément biodégradables. (Resjeck, 2002, pp. 166-198)

### **I.2.2. Origine industriel**

Les eaux d'origine industrielle proviennent des différentes usines de fabrication ou de transformation. Leur qualité varie suivant le type d'industrie. Elles peuvent être chargées de matières toxiques difficilement biodégradables nécessitant un traitement spécifique (Resjeck, 2002).

### **I.2.3. Origine agricole**

Les eaux d'origine agricoles sont constituées essentiellement d'eaux de drainage des champs agricoles et de rejets de lavage des fermes d'élevage. Il s'agit d'un mélange de composés relativement biodégradable. Néanmoins, ces eaux sont parfois caractérisées par de fortes concentrations de pesticides et d'engrais artificiels. Les paramètres qui doivent être pris en considération sont l'azote nitrique, le phosphate et les substances organiques, matières hautement polluantes. (Resjeck, 2002, pp. 166-198)

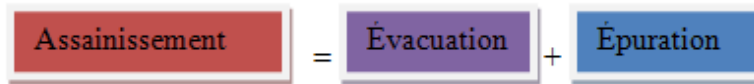
### **I.2.4. Origine pluviale**

Les eaux de ruissellement des zones urbaines sont généralement transportées par des réseaux d'égouts pluviaux distincts ou par des réseaux d'égouts unitaires. Le volume des eaux de ruissellement varie en fonction de l'imperméabilité du sol. Dans une zone urbaine, de 30 à 50 % des eaux de pluie peuvent s'écouler en surface avant d'atteindre un réseau d'égouts séparatifs ou unitaires (Mimeche Leila, 2010).

## **I.3. Définition de l'assainissement**

- L'assainissement : une nécessité à la vie humaine, la vie animale et l'activité industrielle, sont à l'origine de la production de déchets qui, en cas de concentration excessive et mal maîtrisée, peut mettre en cause la santé des individus. Il faut supprimer ces causes d'insalubrité et pour cela :
- éloigner rapidement et sans stagnation tous les déchets susceptibles de produire des putréfactions et des odeurs ;
- prendre toutes les dispositions pour éviter que les produits évacués n'entraînent de contamination, de pollution et de perturbation du milieu constituant leur destination finale (en particulier les sols, les nappes phréatiques, les cours d'eau, les lacs, les mers, etc.).

Ces deux concepts simples suffisent pour définir les fonctions de l'assainissement, qui consiste à résoudre deux problèmes très différents qu'il convient de ne pas confondre. (C.E.R.I.B; F.I.B; C.I.M béton;, 2004)



Par définition l'évacuation, c'est l'ensemble des procédés permettant d'assurer la collecte et l'évacuation rapide des déchets.

Et l'épuration, c'est l'ensemble des traitements applicables à des déchets avant rejet dans un milieu naturel.

L'assainissement a donc pour but d'assurer la collecte, le transport et ses besoins, la rétention des eaux pluviales et des eaux usées et de procéder à leur prétraitement puis à leur traitement avant rejet dans le milieu naturel. Les techniques utilisées doivent être compatibles avec les exigences qu'impose le respect de la santé publique et de l'environnement. Il apparaît que les fonctions dévolues à l'assainissement sont nombreuses. Par ailleurs, la nature et l'importance des équipements à mettre en œuvre pour assurer ces fonctions sont variables. Ils dépendent en effet, du type d'habitat (assainissement collectif ou autonome), de la topographie du site (système gravitaire ou non gravitaire), de la nature des effluents concernés (système séparatif, unitaire ou mixte), de la nature du sous-sol, etc. Le schéma ci-après présente une vue générale d'un réseau d'assainissement de type gravitaire. (C.E.R.I.B; F.I.B; C.I.M béton;, 2004)

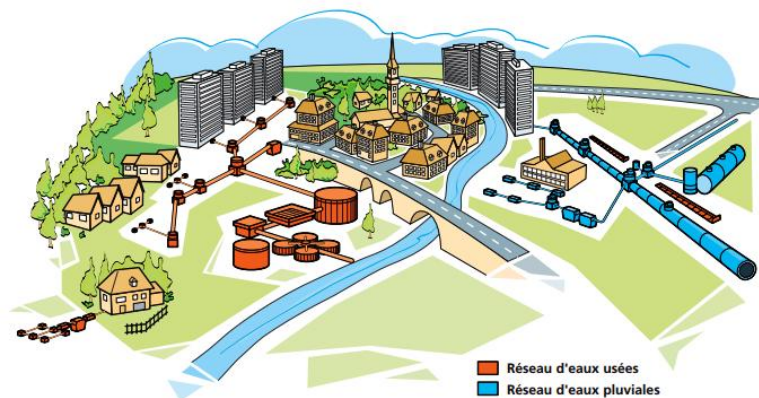


Figure I.2 Exemple type de réseau d'assainissement

Le choix de tel ou tel système, de telle ou telle configuration de réseau, doit prendre en considération les objectifs suivants :

- évacuer le plus rapidement possible les eaux usées urbaines vers la station afin de faciliter leur traitement ;
- tenir compte des perspectives de développement de l'agglomération ;
- respecter la qualité des rejets dans le milieu naturel ;

- tenir compte des contraintes techniques : topographie, pluviométrie, type d'habitat, imperméabilisation des sols, protection contre les inondations, etc. ;
- tenir compte des conditions d'exploitation qui peuvent être rendues difficiles, par exemple, par le choix d'une pente insuffisante.

#### **I.4. Historique de l'assainissement :**

Au siècle précédent, la politique d'assainissement (1894 lois sur le (tout à l'égout) consistait encore essentiellement en une évacuation rapide des eaux usées et pluviales le plus loin possible des zones agglomérées.

Cette situation considérée comme satisfaisante se prolonge jusqu'en 1950. Des 1970, la croissance rapide de la population urbaine (22 % en 1950, 75 % en 1970) rend situation critique. En effet le développement rapide de l'urbanisation des villes à leur périphérie a entraîné une forte augmentation des surfaces Imperméabilisées, ce qui a accru considérablement les volumes et les débits Ruissèlent entraînant ainsi une insuffisance des exutoires. On a donc assisté à une Surcharge progressive des réseaux existants et à une augmentation du risque d'inondation.

Si la solution traditionnelle de réseaux d'assainissement est une bonne réponse sur

Le plan de l'évacuation des eaux, elle a sa limite et présente de nombreux Inconvénients sur le cycle naturel de l'eau (augmentation des débits vers les rivières

Entraînant un manque d'eau vers les nappes, une saturation des exutoires....). Devant l'impasse à laquelle conduisait l'assainissement pluvial classique, il a fallu innover. On a fait appel à des techniques alternatives basées essentiellement sur un stockage temporaire des eaux de pluie permettant de retarder l'écoulement avant L'exutoire ou d'infiltrer au maximum.

Pour atteindre cet objectif, les principes sont simples. Ils sont mis en œuvre en particulier dans les bassins de retenues qui ont trois fonctions essentielles :

- ✓ recueil des eaux de pluie ;
- ✓ rétention de ces eaux ;
- ✓ évacuation lente. (Bruno, KERLOC'H; Maelstaf, Damien;, 1977)

#### **I.5. Différents types de réseau d'assainissement**

##### **I.5.1 : Assainissement non collectif :**

On dit qu'il y a assainissement individuel lorsque les rejets d'eaux usées proviennent d'une seule habitation ; quand elles sont rejetées de plusieurs habitations (assainissement semi-collectif) sans être raccordées au réseau collectif public, et font l'objet d'un traitement spécifique sous la responsabilité d'un (ou plusieurs) propriétaire(s).

**I.5.2. Assainissement collectif :**

**I.5.2.1.Le système unitaire :**

C'est l'ensemble des eaux usées et pluviales est, en système unitaire, évacué par un réseau unique, généralement équipé de déversoirs d'orage, vannages, etc. permettant, en cas de pluies intense, le rejet par sur versé d'une partie des eaux, dirigées par un évacuateur vers le milieu naturel soit directement soit après un traitement spécifique (figure I.3). (Selmi & Satin, 1999)

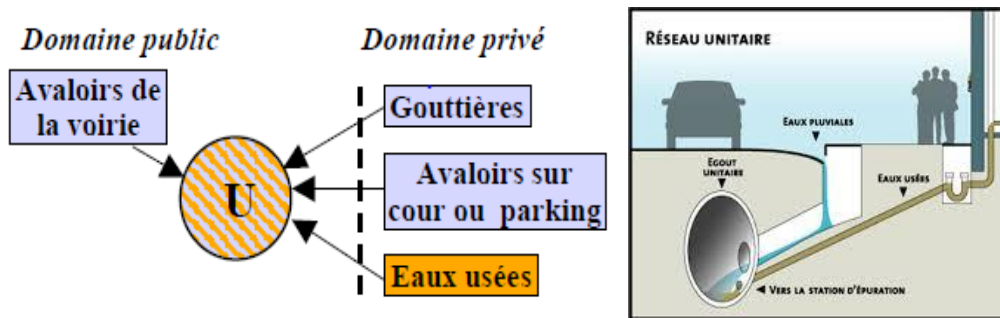


Figure I.3 système unitaire.

**I.5.2.2. Le système séparatif :**

Il consiste à spécialiser chaque réseau selon la nature des effluents .un réseau est affecter à l'évacuation des eaux usées domestiques (eaux, vannes et eaux ménagères) et, des effluents industriels, alors que l'évacuation de toutes les eaux pluviales est assurée par un autre réseau (voir figure I.4). (Selmi & Satin, 1999)

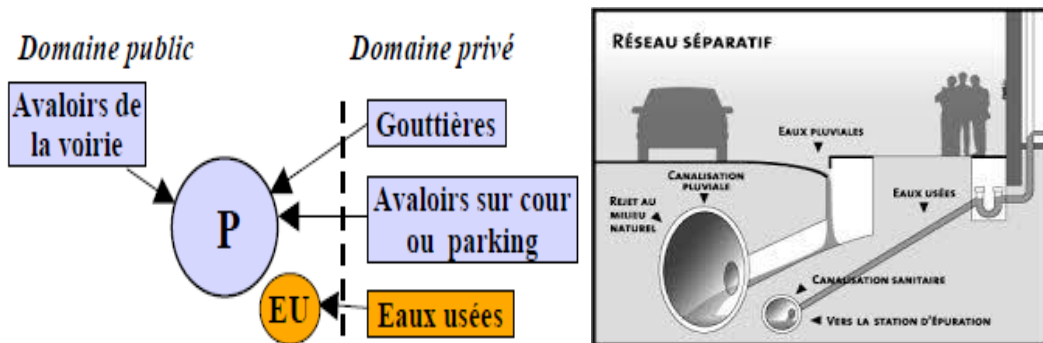


Figure I.4Système séparatif

### I.5.2.3. Le système pseudo-séparatif :

C'est un système dans lequel on divise les apports d'eaux pluviales en deux parties :

- L'une provenant uniquement des surfaces de voirie, qui s'écoule par des ouvrages particuliers déjà conçus pour cet objet par les services de la voirie municipale : caniveau, fossés, aqueducs, avec évacuation directes dans la nature ;
- L'autre provient des toitures et cours intérieures qui ceux des eaux usées domestiques, on regroupe ainsi les évacuations des eaux d'une même immeuble. (Selmi & Satin, 1999)(Voir figure I.5).

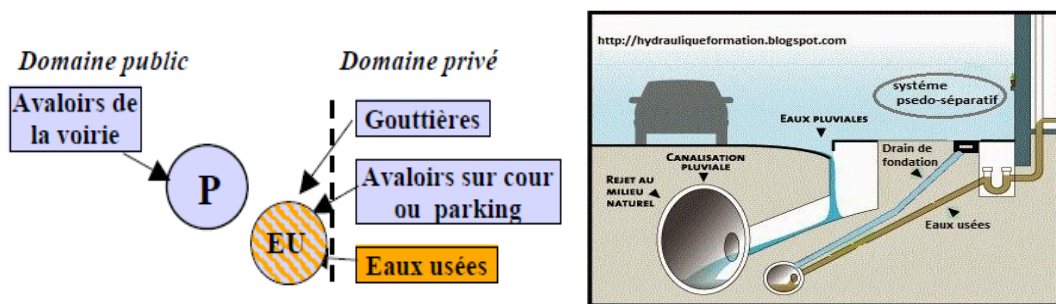


Figure I.5 Système pseudo-séparatif

### I.5.2.4. Système hybride ou composite :

Le système composite est parfois une variante du système séparatif. Il prévoit, grâce à des aménagements, une dérivation partielle des eaux les plus polluées du réseau pluvial vers le réseau d'eaux usées en vue de leur épuration (Selmi & Satin, 1999)].

#### a. Les systèmes gravitaires :

L'évacuation des eaux usées se fait par gravité, c'est-à-dire que l'énergie provient de la différence d'élévation d'une conduite. Il est vital que cette énergie soit suffisante pour prévenir tout dépôt dans les conduites. Dans le cas où l'on rencontre des difficultés d'évacuation par gravité ou lorsque les profondeurs deviennent élevées, on peut faire usage d'autres systèmes. (Selmi & Satin, 1999)

#### b. Les systèmes non gravitaires :

Qui l'on appelle aussi transferts forcés permettent, dans un réseau d'agglomération à relief varié.

1-Réseau d'assainissement sous pression: Le principe d'un réseau d'assainissement par pompage intégral s'applique aux mêmes conditions et contraintes que les autres systèmes non gravitaires en terrain plat, quand la nappe est haute et quand on ne peut pas approfondir la canalisation.

2-Réseau d'assainissement sous vide : Le principe d'une installation d'assainissement sous vide repose sur un système par dépression qui utilise un centre à vide et des regards de transfert.

3-Réseau d'assainissement sous pression par aéroéjecteur : C'est le refoulement par air comprimé.

Un ou plusieurs branchements ou un mini réseau gravitaire assure la collecte des eaux usées en provenance des particuliers généralement dans un secteur rural. Un aéroéjecteur installé dans un regard sans dégrillage envoie les eaux dans le réseau sous pression en suivant un cycle a trois temps :

- 1<sup>er</sup> temps : l'arrivée de l'effluent dans la cuve de l'appareil, par gravité à travers le clapet, remplit celle-ci progressivement :
  - 2<sup>ème</sup> temps : le remplissage de la cuve termine, un détecteur commande l'admission d'air comprimé, la mise en pression et le refoulement dans la conduite d'évacuation ;
  - 3<sup>ème</sup> temps : à la fin du refoulement, l'ordre de fermeture de la vanne d'admission de l'air et de refoulement permet l'ouverture du clapet soumise a poussé de l'effluent en attente.
- (Selmi & Satin, 1999)

### I.5. 3. Les avantages et les inconvénients des différents systèmes :

Chaque type de réseau représente des avantages et des inconvénients comme le présente le tableau ci-après :

**Tableau I:1:**Avantages et inconvénients des différents systèmes : (Gomella & Guerrée, 1986)

| Système  | Domaine d'utilisation  | Avantages  | Inconvénients   | Contraintes d'exploitation  |
|----------|--|--|---|---|
| Unitaire | - milieu récepteur éloigné des points de collecte<br>- topographie à faible relief<br>- débit d'étiage du cours d'eau récepteur important. | - conception simple<br>- encombrement réduit du sous-sol<br>-à priori économique<br>- pas de risque d'inversion de branchement | - débit à la STEP très variable<br>- la dilution des eaux usées est variable<br>- apport de sable important à la station d'épuration ;<br>- rejet direct vers le milieu récepteur du mélange " eaux usées eaux pluviales " au droit des déversoirs d'orage. | - entretien régulier des déversoirs d'orage et des bassins de stockage<br>- difficulté d'évaluation des rejets directs vers le milieu récepteur |

|                         |   |  |   |  |
|-------------------------|---|--|---|--|
| <b>Séparatif</b>        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- petites et moyennes agglomérations ;</li> <li>- extension des villes</li> <li>- faible débit d'étiage du cours d'eau récepteur.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- diminution des sections des collecteurs</li> <li>- exploitation plus facile de la STEP</li> <li>- meilleure nature préservée</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- encombrement important du sous-sol</li> <li>- coût d'investissement élevé - risque important d'erreur de branchement.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Surveillance accrue des branchements</li> <li>- entretien d'un linéaire important de collecteurs (eaux usées et pluviales)</li> </ul> |
| <b>Pseudo séparatif</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- petits et moyennes agglomération.</li> <li>- présence d'un milieu récepteur proche.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Le problème des faux branchements est éliminé. - Le plus gros des eaux pluviales étant acheminées en d'heure de la ville, ce qui nous donne des collecteurs traversant la ville de moindre dimension</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- le fonctionnement de la station d'épuration est perturbé, la charge polluante est variable en qualité et en quantité</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Entretien régulier des déversoirs d'orage et des bassins de stockage ;</li> <li>- Surveillance accrue des branchements.</li> </ul>    |

### I.6. Choix du système d'assainissement :

En général, le choix d'un système d'évacuation donné repose essentiellement sur les objectifs et les contraintes liés aux sites tels que : (Brière, 1997)

- ❖ Les données relatives' au site: la topographie, la nature du sol... ;
- ❖ Les données pluviométriques;
- ❖ Les données relatives' à la croissance démographique et au développement;
- ❖ Les données urbanistiques;
- ❖ Les données économiques et financières;

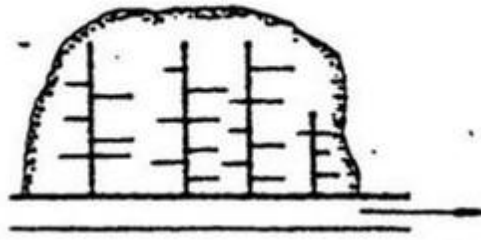
### I.7. Schémas types des réseaux d'évacuation :

Bien que les réseaux d'évacuation revêtent des dispositions très diverses selon le système choisi, leur schéma (page suivante) se rapproche le plus souvent de l'un des cinq types décrits ci-après :

#### I.7. 1.le schéma perpendiculaire au cours d'eau :

C'est souvent celui des villes ou communes rurales qui ne se préoccupent que de l'évacuation par les voies les plus économiques et les plus rapides sans avoir un souci d'un assainissement efficace des eaux rejetées. (Bruno, KERLOC'H; Maelstaf, Damien;, 1977)

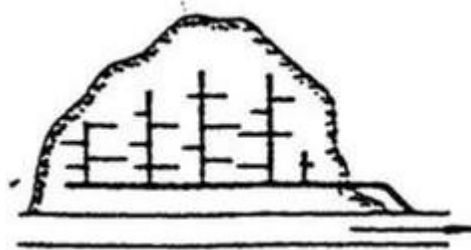




**Figure I.6** Schéma perpendiculaire au cours d'eau.

**I.7.2. le schéma type (collecteur latéral)** (Bruno, KERLOC'H; Maelstaf, Damien;, 1977)

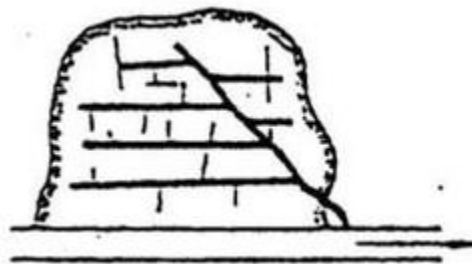
Ce schéma oblige parfois à prévoir des stations de relèvement.



**Figure I.7** Schéma par déplacement latéral

**I.7.3. le schéma type (collecteur transversal).** (Bruno, KERLOC'H; Maelstaf, Damien;, 1977)

Ce schéma permet de reporter par simple gravité l'ensemble des effluents plus loin à l'aval par rapport au schéma précédent.



**Figure I.8:** Schéma à collecte transversale ou oblique.

**I.7.4. Le schéma type (par zones étagées)** (Bruno, KERLOC'H; Maelstaf, Damien;, 1977)

Ce schéma s'apparente au schéma précédent. Le collecteur bas qui doit souvent faire l'objet de relèvement, se trouve soulage des apports des bassins dominants qui peuvent être évacué gravitaire ment.

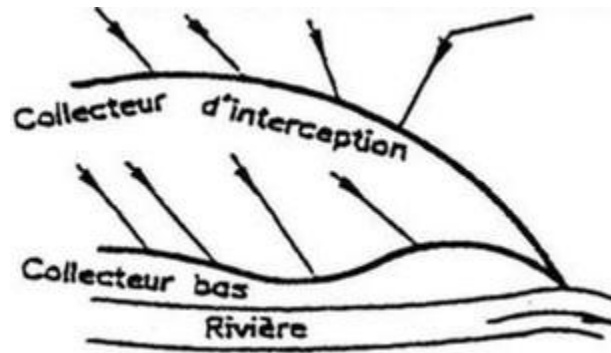


Figure I.9: Schéma de collecteur par zones étagées.

**I.7.5. le schéma type (centre collecteur unique) et le schéma type radial.** (Bruno, KERLOC'H; Maelstaf, Damien; 1977)

Selon que le réseau converge vers un ou plusieurs points bas ou l'on peut reprendre l'effluent pour le relever, on utilise ce type de schéma.

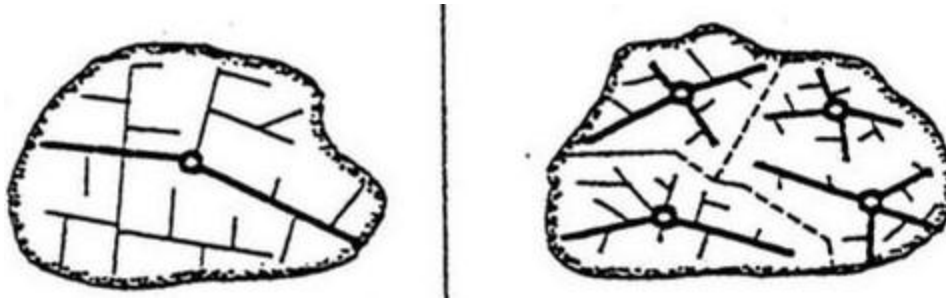


Figure I.10: Schéma radial.

## **I.8 Eléments constitutifs d'un réseau d'eaux usées :**

Les ouvrages d'assainissement comprennent des ouvrages principaux et des ouvrages annexes.

### **I.8.1. Les ouvrages principaux :** (Selmi & Satin, 1999)

Correspondent au développement de l'ensemble du réseau jusqu'à l'évaluation à l'exutoire et l'entrée des effluents dans la station d'épuration.

#### **I.8.1.1. Canalisation:**

Elles se présentent deux formes de canalisation :

##### **A. Canalisations cylindriques**

Il existe plusieurs types de conduites qui se différencient suivant leurs matériaux et leurs destinations.

### 1. Conduite en béton non armé

Les tuyaux en béton armé sont fabriqués mécaniquement par un procédé assurant une compacité élevée du béton (compression radiale, vibration, centrifugation, etc.). La longueur utile ne doit pas dépasser 2.50 m.



Figure I.11: Conduite en béton non armé

### 2. Conduite en béton armé

Les tuyaux en béton sont fabriqués mécaniquement par un procédé assurant une compacité élevée du béton (compression radiale, vibration, centrifugation, etc.). Pour pouvoir être dit « armé », un tuyau doit comporter deux séries d'armatures :

- ✓ Des barres droites appelées *génératrices* ;
- ✓ Des spires en hélice continues, d'un pas régulier maximal de 15 cm.

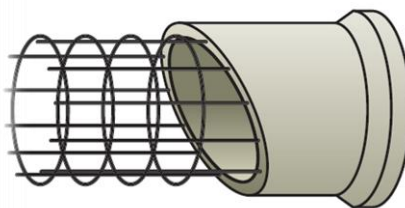


Figure I.12: Conduite en béton armé

### 3. Conduite en grès

Le grès servant à la fabrication des tuyaux est constitué à parts égales d'argiles et de sables argileux cuits entre 1200 et 1300 °C. Les tuyaux sont fabriqués par extrusion. À la température de cuisson, l'ensemble subit la fusion pâteuse et se vitrifie. Les tuyaux en grès de bonne qualité, sonnés au maillet, rendent un son clair.

Le matériau obtenu est très imperméable : il est inattaquable par les agents chimiques, à l'exception de l'acide fluorhydrique. L'utilisation des tuyaux en grès est recommandée dans les installations internes industrielles, mais en aucun cas elle ne devrait être préconisée en réseau public sous le prétexte que le grès peut admettre des effluents agressifs. La longueur minimale utile des tuyaux est de 1 m.



**Figure I.13:** Conduite en grès

### 4. Conduite en fibres-ciment sans pression

L'amiante est un matériau interdit. Les fibres que l'on mélange au ciment permettent d'obtenir alors un matériau composite que l'on désigne par l'expression (fibres-ciment). Des ouvrages de très grande taille peuvent être fabriqués avec ce matériau. Les tuyaux se fabriquent en deux types, selon le mode d'assemblage :

- Tuyaux avec un emboîtement.
- Tuyaux sans emboîtement avec deux bouts lisses.

Les avantages offerts par les produits en fibres-ciment sont des dispositions constructives homogènes, constituées de pièces s'appelées (manchons) ou (manchettes), ou encore (biellettes) (canalisations courtes avec un système de joints souples).

Le manchon est scellé dans le regard de visite, et la biellette assure la liaison souple avec le tuyau.



**Figure I.14:** Conduite en fibre-ciment

### **5. Conduites en chlorure de polyvinyle (P.V.C) non plastifié :**

Les matières plastiques ont un comportement différent face à une élévation de température qui conduit à distinguer deux grandes familles : les thermoplastiques et les thermodurcissables

Le PVC fait partie de la famille des thermoplastiques; c'est une résine synthétique résultant de la polymérisation du chlorure de vinyle monomère, celui-ci étant obtenu par synthèse à partir du chlorure d'hydrogène. Suivant la quantité de plastifiant qu'on adjoint, le PVC peut donner des produits souples ou rigides.

Le PVC rigide non plastifié, utilisé en assainissement, est opaque et de couleur normalisée gris clair.

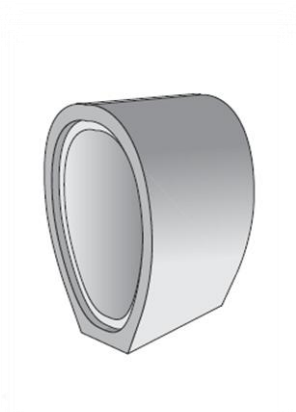
Il offre une exceptionnelle résistance à l'agression d'ordre chimique et peut, de ce fait, offrir un intérêt dans les installations internes industrielles.



**Figure I.15:** Conduites en chlorure de polyvinyle (P.V.C) non plastifié

### **B. Conduites ovoïdes préfabriqués :**

Cette forme de conduite a été mise au point afin d'obtenir une vitesse d'écoulement en fonction du Remplissage la moins variable possible. Malgré la volonté de normalisation, il existe différentes formes de tuyaux ovoïdes, notamment la forme simple, proportionnelle au cercle



**Figure I.16.** Conduite ovoïdes préfabriqués

#### **I.8.1.2. Choix du type de canalisation :**

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

- ✓ De la pente du terrain ;
- ✓ Des diamètres utilisés ;
- ✓ De la nature du sol traversé ;
- ✓ De la nature chimique des eaux usées transportées ;
- ✓ Des efforts extérieurs dus sur remblai. (BAKHTI Z, 2008)

#### **I.8. 1. 3. Les joints des conduites en béton armé :**

Le choix judicieux des assemblages est lié à la qualité du joint. Il 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). (PFE, DOUKHANE, & BENSAISSA, 2015)

Pour les tuyaux en béton armé, on a différents types de joints à utiliser :

##### **A. Joint type Rocla**

Ce type de joint assure une très bonne étanchéité pour les eaux transitées et les eaux Extérieures, ce joint est valable pour tous les diamètres.

##### **B. 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.

##### **C. Joint à collet**

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

**Figure I.17.** Représente divers joints sur tuyau en béton.

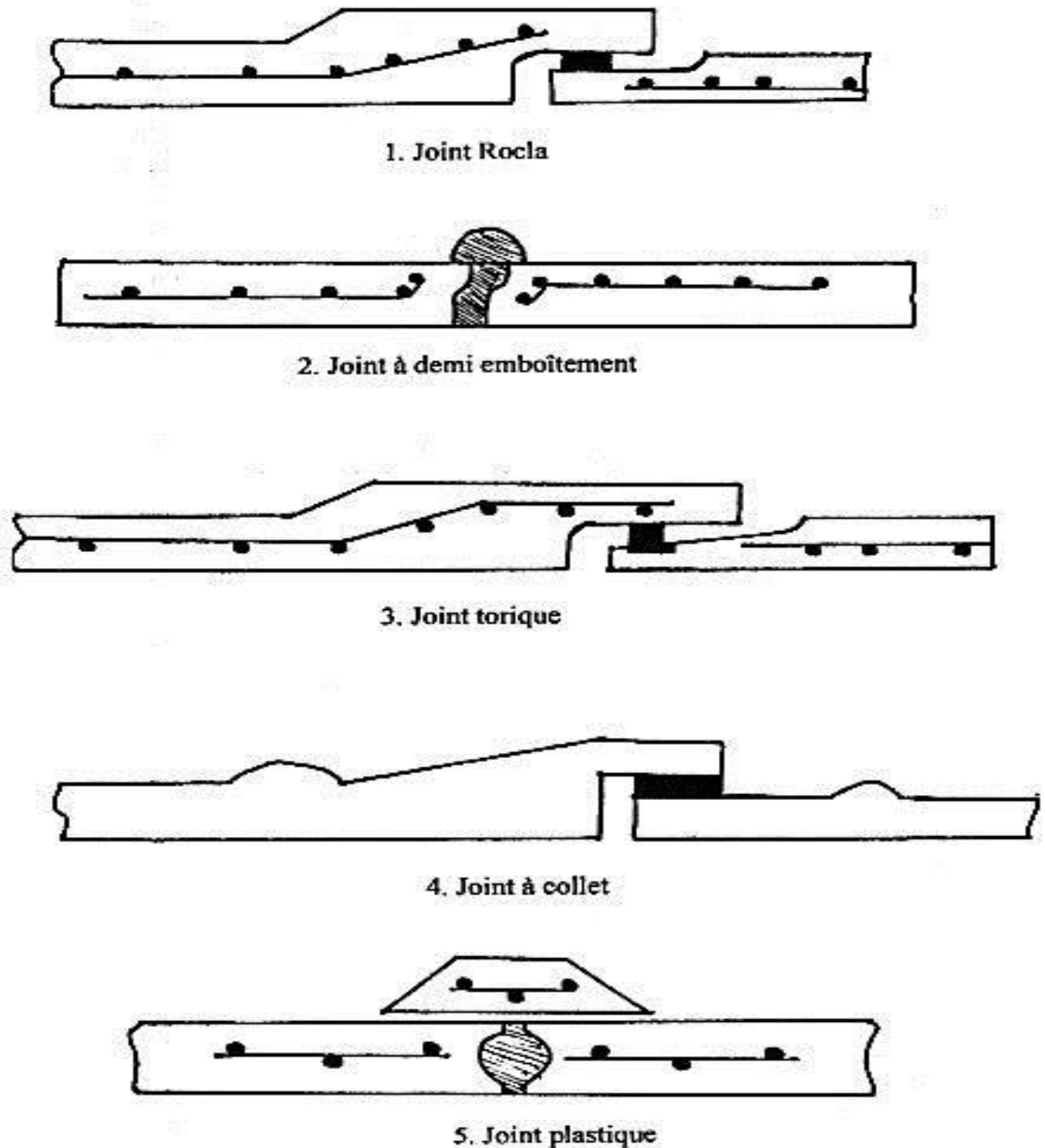
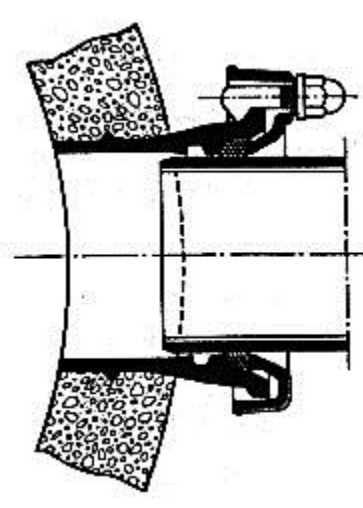


Figure I.17 Divers joints sur tuyau en béton.

**d. 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 **Figure I.18** (PFE, DOUKHANE, & BENSAISSA, 2015)



**Figure I.18** Joint mécanique.

### **I.8.2 : Les ouvrages annexes :**

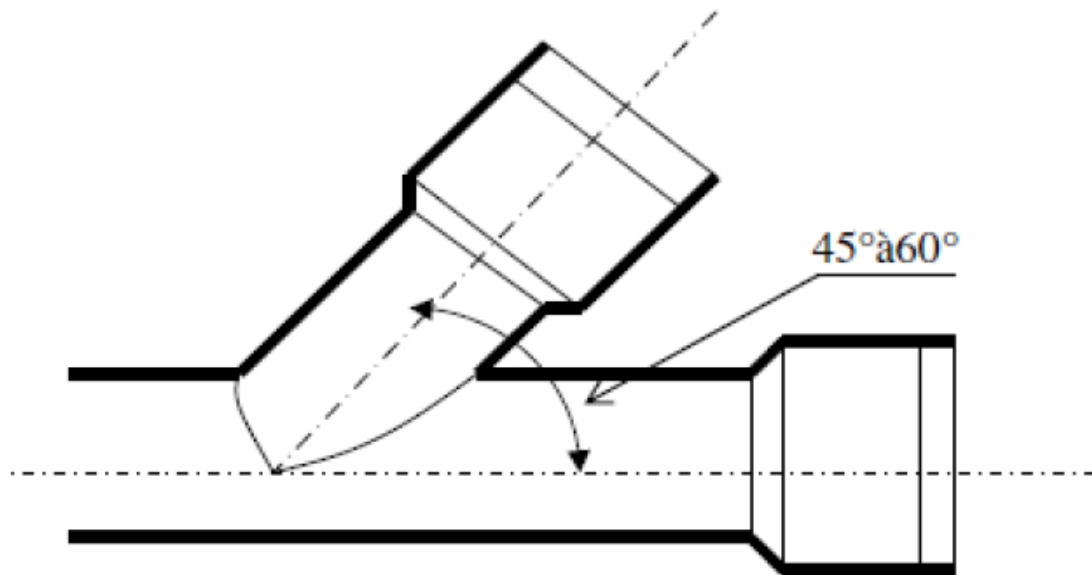
Sous ce vocable on réunit habituellement différents ouvrages nécessaires au Fonctionnement et à l'exploitation des réseaux. Pour la plupart d'entre eux nous ne rappelons que les dispositions constructives qui nous paraissent le plus adaptées, le dimensionnement n'appelant aucun commentaire particulier. Certains de ces ouvrages ayant pour but de faciliter l'entretien, leur conception et leur mode de dimensionnement éventuel sont développés. (C.I.E.H., 1984)

#### **I.8.2.1. Les branchements**

Leur rôle est de collecter les eaux usées et les eaux pluviales d'immeubles. Un branchement Comprend trois parties essentielles.

- Un regard de façade qui doit être disposé en bordure de la voie publique et au plus près de La façade de la propriété raccordée pour permettre un accès facile aux personnels chargés de l'exploitation et du contrôle du bon fonctionnement
- Des canalisations de branchement qui sont de préférence raccordées inclinée à 45° par rapport à l'axe général du réseau public (société ETERNIT) et suivant une oblique de 60° (société EVERITUBE)
- Les dispositifs de raccordement de la canalisation de branchement sont liés à la nature et aux dimensions du réseau public. (PFE, DOUKHANE, & BENSALISSA, 2015)





**Figure I.19.** Branchements

### **I.8.2.2. Les caniveaux**

Les caniveaux sont destinés à la recueille des eaux pluviales ruisselant sur le profil transversal de la chaussée et des trottoirs et au transport de ces eaux jusqu'aux bouches d'égout.



**Figure I.20.** Caniveaux

### **I.8.2.3. Les regards**

Les regards sont en fait des fenêtres par lesquelles le personnel d'entretien pénètre pour assurer le service et la surveillance du réseau. Ce regard varie en fonction de l'encombrement et de la pente du terrain ainsi que du système d'évacuation. (PFE, DOUKHANE, & BENSAISSA, 2015)

- Regard simple : pour raccordement des collecteurs de mêmes diamètres ou de diamètres différents.
- Regard latéral : en cas d'encombrement du V.R.D ou collecteurs de diamètre important.
- Regard double : pour un système séparatif;
- Regard toboggan : en cas d'exhaussement de remous;

- Regard de chute : à forte pente;

La distance entre deux regards est variable :

A) 35 à 50 m en terrain accidenté.

B) 50 à 80 m en terrain plat.

**a). Emplacement des regards**

Les regards doivent être installés Sur les canalisations.

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

(PFE, DOUKHANE, & BENSAISSA, 2015).

**b). Regards de visite sur les réseaux enterrés**

Ils servent d'accès au personnel d'entretien. Dans les galeries visitables (à Partir de 1.80 m de hauteur), l'espacement entre deux regards ne devrait pas Dépasser 100 mètres pour des raisons de sécurité. Pour les autres canalisations, L'espacement ne dépassera pas 50 mètres si l'on ne dispose pas de moyens modernes de curage ; dans le cas contraire, cet espacement pourra être porté à 80 mètres. En tout état de cause, un regard de visite doit être construit a chaque changement de direction et à chaque débouché d'affluent. (C.I.E.H., 1984)

**I.8.2.4 Bouches d'égout**

Destinées à collecter les eaux de surface drainées par les caniveaux, on les dispose habituellement à l'exutoire des aires de potentialité de débit de 40 l/s(débit capable des avaloirs normalisés). Suivant la normalisation française, elles peuvent être à section circulaire de 0.50 m de diamètre ou rectangulaire de 1.00 m x 0.70 m, avec ou sans puisard de décantation. Elles se distinguent en outre suivant le type de collecte des eaux (bavette en béton ou grille métallique)et de couronnement (métallique ou en béton).Il semble préférable en Afrique, compte tenu des conditions de service d'utiliser les dispositifs à grille et à couronnement métallique. (C.I.E.H., 1984)



**Figure I.21.** Bouches d'égout

### I.8.2.5 Bassins d'orages

Les bassins d'orage, établis en système unitaire, ont pour rôle de retenir la fraction la plus polluée de l'écoulement par stockage des premiers flots d'orage pour la traiter ensuite. Le bassin étant rempli, l'excédent est rejeté sans traitement au moyen d'un déversoir. L'eau emmagasinée est ensuite reprise à débit constant par la station d'épuration. Situé en amont immédiat de la station d'épuration, l'ouvrage est en fait la combinaison d'un bassin de retenue et d'un déversoir d'orage. (C.I.E.H., 1984)



**Figure I.22.** Bassins d'orages

### I.8.2.6 Déversoir d'orage

Cet ouvrage interposé sur les réseaux de type unitaire est destiné à évacuer, en cas d'orage, le débit supplémentaire transitant dans le collecteur. Les eaux sont rejetées directement vers le milieu naturel, sans traitement, la dilution dans le milieu récepteur étant généralement importante. Le reste de l'effluent est dirigé vers la station d'épuration. (C.I.E.H., 1984)

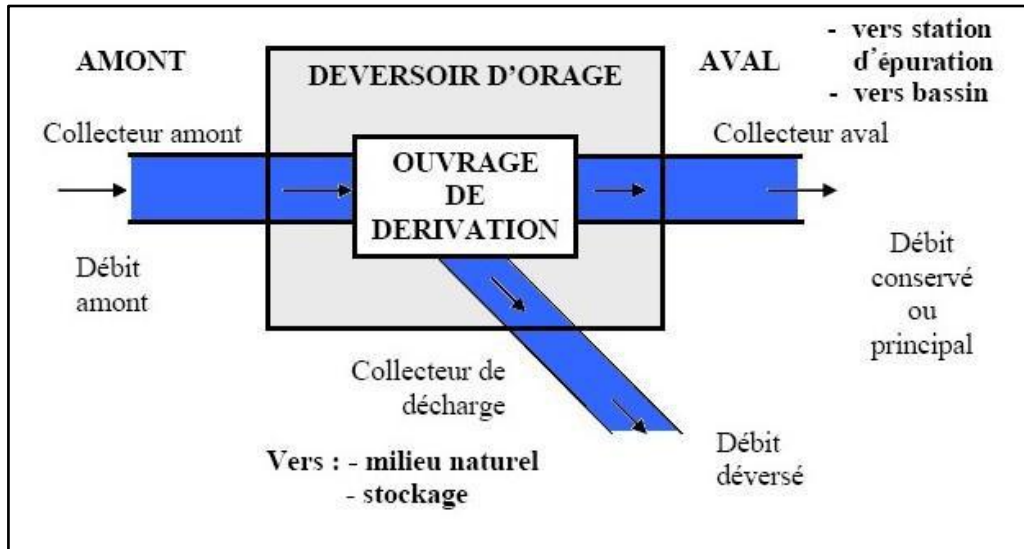


Figure I.23. Déversoir d'orage

### I.8.2.7 Stations de relèvement ou de refoulement

Ce sont des appareils destinés à élever les eaux d'un niveau à un autre, soit pour contourner les difficultés provenant du franchissement d'un obstacle, soit pour modifier des conditions devenues économiquement inacceptables ou des conditions incompatibles physiquement avec les données d'aval. Ils impliquent, outre la consommation en énergie électrique, des contraintes d'entretien très importantes. Aussi, est-il éminemment souhaitable, même au prix de dépenses de premier établissement supérieures d'en limiter au maximum le nombre

-Les postes de relèvement sont destinés à relever, pratiquement sur place, et à faible hauteur les eaux d'un collecteur devenu trop profond, par le moyen de pompes centrifuges à canaux ou à vortex» de vis d'Archimède, d'éjecteurs ou d'émulseurs.

-Les postes de refoulement sont destinés à forcer le transport des effluents d'un point à un autre, souvent sur de grandes distances avec des dénivellations parfois élevées moyennant une mise en pression pour vaincre les pertes de charge à l'intérieur des conduites de transport. Les pompes utilisables en l'occurrence sont essentiellement des pompes centrifuges.

(C.I.E.H., 1984)

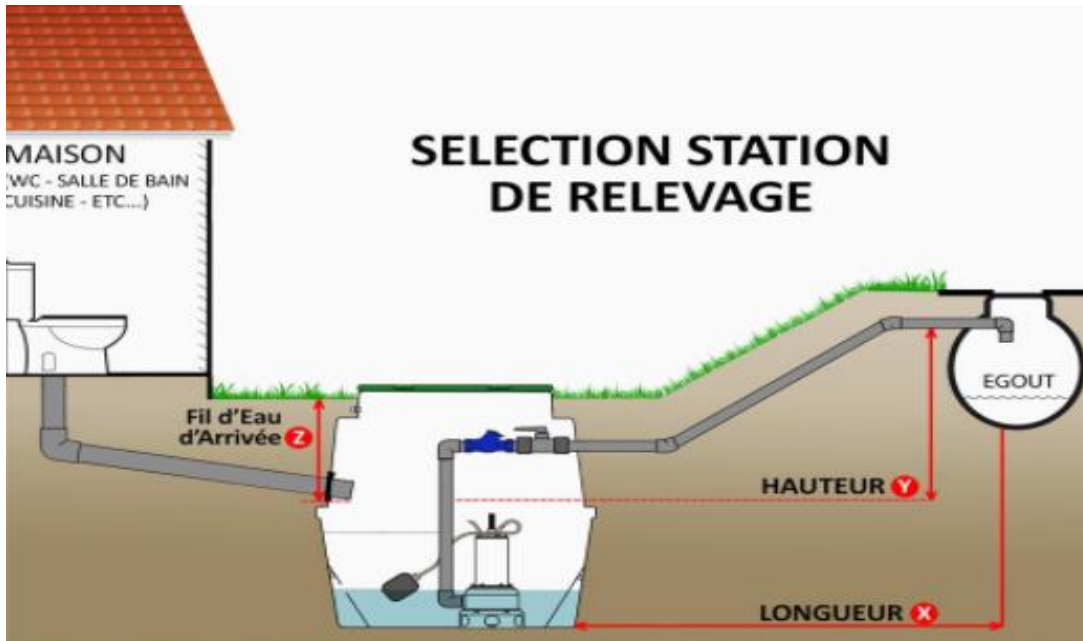


Figure I.24. Station de relèvement

### I.9 Problématique du sujet :

L'assainissement des agglomérations même répondant aux normes d'urbanisme pose souvent des problèmes techniques difficiles à résoudre, tel que le cas de RABTA OUEST sis à Jijel, qui est constituée d'habitations individuelles illicites ce qui rend l'étude technique encore plus difficile.

Certains quartiers sont situés à moins de deux mètres et demi (-2.50 M) par rapport au rejet final (déversoir de la STEP RABTA), par conséquent le recours à la conception des postes de relevage et l'utilisation de la technique, peu commode, du déblai –remblai sont indispensables.

Devant cette contrainte topographique, et vu le volume important de ruissellement, le risque de débordement des conduites pourra survenir après la conception du réseau.

Pour cette raison, nous avons opté d'élaborer ce travail dont, une étude détaillée sera indispensable pour soulever toutes contraintes afin de proposer des solutions efficaces et réalisables de point de vue technique.

### Conclusion :

L'urbanisme anarchique pose beaucoup problèmes surtout au niveau du branchement avec le collecteur principal des eaux usées. En effet, des défauts ou un dysfonctionnement peuvent survenir après la conception du réseau, comme le débordement des eaux pluviales dans les conduites. Pour soulever ce problème, nous sommes obligés de revenir aux données de départ tout en passant par les caractéristiques des réseaux d'assainissement et l'équipement qui le constitue.

### Bibliographie

- BAKHTI Z. (2008). *Diagnostic et extention du réseau d'assainissement de la ville de Djouaher*. ENSH Blida.
- Baumont, S., Camard, J. P., Lefranc, A., & Franconie, A. (2004). *Réutilisation des eaux usées risques sanitaires et faisabilité en ILE-de -France*. ORS.
- Brière, F. G. (1997). *distribution et collecte des eaux* . Montreal, ALGERIE: Ecole polytechnique.
- Bruno, KERLOC'H; Maelstaf, Damien;. (1977). *Le dimensionnement des reseaux d'assinsissement des agglomerations*.
- C.E.R.I.B; F.I.B; C.I.M beton;2004Assinsissement collectif conception et réalisation Tome 1
- C.I.E.H;. (1984). *Conception générale des systeme d'assinsissement urbain dans le contexteafricain*.
- CLAUDON, J.-G. (1985). *Les réseau d'assinsissement* (éd. 2e). Paris.
- Gomella, C., & Guerrée, H. (1986). *Guide technique de l'assinsissement dans les agglomérations urbains et rurales*. Paris.
- guide technique de l'assinsissement* .
- Mimeche Leila2010*Etude de faisabilité de l'installatode station d'épuration de rejets urbains universte de BiskrahydrauliqueBiskrauniversite*
- ouvrage d'assinsissement et béton. , Tome 1*.
- PFE, DOUKHANE, & BENSALSA. (2015). *Etude du Reseau D'assinsissement de village EL DBIL W. de M'sila*. M'sila: U.Bejaia.
- propostion et dimenionnement d'un reseau d'assinsissement pour quartier 125 logements -  
remchmemoire de fin d'etude master telmcen hydrauliquealgerie
- RESJECK, F. (2002). *analyse des eaux,aspects réglementaires et techniques* . 166-198.
- Resjeck, F. (2002). *Analyse des eaux,aspecte réglementaires et techniques*. Paris: Scerene.
- Rodier, J., Legube B., Merlet N., et Brunet R. (2009). *l'analyse de l'eau : eau naturelles,eaux résiduaire, eaux de mer*. 1383.
- Selmi, B., & Satin, M. (1999). *Guide technique de l'assinsissement* (éd. 3e). Paris: le moniteur.

## *Chapitre 2: Présentation du site et synthèses des données hydrologiques*

---

**Introduction :**

Avant tout projet d'assainissement d'eaux usées, on doit effectuer une présentation du site. En effet, chaque site présente des spécificités liées à l'assainissement à savoir :

- Les données naturelles du site (topographie, climat, géographique ...).
- Les données relatives au développement futur de l'agglomération.

La représentation de l'agglomération est une phase importante pour procéder à l'élaboration de l'étude de conception et de gestion des réseaux d'assainissement de village Rabta ouest commune de Jijel.

Aussi l'étude hydrologique est une partie très importante dans le calcul d'un réseau d'assainissement. Cette partie prend toute son ampleur lorsqu'il s'agit de déterminer la quantité des eaux pluviales d'un bassin donné. Il s'agit de déterminer l'intensité moyenne maximale des pluies.

**II.1. Aperçu historique sur la Wilaya de Jijel :**

La région de Jijel ou **Igilgili** est peuplée par les tribus Berbères appelées les Kutama. Vers le X<sup>ème</sup> siècle avant l'ère Chrétienne, les Phéniciens, se sont installés à Jijel où ils ont fondé un comptoir pour leur commerce. Au VI<sup>ème</sup> siècle, il s'ensuit la destruction de la ville par les Vandales venus d'Espagne et traversant toute l'Afrique romaine, jusqu'au Royaume vandale (429). Par la suite, la ville fut prise en 533 par les Byzantins, et vers 650, les premiers cavaliers de l'Islam firent leur apparition. De nombreuses dynasties ont pris le pouvoir pendant cette période dont : Kairouan, les Aghlabides, les Fatimides, les Zirides, les Hammadides et les Almohades. Durant cette période la ville a connu une grande évolution dans les différents domaines de la vie. Le 13 mai 1839, les troupes françaises s'emparèrent de la ville. Les émissaires de l'Émir Abdelkader bien accueillis, furent suivis par toute la population de la région. En 1856, un tremblement de terre suivi d'un tsunami frappa la ville, mais seules deux femmes et trois enfants périrent dans cette catastrophe et la vieille cité marquée par plus de 20 siècles d'histoire fut détruite pendant cette période. Aujourd'hui, la ville de Jijel est considérée comme l'une des villes touristiques du pays, grâce à ses immenses plages et la richesse de sa nature. La Wilaya de Jijel a subi en 1974 un découpage administratif, ce découpage est représenté par 11 daïra et 28 communes.



## II.2. Situation géographique et géologique :

### La zone basse d'Er Rabta :

Située à la sortie ouest de la ville de Jijel, entre la mer au Nord et la RN43 au Sud, la zone d'El Rabta, géologiquement constituée de formations récentes d'âge quaternaire, meubles et non consolidées (argiles imperméables, argiles sableuses et sables dunaires), est sujette à deux types de risques naturels:

- L'aire de l'étude est délimitée géographiquement par la cité des frères HERIECHE Abderrahmane et le point de rejet qui est le déversoir de la station d'épuration voir (fig. II.1).

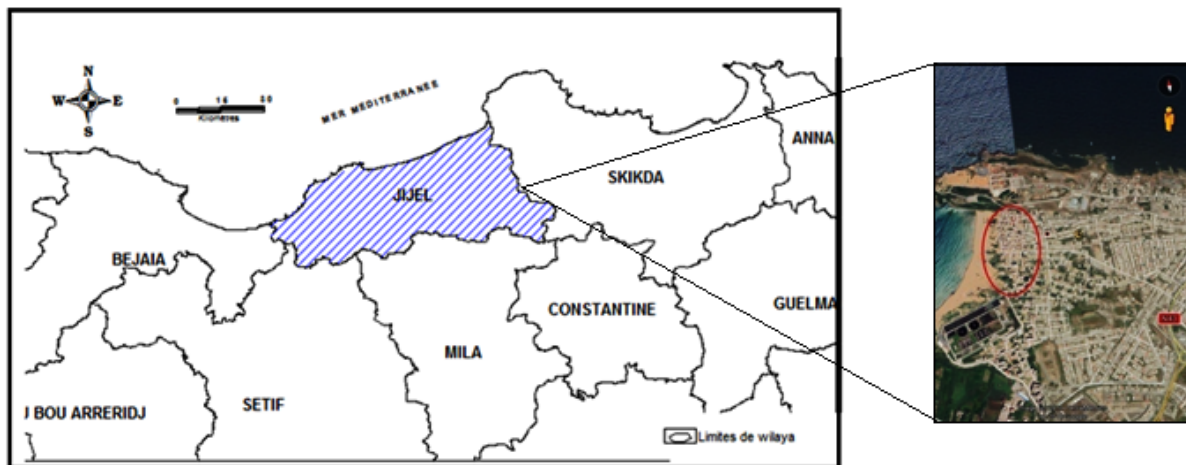


Figure II. 1: Localisation de la zone d'étude par rapport à la commune de Jijel

## II.3. Topographie du lieu :

La topographie revêt une importance capitale dans une étude de projet d'assainissement. Son rôle est essentiel dans les écoulements gravitaires et impose le plus souvent l'ossature du réseau qui doit épouser au maximum le terrain naturel. Pour le cas que nous étudions, la zone du projet se caractérise par une topographie de moins de deux mètres et demi (-2.50 M) par rapport au rejet final (déversoir de la STEP RABTA).

## II.4. Situation climatique :

La commune de Jijel appartient au domaine méditerranéen, à l'étage bioclimatique humide : pluvieux et froid en hiver, chaud et humide en été.

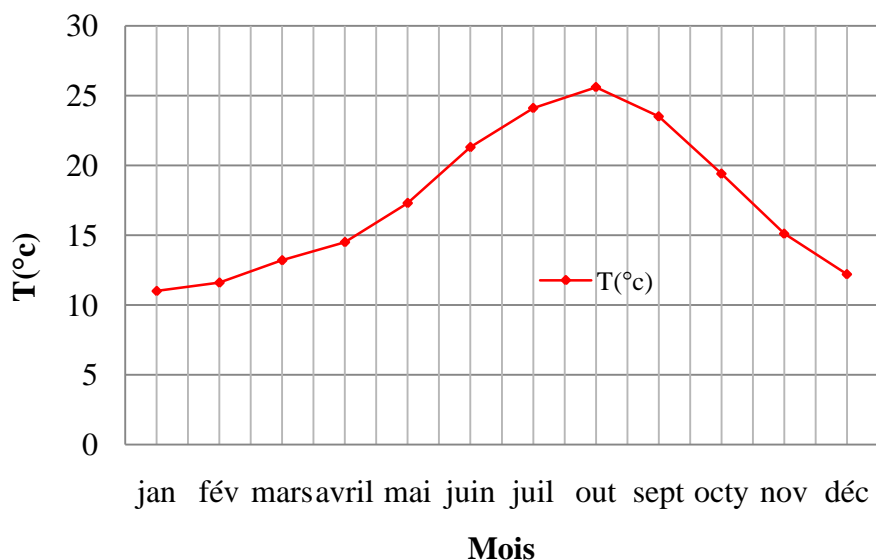
### II.4.1 : Températures

Les températures jouent un rôle déterminant dans le phénomène d'évaporation, donc dans l'estimation du bilan hydrologique

**Tableau. II. 1.**Températures moyennes mensuelles

| Mois   | Jan | Fév. | Mars | Avril | Mai  | Juin | Juil. | Août | Sept | Oct. | Nov. | Déc. |
|--------|-----|------|------|-------|------|------|-------|------|------|------|------|------|
| T (°c) | 11  | 11.6 | 13.2 | 14.5  | 17.3 | 21.3 | 24.1  | 25.6 | 23.5 | 19.4 | 15.1 | 12.2 |

Source : la station d'Achouat (période 19 83-20 03) (PDAU, 2016)

**Figure II : 2 :** Variation des températures moyennes mensuelles période 1983-2003

#### II.4.2 : Précipitation

Faisant partie de l'une des régions les plus arrosées d'Algérie, la commune de Jijel reçoit des précipitations importantes de l'ordre de 800 à 1000 mm/an.

**Tableau : II : 2 :** Moyennes mensuelles et nombres de jours de pluie à la station de Jijel Période (1914-1936)

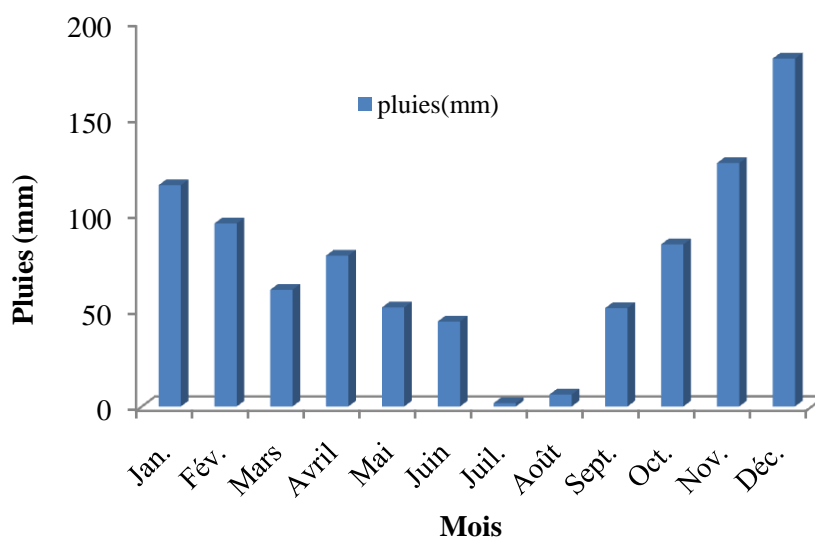
| Mois                     | Jan. | Fév. | Mars | Avril | Mai | Juin | Juil. | Août | Sept. | Oct. | Nov. | Déc. | Total |
|--------------------------|------|------|------|-------|-----|------|-------|------|-------|------|------|------|-------|
| Pluies (mm)              | 193  | 143  | 107  | 82    | 57  | 23   | 3     | 7    | 56    | 125  | 192  | 212  | 1204  |
| Nombre de jours de pluie | 15   | 12   | 12   | 10    | 8   | 3    | 1     | 2    | 6     | 11   | 14   | 15   | 111   |

Source : P. Seltzer (Période 1914-1936). (PDAU, 2016)

**Tableau. II. 3.** Moyennes mensuelles des pluies à la station de Jijel (Période 1992-2001)

| Mois        | Jan.  | Fév  | Mar  | Avri | Mai  | Juin | Juil | Août | Sept | Oct. | Nov.  | Déc | Total |
|-------------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-----|-------|
| Pluies (mm) | 115,1 | 95,2 | 60,7 | 78,5 | 51,5 | 44,2 | 1,7  | 6,2  | 51,2 | 84,3 | 126,6 | 181 | 896,4 |

Source : ONM (Période 1992-2001). (PDAU, 2016)

**Figure II.3 :** Variation des pluies moyennes mensuelles Période 1992-2001

Ces dernières années la pluviométrie a considérablement diminué, elle est passée de 1 204 mm pour la période 1914-1936 (P. Seltzer, station de Jijel) à 896,4 mm pour la période 1992-2001 (ONM, station de Jijel) et 772,8 mm observé à El Achouat en 2005 (Météo MSN).

La répartition des pluies est caractéristique du climat méditerranéen du Maghreb, avec un maximum d'hiver (509 mm de décembre à février) et un minimum d'été (48 mm de juin à août). Leur variabilité inter annuelle est également importante mais dans l'ensemble, la commune de Jijel a un climat favorable aux activités humaines.

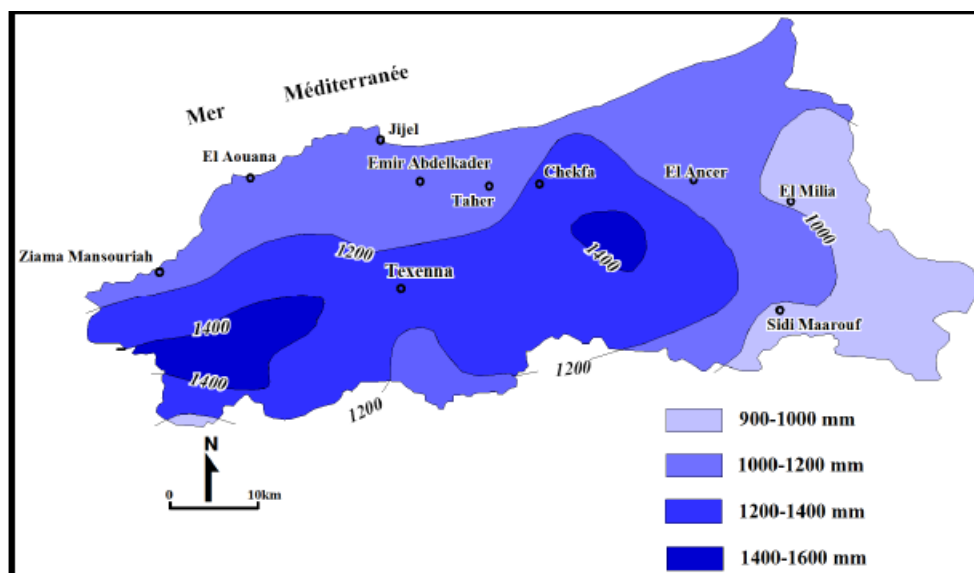


Figure. II. 4. Carte pluviométrique de la wilaya de Jijel (ANRH, 1996)

### II.4.3 : Le vent

La région de Jijel est généralement traversée par des vents de direction *N-N.W* et *S-S.E* :

- Les vents *N-N.W* sont souvent des vents violents qui soufflent en automne et en hiver (d’octobre à décembre et de janvier à mars) et agissent sur les précipitations.
- Les vents *S-S.E* soufflent généralement de mai à septembre.

Tableau. II. 4. Vitesse du vent : Moyennes mensuelles (m/s)

| Mois  | Jan. | Fév. | Mars | Avril | Mai | Jun | Juil. | Août | Sept. | Oct. | Nov. | Déc. | Moyenne annuelle |
|-------|------|------|------|-------|-----|-----|-------|------|-------|------|------|------|------------------|
| Vents | 2,2  | 2,3  | 2,5  | 2,2   | 1,9 | 2,1 | 2,1   | 2,2  | 2,3   | 2,1  | 2,3  | 5,3  | 2,43             |

Source : la station d’Achouat (Période : 1983-2003) (PDAU, 2016)

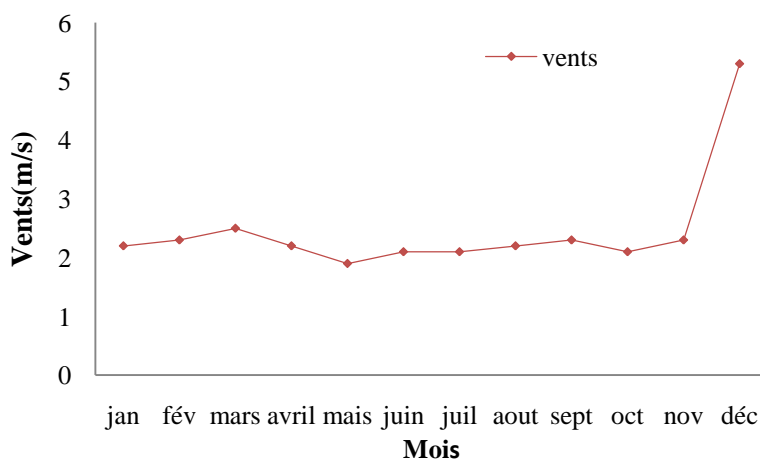


Figure. II. 5. Variation des vents moyens mensuels période : 1983-2003

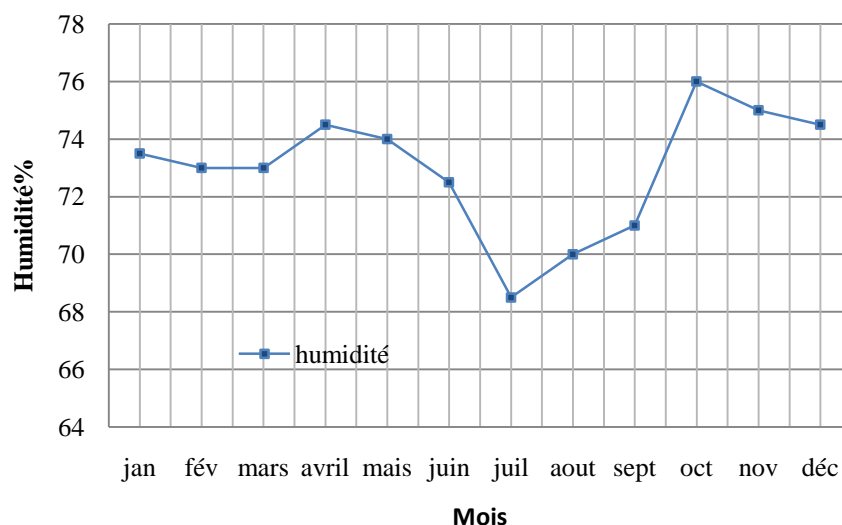
#### II.4.4 :L'humidité

Les valeurs moyennes d'humidité sont en général très élevées toute l'année et leurs amplitudes saisonnières relativement faibles, le minimum 68,5% et le maximum 76%

**Tableau : II :5** : Valeurs moyennes de l'humidité relative de l'atmosphère (en %)

| Mois              | J    | F  | M  | A    | M  | J    | J    | A  | S  | O  | N  | D    |
|-------------------|------|----|----|------|----|------|------|----|----|----|----|------|
| Humidité relative | 73.5 | 73 | 73 | 74.5 | 74 | 72.5 | 68.5 | 70 | 71 | 76 | 75 | 74.5 |

Source : la station d'Achouat (période : 1983-2003) (PDAU, 2016)



**Figure .II.6:** Variation des humidités moyennes mensuelles période : 1983-2003

#### II.5. Démographie :

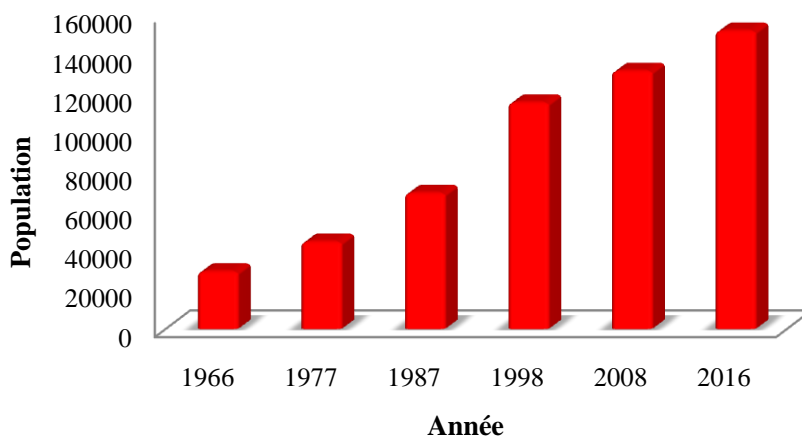
La population de la commune de Jijel est en augmentation rapide depuis 1966 : Sa part est passée de 12,2% de la population de la wilaya en 1966 à 21,13% en 2008. Cependant, au cours de la période 1998-2008, cette augmentation a été beaucoup moins forte que sur la période 1966-1998.

En 2016, la population de la commune de Jijel s'est accrue de 20494 habitants par rapport à 2008. Le taux annuel de croissance a donc été de 1,87%. Il est beaucoup moins fort que sur la période 1987-1998, lors de laquelle il avait été de 4,62% et légèrement supérieur à la période 1998-2008(+0.37). (PDAU, 2016)

**Tableau. II. 6.** Variation des populations de Jijel

|                          | Population recensée |       |       |        |        |        | Taux d'accroissement observé en (%) |           |           |           |           |
|--------------------------|---------------------|-------|-------|--------|--------|--------|-------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                          | 1966                | 1977  | 1987  | 1998   | 2008   | 2016   | 1966-1977                           | 1977-1987 | 1987-1998 | 1998-2008 | 2008-2016 |
| C <sup>ne</sup> de Jijel | 29273               | 44424 | 69274 | 115412 | 131513 | 152007 | 3,92                                | 4,84      | 4,62      | 1,51      | 1,87      |

Source : RGPH 1966, 1977, 1987, 1998 et 2008 et estimation DPSB (PDAU, 2016)



**Figure. II.7.** Evolution de la population communale (1966-2016)

Pour l'estimation des populations à différents horizons on applique la formule suivant :

$$P(N) = P_0 * [1+i]^n \dots\dots\dots(II.1)$$

Avec :

**P(N)** : population à l'horizon voulu(2044).

**P<sub>0</sub>** : population actuelle (2018).

**i** : taux d'accroissement de la population (i=1.87).

**n** : Durée de temps séparant l'année actuelle à l'horizon considéré (25année).

Le résultat de calcul représenté dans le tableau (II : 6) suivant :

**Tableau. II. 7.** L'estimation des populations à différents horizons

| agglomération | Nombre d'habitation horizon |      |
|---------------|-----------------------------|------|
|               | Actuelle(2018)              | 2044 |
| Rabta ouest   | 1530                        | 2432 |

## **II.6. Définition des notions hydrologie**

### **II.6.1. La notion de bassin versant**

Le bassin versant représente, en principe, l'unité géographique sur laquelle se base l'analyse du cycle hydrologique et de ses effets.

Plus précisément, le bassin versant qui peut être considéré comme un " système " est une surface élémentaire hydrologiquement close, c'est-à-dire qu'aucun écoulement n'y pénètre de l'extérieur et que tous les excédents de précipitations s'évaporent ou s'écoulent par une seule section à l'exutoire. (Azzaz , 2007)

### **II.6.2. Les averses**

Une averse est un ensemble de pluies associées à une perturbation météorologique bien définie. La durée d'une averse peut donc varier de quelques minutes à une centaine d'heures et intéresser une superficie allant de quelques kilomètres carrés (orages) à quelques milliers (pluies cycloniques). Elle est définie comme étant un épisode pluvieux continu, pouvant avoir plusieurs pointes d'intensité.

Le volume d'eau qui tombe est déterminé sur un hydro gramme suite au dépouillement d'un pluviogramme enregistrant la variation de la lame d'eau dans le temps.

Les averses les plus dangereuses sont les orages, car ces dernières sont caractérisées par une forte intensité de pluie dans un espace de temps réduit, d'où résulte un ruissellement important et bref d'une eau qui est généralement très chargée. (Azzaz , 2007)

### **II.6.3. Période de retour**

Une période de retour c'est le temps moyen que met une averse d'une intensité donnée pour se manifester, où être dépassé une pluie de période de retour de 10 ans est une pluie qui peut se manifester en moyenne une fois tous les 10 ans au moins. Pour les projets d'assainissement, on opte généralement pour une pluie décimale, le choix d'une période de retour de 10 ans est issue d'un compromis entre les données techniques et économiques, d'un côté, et que la durée de vie de la plupart des ouvrages projetés en assainissement n'ont pas une durée de vie très importante à cela s'ajoute le phénomène de l'extension et de réaménagement des agglomérations qui ne suit pas les schémas de développement préconisés au préalable. (Azzaz , 2007)

### **II.6.4. L'intensité moyenne maximale**

L'intensité moyenne maximale représente la hauteur maximale de pluie obtenue pour une durée de précipitation. Le temps est généralement pris égal au temps de concentration du bassin versant considéré et qui est utilisé pour l'évaluation du débit de pointe (Mekideche & Boukhedenna, 2018)

L'intensité moyenne maximale généralement utilisée pour les zones méditerranéennes pour une période de retour **T = 10 ans** est donnée par la formule (Azzaz , 2007).

$$I(t) = 4 * t_c^{-0.5}$$

Avec :

**i** : intensité moyenne maximale (mm/min) ;

**tc** : temps de concentration du bassin versant considéré.

**4** et **(-0.5)** : sont des paramètres d'ajustement de la courbe IDF décennale de la région. (Mekideche & Boukhedenna, 2018)

### **Conclusion :**

Dans ce chapitre nous avons identifié la région d'étude de Rebta ouest appartenant à la wilaya de jijel et puis, nous avons défini toutes les données nécessaires concernant notre région, du point de vue topographie, géologie, démographie, ainsi que les autres notions d'hydrologie telles que le bassin versant, le période des retour et l'intensité moyenne avec leurs coefficients propres à la région .



**Bibliographie**

Azzaz , R. F. (2007). *Conception et Gestion des Réseaux d'Assainissement de la ville de Thniet Elhad .*

W.Tissemsilt: ENSH Blida(Mémoire de fin d'étude d'assainissement).

Mekideche, M., & Boukhedenna, M. (2018). *Etude de Dimensionnement des Réseaux d'Assainissement Séparatif d'eau usée et pluviale de pole uniersitaire El ouana.* jijel: universite de Bejaia.

PDAU, J. (2016). Jijel.

## *Chapitre 3: choix de variante et calcul du base*

---

## Introduction

Le présent chapitre, est consacré à l'étude des variantes possible à réaliser en tenant de compte le volet technique et économique afin de choisir la solution adéquate à notre projet. Ce choix doit être suivi par un calcul de base en utilisant les différentes méthodes dans la quantification des grandeurs des débits du réseau.

### III.1 Synthèse des variantes :

Pour choisir un système d'évacuation, il faut tenir en compte toutes les conditions techniques topographiques et économiques,...etc. Plusieurs variantes peuvent être envisagées à savoir :

- ✓ *Le système séparatif* : est une variante qui demande beaucoup d'investissement par ce que il s'agit d'un de dédoublement de conduites est qui son tour pose des problèmes lors branchement étant donné que les quartiers sont très étroites ;
- ✓ *Le système pseudo séparatif* : est un type spécialement pour les régions tropical sec ce qui n'est le cas de notre étude, qui est une région pluvieuse.

Par contre, *le système unitaire* donne les solutions pour notre étude, bien sûr après un calcul exacte des débits d'eaux usée et eaux de ruissellement

Cette solution doit être suivie par une solution afin de minimiser l'effet de débordement de conduite.

### III-2 : Choix du système d'évacuation

Pour notre projet, on adoptera le système **unitaire** pour les raisons qu'on a justifié à l'avant.

### III-3 : Choix Le schémas d'évacuation

Pour notre cas, en tenant compte de la disposition des voiries et de la topographie de la zone d'étude (faible pente), et la structure des bâtiments on est obligé d'opter le **schéma radial**

### III-4 : Découpage des sous bassins

#### III.4.1. Définition

Un bassin versant est un espace géographique tel que chaque goutte d'eau tombée non évaporée ou absorbée par infiltration, est acheminée par gravité en un point commun appelé embouchure ou exutoire du bassin versant. Il découle de cette définition que les frontières d'un bassin versant sont les lignes de crête le séparent des bassins versant adjacents. (Bennis, S)

### III-4-2. Choix de la limite des sous bassins

Le découpage des sous bassins est fait en tenant compte des paramètres suivants :

- Topographie du terrain ;
- Les routes et voiries existantes ;
- Nature d'occupation du sol, pour avoir des coefficients de ruissellement aussi proche que possible.
- Limites naturelles : oueds, talweg, collines...etc. (Salah, Boualem;, 2007)

### III-5 : Principes du tracé des collecteurs

Certains principes doivent être respecté pour un meilleur traçage du collecteurs d'où :

1. Les collecteurs doivent être placés dans les rues prévues par le plan d'urbanisation;
2. Les contre inclinaisons sont à éviter, si possible;
3. Les égouts collecteurs principaux et secondaires doivent être placés dans les rues larges avec aussi peu de virages que possible. C'est pourquoi les rues à circulation peu intense et situées dans le fond de la vallée sont à préférer; lors de choix de la profondeur à laquelle on place les canaux d'eaux usées, on doit tenir compte des points suivants :
  - a. Les profondeurs des caves des maisons avoisinantes
  - b. La résistance au gel des canaux (Dernouni,F, 2005)

### III.6 : Evaluation de coefficient de ruissellement

#### III.6.1 Définition de Coefficient du ruissellement

Il se définit comme le rapport du volume d'eau qui ruisselle au volume d'eau tombée sur le bassin considéré. Le coefficient du ruissellement peut varier avec la durée de la verse :la saturation des sols réduit la capacité d'infiltration des terrains non urbanisés .on peut admettre un coefficient C variant avec le temps  $C = C(t)$ et dépendant de l'intensité  $i(t)$ . (Bourrier, 2008)

Le coefficient du ruissellement, à l'aide duquel on exprime la fraction de la pluie qui ruisselle sur une surface donnée, un paramètre dont la valeur dépendant :

- De la nature de la surface du terrain ;
- De la pente moyenne de la surface de ce terrain en direction de la décharge ;
- De l'intensité de la pluie ;
- Du pourcentage d'emmagasinage de l'eau dans les affaissements du terrain ;
- Des conditions atmosphériques antérieures à la pluie (p. ex. période de sécheresse ou période d'humidité).

On peut considérer que le coefficient du ruissellement est une caractéristique constante d'une surface de terrain ou, au contraire, que sa valeur varie selon diverse situation. (Brière, 2012)

**Tableau.III.1:**Coefficients de ruissellement en fonction de surface drainée

| Type de surface                              | Valeur de coeff. de ruissèlement |
|--|----------------------------------|
| <b>Zone de centre ville</b>                  | 0.70 - 0.95                      |
| <b>Zone résidentielle pavillons isolés</b>   | 0.30 - 0.50                      |
| <b>Zone résidentielle pavillons groupés</b>  | 0.60 - 0.75                      |
| <b>Zone industrielle</b>                     | 0.50 - 0.90                      |
| <b>Cimetières - parcs</b>                    | 0.10 - 0.25                      |
| <b>Rue</b>                                   | 0.80 - 0.85                      |
| <b>Trottoirs</b>                             | 0.75 - 0.90                      |
| <b>Pelouses (sols sableux, faible pente)</b> | 0.05 - 0.10                      |
| <b>Pelouses (sols terreux, faible pente)</b> | 0.15 - 0.20                      |

**Tableau.III.2** Coefficient de ruissellements relatifs à divers quartiers (Brière, 2012)

| Quartier                             | Coefficient de ruissellement |
|--------------------------------------|------------------------------|
| Commercial                           |                              |
| -centre-ville                        | 0.70-0.95                    |
| -banlieue                            | 0.50-0.70                    |
| Résidentiel                          |                              |
| -maison unifamiliales                | 0.30.050                     |
| -maison unifamiliales, détachées     | 0.40-0.60                    |
| -maison unifamiliales, en rangées    | 0.60-0.75                    |
| -maison unifamiliales, peu développé | 0.10-0.25                    |
| -maison unifamiliales                | 0.25-0.40                    |
| -immeubles à usage locatif           | 0.50-0.70                    |
| industriel                           |                              |
| -densité moyenne                     | 0.50-0.80                    |
| -densité élevée                      | 0.60-0.90                    |
| Parcs, cimetières, prairies          | 0.10-0.25                    |
| Terrains de jeux                     | 0.25-0.35                    |
| Terrains en friche                   | 0.10-0.30                    |

**Tableau.III.3.** Coefficient de ruissellements en fonction de la catégorie d’urbanisation

| Catégorie d’urbanisation | Coefficient de ruissellement |
|--------------------------|------------------------------|
| Habitation très denses   | 0.90                         |
| Habitation denses        | 0.60-0.70                    |
| Habitation moins denses  | 0.40-0.50                    |
| Quartiers résidentiels   | 0.20-0.30                    |
| Square-garde-prairie     | 0.05-0.20                    |

Source : ANRH

**III.7. Coefficient de ruissellement pondéré**

On calculera un coefficient C pondéré en découpant le bassin en n zones homogènes ; si  $a_i$  et  $C_i$  désignent respectivement l’aire et le coefficient volumétrique de ruissellement de la i<sup>ème</sup> zone, on obtiendra :

$$C = \frac{C_1*a_1 + C_2*a_2 + \dots + C_n*a_n}{a_1 + a_2 + \dots + a_n} = \frac{\sum_{i=1}^n C_i*a_i}{\sum_{i=1}^n a_i} \dots\dots\dots (III.1)$$

Avec :

- C : Coefficient de ruissellement pondéré total.
- C<sub>i</sub> : Coefficient de ruissellement de chaque sous bassin.
- a<sub>i</sub> : Surface élémentaire de chaque sous bassin. (Bourrier, 2008)

**III.8.estimation des débits d’eaux usées :**

Dans ce projet, la nature des eaux usées évacuées sont des eaux usées d’origine domestique.

**III.8.1.Evaluation du débit moyen journalier**

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

$$Q_{moyj} = \frac{K_r * D * N}{86400} \dots\dots\dots (III.2)$$

Avec :

- Q<sub>moyj</sub> : Débit moyen rejeté quotidiennement en (l/s)
- K<sub>r</sub> : Coefficient de rejet pris égal à 80% de la quantité d’eau potable consommée
- D : Dotation journalière (150 l/j hab)
- N : Nombre d’habitants à l’horizon étudié (hab.).

**III.8.2.Evaluation du débit de pointe**

On estimera les valeurs de débits moyens journaliers  $Q_{moyj}$  applicables aux différents points stratégiques du réseau et auxquels on affectera le facteur de pointe correspondant calculé par cette formule : (Gomella & Guerrée, 1986)

$$K_p = a + \frac{b}{\sqrt{Q_{moyj}}} \text{ Si } Q_{moyj} \geq 2.8 \text{ l/s} \dots\dots\dots (III.3)$$

$$K_p = 3 \text{ Si } Q_{moyj} < 2.8 \text{ l/s} \dots\dots\dots (III.4)$$

$K_p$  : Coefficient de pointe ;

$Q_{moyj}$  : Débit moyenne journalière ;

a : Limite inférieure à ne pas dépasser lorsque  $Q_{moyj}$  tend vers l'infini, on prend a=1.5.

b : Paramètre qui introduit par sommation avec le terme « a » la valeur de croissance

Exprimée par le second terme de la formule lorsque  $Q_{moyj}$  tend vers zéro. On prend b=2.5.

Le débit de pointe est donné par la formule suivante :

$$Q_{pte} = K_p \cdot Q_{moyj} \dots\dots\dots (III.5)$$

(Gomella & Guerrée, 1986)

**Remarque :**

On calcule le débit usée à l'aide de débit spécifique avec :

$$Q_{sp} = \frac{\sum Q_{TOT}}{\sum L_{TOT}}$$

$$Q_{tr} = Q_{sp} * L$$

Les résultats partielles sont regroupés dans le tableau (III.5), et la suite dans l'annexes (1)

**Tableau III.4:**estimation des débits des eaux usées

| <b>ESTIMATION DES DEBIT DES EAUX USEE</b> |                   |                  |                 |                  |                 |              |                |
|---|-------------------|------------------|-----------------|------------------|-----------------|--------------|----------------|
| <i>Collecteur</i>                         | <i>Reg. Amont</i> | <i>Reg. Aval</i> | <i>Distance</i> | <i>Q spe</i>     | <i>Q propre</i> | <i>Q tr</i>  | <i>Q cumul</i> |
| <i>COLA01</i>                             | <i>R01</i>        | <i>R02</i>       | <i>25,00</i>    | <i>0,0031338</i> | <i>0,078</i>    | <i>0,000</i> | <i>0,0783</i>  |
|   | <i>R02</i>        | <i>R03</i>       | <i>35,50</i>    | <i>0,0031338</i> | <i>0,111</i>    | <i>0,078</i> | <i>0,1896</i>  |
|   | <i>R03</i>        | <i>R04</i>       | <i>37,75</i>    | <i>0,0031338</i> | <i>0,118</i>    | <i>0,190</i> | <i>0,3079</i>  |
|   | <i>R04</i>        | <i>R05</i>       | <i>27,00</i>    | <i>0,0031338</i> | <i>0,085</i>    | <i>0,308</i> | <i>0,3925</i>  |

|            |             |       |           |       |        |         |
|------------|-------------|-------|-----------|-------|--------|---------|
| <i>R05</i> | <i>R06</i>  | 28,30 | 0,0031338 | 0,089 | 0,393  | 0,4812  |
| <i>R06</i> | <i>R07</i>  | 33,10 | 0,0031338 | 0,104 | 3,434  | 3,5376  |
| <i>R07</i> | <i>R08</i>  | 20,00 | 0,0031338 | 0,063 | 4,274  | 4,3367  |
| <i>R08</i> | <i>R09</i>  | 23,85 | 0,0031338 | 0,075 | 4,486  | 4,5603  |
| <i>R09</i> | <i>R10</i>  | 43,00 | 0,0031338 | 0,135 | 4,922  | 5,0569  |
| <i>R10</i> | <i>R11</i>  | 8,50  | 0,0031338 | 0,027 | 5,386  | 5,4125  |
| <i>R11</i> | <i>R12</i>  | 39,50 | 0,0031338 | 0,124 | 5,584  | 5,7082  |
| <i>R12</i> | <i>R13</i>  | 25,00 | 0,0031338 | 0,078 | 7,124  | 7,2024  |
| <i>R13</i> | <i>R14</i>  | 30,00 | 0,0031338 | 0,094 | 7,202  | 7,2964  |
| <i>R14</i> | <i>ST-R</i> | 6,00  | 0,0031338 | 0,019 | 11,466 | 11,4844 |

### III.9. Evaluation des débits d'eaux pluviales :

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 les méthodes principales d'évaluation des débits pluviaux :

- La méthode la plus ancienne et la plus utilisée à l'étranger est la méthode dite (rationnelle), dans la formule de base est très simple, mais elle devient très complexe à utiliser (manuellement) si on intègre tous les correctifs et si on procède à une décomposition analytique fine ;
- La méthode qui était la plus utilisée en France est nommée méthode superficielle de Caquot, bien connue de tous les techniciens sanitaires. Elle permet de calculer en un certain nombre de point du système l'écoulement des débits maxima pour un orage donné. La méthode n'indique pas les temps auxquels ces débits atteints. (Bourrier, 2008)

#### II.9.1. La méthode rationnelle

La méthode rationnelle consiste à estimer les débits à partir d'un découpage du bassin versant en secteur  $A_1, A_2, \dots, A_j, \dots, A_n$ , limités par des lignes isochrones telles que l'eau tombe sur le secteur  $A_1$  (respectivement  $A_1, \dots, A_j, \dots, A_n$ ) arrive à l'exutoire

Au bout d'un temps  $\Delta t$  (respectivement  $2\Delta t, \dots, n \Delta t$ ) ainsi que le montre la figure .III.1

Le hyétogramme de pluie sur un bassin se transforme ainsi en hydrogramme d'écoulement, en tenant compte de stockage l'infiltration.



Si on considère une averse d'intensité constante  $i$  sur un secteur de superficie  $A$  ayant un coefficient de ruissellement pondéré  $C$ , le débit résultant de ruissellement s'exprime par la relation :

$$Q = C \cdot i \cdot A \dots\dots\dots (III.6)$$

Cependant, si on tient compte que l'intensité n'est pas uniforme (que l'averse a un épicycle et se diffuse dans l'espace), il convient d'appliquer un coefficient  $k$  de répartition de la pluie qui diminue lorsque l'on s'éloigne de l'épicycle.

On obtiendra alors la relation :

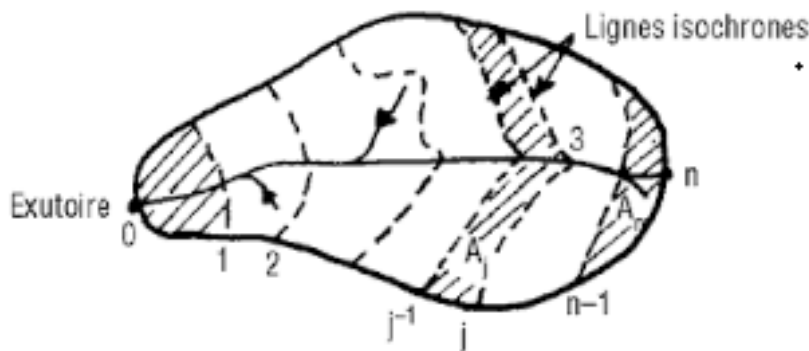
$$Q = C \cdot k \cdot i \cdot A \dots\dots\dots (III.7)$$

Enfin, si l'on ne travaille pas dans un système cohérent d'unité (cas très fréquent en assainissement), il faut introduire un coefficient supplémentaire  $u$  dépendant des unités utilisées (\*), ce qui conduit la relation : [4]

$$Q = u \cdot C \cdot k \cdot i \cdot A \dots\dots\dots (III.8)$$

(\*) : - Sila surface est en ha, l'intensité en mm/min, le débit en l/s,  $u=166.7$

- Sila surface est en ha, l'intensité en mm/h, le débit en l/s,  $u=2.778$



**Figure.III.1** : découpage d'un bassin en n secteurs

(Bourrier, 2008)

### III-9-1-1. Validité de la méthode rationnelle

Cette méthode est efficace pour des aires relativement limitées, le résultat est meilleur pour des aires plus faibles du fait de la bonne estimation du coefficient de ruissellement, aussi, elle est applicable pour des faible surface ( $\leq 10$  ha) où le temps de concentration ne dépasse pas 30 minutes. (DOUKHANE & BENSALSA, 2015)

**Le temps de concentration :**

Il se compose :

- du temps  $t_1$  mis par l'eau pour s'écouler dans les canalisations

$$t_1 = \frac{L}{v} = \frac{\text{Longueur}}{\text{vitesse}} \dots\dots\dots \text{(III.9)}$$

- du temps  $t_2$  mis par l'eau pour atteindre le premier ouvrage d'engouffrement d'après les observations fait aux Etats-Unis.  $t_2$  Varie de 2' à 20' selon l'impotence décroissante de la pluie et de coefficient de ruissellement (défini auparavant)

M. Caquot propose la formule :

$$t_2 = I^{-\frac{4}{11}} \text{ (en min)} \dots\dots\dots \text{(III.10)}$$

L'étant la pente du terrain.

- du temps  $t_3$  du ruissellement dans un bassin qui ne comporte pas de canalisation, autrement dit le parcours superficiel de l'eau du bassin d'apports :

$$t_3 = \frac{L}{11\sqrt{i}} \text{ (en seconde avec l en m)} \dots\dots\dots \text{(III.11)}$$

Le temps de concentration peut donc avoir trois aspects :

-le bassin ne comporte pas de canalisation,  $t_c = t_3$

-le bassin comporte un parcours superficiel puis une canalisation,  $t_c = t_3 + t_1$

-le bassin est urbaniser et comporte une canalisation principale des branchements tertiaires,  
 $t_c = t_2 + t_1$

Auquel cas, même  $t_c$  peut être égale à  $t_1$ , la valeur de  $t_2$  étant marginale surtout si le réseau est important.

Certaines méthodes utilisées pour la détermination des débits d'orage introduisent le principe de « pluie antécédente » qui a pour effet de rendre négligeable le temps d'entrée.

De nombreuses formules empiriques permettent de connaître le temps de concentration, parmi lesquelles :

**La formule Passini**

$$t_c = 0.108 \frac{\sqrt[3]{S \cdot l}}{\sqrt{P}} \dots\dots\dots \text{(III.12)}$$

Ou :

$t_c$  : Temps de concentration (en heures),

S : surface en  $\text{km}^2$ ,

L : longueur du plus grand parcours de l'eau en km,

P : pente en m/m,

(Cette formule n'est applicable que pour des pentes supérieures à 0.003). Cette formule est applicable à des bassins versant allongés et du ruissellement et des conditions d'écoulement à ciel ouvert. Aussi, nous avons adapté cette formule, aux configurations de l'assainissement rural ou semi-urbain, pour obtenir une meilleure convergence des valeurs  $t_c$  exprimée ci-dessous en minutes :

$$t_c = 4 \left( \frac{\sqrt[3]{S \cdot L}}{\sqrt{P}} \right)^3 \dots \dots \dots (III.13)$$

-**La formule de Kirpich** qui fait intervenir la durée médiane de l'averse à laquelle s'ajoute le temps de réponse :

$$T_p = D/2 + 0.0001947 * L^{0.77} * I^{-0.385} \dots \dots \dots (III.14)$$

Ou :

$T_p$  : Temps du débit de pointe (en heures).

L : longueur du talweg principal (en m)

I : pente moyenne de talweg principale (en m/m)

Aussi **Kirpich** propose :

$$T_2 = k_2 * L^{0.77} * I^{-0.385} \dots \dots \dots (III.14')$$

Avec :

$k_2$  : Facteur d'homogénéité se rapportant aux unités ( $k_2=0.0195$ )

On obtient  $t_c = T_1 + T_2$  avec :

$$t_1 = \frac{L}{V}$$

$$T_2 = k_2 * L^{0.77} * I^{-0.385}$$

-**la formule d'Askew** qui fait intervenir le débit est donc implicite est utilisable si l'on dispose de mesure de jaugeage à extrapoler en amont

$$t_c = 0.314 L^{0.8} * I^{-0.33} * Q^{-0.23} \text{ (en minutes)} \dots \dots (III.15)$$

Ou

Q : débit moyen de ruissèlement sur une durée égale à  $2 t_c$  ( $en m^3/s$ ),

L, I : même définition que ci-dessus.

(Bourrier, 2008)

### III.9.2. La méthode de Caquot :

Cette méthode a été proposée par CAQUOT en 1949, Elle tient compte de l'ensemble des paramètres qui influent sur le ruissellement, elle s'écrit comme suit :

$$Q(f) = K^{\frac{1}{v}} * I^{\frac{v}{u}} * C_r^{\frac{1}{u}} * A^{\frac{w}{u}} \dots \dots \dots (III.16)$$

Où

Q (f) : Débit d'eau pluvial de fréquence f= 90%, Q en [m<sup>3</sup>/s].

K, u, v, w : Coefficients d'expression.

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 :

$$K = \frac{0.5^{b(f)} * a(f)}{0.6} \dots\dots\dots(III.17)$$

$$v = -0.4b(f) \dots\dots\dots(III.18)$$

$$u = 1 + 0.287b(f) \dots\dots\dots(III.19)$$

$$w = 0.95 + 0.507b(f) \dots\dots\dots(III.20)$$

Avec : a(f) et b(f) sont des paramètres de la relation :

$$i(t, f) = a(f) * t^{b(f)} \dots\dots\dots(III.21)$$

Où :

i (t, f) : Intensité de pluie de durée t (t = 15 min) et de fréquence f (f = 90 %).

(Claudon, J.G, 1985)

#### a) Correction d'allongement :

La formule de QUACOT n'est valable que pour un allongement moyen du bassin versant égale 2

(M=2) :

$$M = \frac{L}{\sqrt{A}} = 2 \dots\dots\dots(III.22)$$

Avec :

L : largeur du BV en [hectomètre],

A : surface du BV en [ha],

Si M≠2 on doit corriger Qp par un paramètre  $\beta = \left[\frac{M}{2}\right]^{0.7b(t)}$  (Généralement b(t)=-0,5).

(Ghanem, R et al , 2009)

#### b) Détermination de la pente moyenne et le coefficient d'allongement équivalent :

L'application de la méthode de CAQUOT à un ensemble de bassins versants hétérogènes placés en série ou en parallèle est délicate.

Il est en effet nécessaire de rechercher les caractéristiques du bassin versant équivalent, le tableau suivant fournit les règles d'assemblage à utiliser, sachant que dans certains cas des anomalies peuvent apparaître.

**Tableau.III.5:** Les paramètres équivalents dans le cas de l'assemblage des Bassins Versants en série ou en parallèle

| Paramètres équivalents | $A_{eq}$   | $C_{eq}$                          | $I_{eq}$  | $M_{eq}$                                   |
|------------------------|------------|-----------------------------------|---|--|
| Bassins en série       | $\sum A_i$ | $\frac{\sum A_i * C_i}{\sum A_i}$ | $\left[ \frac{\sum L_i}{\sum \sqrt{I_i}} \right]^2$ | $\frac{\sum L_i}{\sqrt{\sum A_i}}$         |
| bassins en parallèle   | $\sum A_i$ | $\frac{\sum A_i * C_i}{\sum A_i}$ | $\frac{\sum I_i * Q_{pi}}{\sum Q_{pi}}$             | $\sum \frac{L(t_c \max)}{\sqrt{\sum A_i}}$ |

**III.9.2.1. Validité de la méthode superficielle :**

Il convenait de ne pas dépasser cette limite contraignante de 200ha pour demeurer dans la cohérence des nouveaux ajustements. Aussi pour bien signifier que la limite en surface s'adresse à l'assemblage des bassins, on a :

- ✓  $\sum A_j \leq 200$  ha ;
- ✓ Le coefficient de ruissellement devait évoluer entre ces limite, d'où :

$$0.2 \leq C \leq 1;$$

- ✓ Dans le domaine des pentes la valeur limite imposée :

$$0.002 \leq I \leq 0.05$$

- ✓ Le coefficient d'allongement "M" doit être compris entre  $0.8 < M < 2$ ; (Bachir & Marc, 1999)

**III.9.3. Choix de la méthode**

En tenant compte des caractéristiques de notre agglomération du point de vu surface, Pente, caractéristique climatique et coefficient de ruissellement la méthode rationnelle est la plus appropriée à notre cas. Pour cela ; il faut bien limiter les surfaces à drainer de telle façon à avoir une bonne détermination du coefficient de ruissellement.

**Remarque :**

Dans notre cas le coefficient de ruissèlement on choisir on deux condition en fonction de la catégorie d'urbanisation et Surfaces drainées

**Conclusion**

Dans ce chapitre, nous avons calculé les débits de rejet de cette agglomération de différentes natures, domestique et pluviale tout en partageant notre agglomération en sous bassins dont chacun a un coefficient de ruissellement déterminé.

**Bibliographie**

Bachir, S., & Marc, S. (1999). *Guide technique d'assainissement* (éd. 3e). Paris.

Bennis, S. *livre hydraulique et hydrologie*.

Bourrier, R. (2008). *les réseaux d'assainissement* (éd. 5e). (T. e. Lavoisier, Éd.) 5eme édition.

Brière. (2012). *Distribution et collecte des eaux*. (P. i. polytechniques, Éd.) Montréal.

Claudon, J.G. (1985). *les réseaux d'assainissement 2eme édition* . Paris: 482.

Dernouni, F. (2005). *Cours d'assainissement, 4eme année*. Blida: ENSH.

DOUKHANE, E. m., & BENSALISSA, M. A. (2015). *Etude du reseau d'assainissement*. EL DBIL W M'sila: Universite de BEJAIA.

Ghanem, R et al . (2009). *étude de réhabilitation de réseau d'assainissement de la ville de Ain el Hdjel (w.M'sila)*. M'sila.

Gomella, C., & Guerrée, H. (1986). *Guide technique de l'assainissement dans les agglomération urbaine et rurales*. Paris, 61, Boulevard Saint-Germain 75005.

Salah, Boualem;. (2007). *Cours d'assainissement 5eme année*. Blida: ENSH.

*Chapitre 4 : Dimensionnement hydraulique du  
réseau à l'aide de Covadis*

---

**Introduction :**

Ce chapitre sera consacré au calcul hydraulique de notre réseau à l'aide de Covadis en déterminant le diamètre ainsi que les autres paramètres tels que, le rapport des hauteurs, le rapport de débit et le rapport des vitesses tout en assurant l'écoulement gravitaire.

**IV-1. Conditions d'écoulement et de dimensionnement**

Le système d'évacuation adopté dans notre projet est un système gravitaire. Ce dernier est caractérisé par un écoulement uniforme et à surface libre ; il doit aussi assurer une vitesse permettant l'auto curage tout en évitant la dégradation des conduites.

La vitesse d'auto curage qui empêchera les dépôts de sable, dans les collecteurs est de l'ordre de: (PFE, AMIROUCHE, & HAMOU, 2017)

- 0,6 m/s au moins pour le un dixième du débit de pleine section.
- 0,3 m/s au moins 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 compte tenu du fait que les réseaux sont chargés.

La 2<sup>ème</sup> partie c'est le système d'évacuation en charge par refoulement entre la station de relevage et la station d'épuration (Step).

**IV-2 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.

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.

L'écoulement dans les collecteurs est un écoulement à surface libre régi par (PFE, AMIROUCHE, & HAMOU, 2017).



### IV-2.1. La base de calcul de COVADIS

-débit Q calculé est le débit issu de l'assemblage des bassins versants.

-Le diamètre théorique est calculé à partir de la formule de Manning-Strickler (utilise le coefficient k, la pente et le débit Q).

$$D = 4^{\frac{5}{8}} * \left( \frac{Q_t}{\pi * K_s * I^2} \right)^{\frac{3}{8}} \dots \dots \dots \text{IV1}$$

Ks= Coefficient de rugosité(Strickler).

-V = Q / S est le rapport (débit calculé / section du collecteur).

-rQ est le rapport des débits (Q calculé / Q pleine section).

-rV et rH sont déduits de rQ par l'abaque Ab.5 de l'Instruction Technique.

Ab.5 sur annexe (2)

-H calculée (= rH \* diamètre) est la hauteur de remplissage (en mm) dans la canalisation.

-V calculée (= rV \* Vps) est la vitesse en régime uniforme (m/s).

-La vérification des contraintes de vitesses teste si (V mini <= V calculée <= V maxi)

-Vps est la vitesse à pleine section (calculée par la formule de Manning-Strickler).

$$Vps = K_s * \frac{D^{\frac{2}{3}}}{4^{\frac{3}{8}}} * I^{\frac{1}{2}} \dots \dots \dots \text{IV2}$$

-Qps = Vps \* S est le débit à pleine section.

### IV-3 Dimensionnement du réseau d'assainissement :

Pour notre agglomération ; il existe une seule variante pour tracer les collecteurs. Cette variante se compose deux collecteurs principaux qui jouent le rôle des intercepteurs, et qui sont tracés suivant la voie principal ; ainsi des collecteurs secondaires tracés suivant les pistes existantes.

Le dimensionnement du réseau d'évacuation des eaux pluviales et usées a été effectué sur Auto-CAD avec la barre d'outils COVADIS.

#### IV-3.1 Utilisation de COVADIS :

##### Définition :

COVADIS est un logiciel de topographie et de conception des projets de VRD (Voirie et réseaux divers). COVADIS permet de traiter un projet d'infrastructure de sa phase initiale (importation des données de terrain) à sa phase finale (plans d'exécution, métrés et bordereaux VRD...). COVADIS fonctionne sur toutes les versions d'Auto CAD (COVADIS s'installe sur l'environnement Auto CAD) postérieure ou égale à la 2004.

COVADIS permet de concevoir, de dimensionner et de dessiner des réseaux unitaires, EU (eaux usées) et EP (eaux pluviales) en respectant les normes en vigueur, et en exploitant une bibliothèque métier complète et évolutive (ouvrages, éléments du réseau, etc.). Il permet également de réaliser l'étude hydraulique d'un site à partir du MNT (analyse des pentes, lignes d'écoulement, détection et assemblage des bassins versants, etc.).

Premièrement on affiche la barre d'outil :

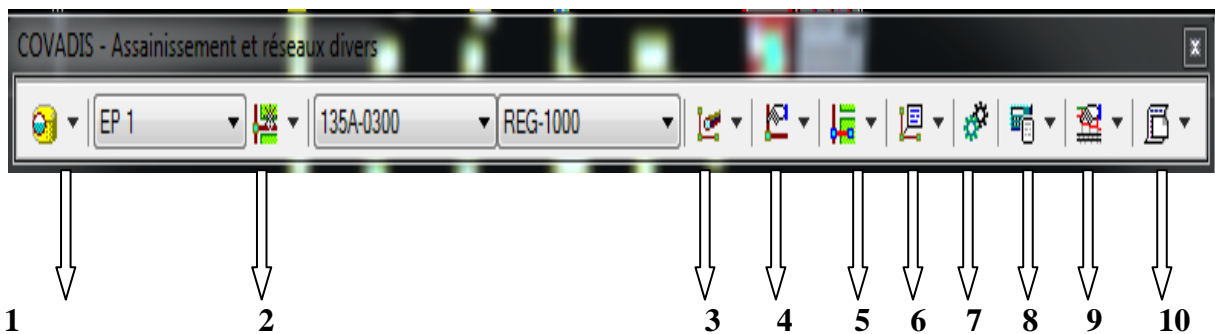
COVADIS VRD



RESEAUX D'ASSAINISSEMENT



AFFICHER LA BARRE D'OUTILE



- 1 : Edition de paramètre générale
- 2 : Création d'un nouveau réseau
- 3 : Création d'une canalisation
- 4 : Création d'un regard
- 5 : Création d'un branchement
- 6 : Habillage
- 7 : Expertise
- 8 : Calcule des débits
- 9 : Dessin de profil en long

10 : Mètre

Pour procéder au calcul sur Covadis, nous allons suivre les étapes suivantes :

I : sélectionner le MNT :

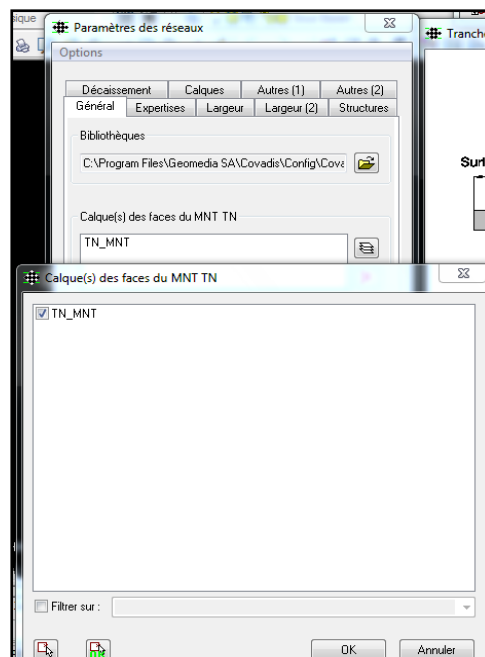
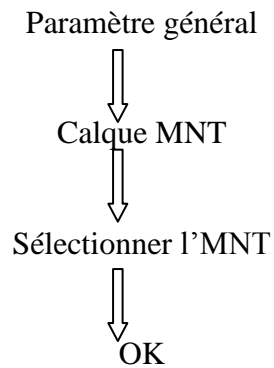
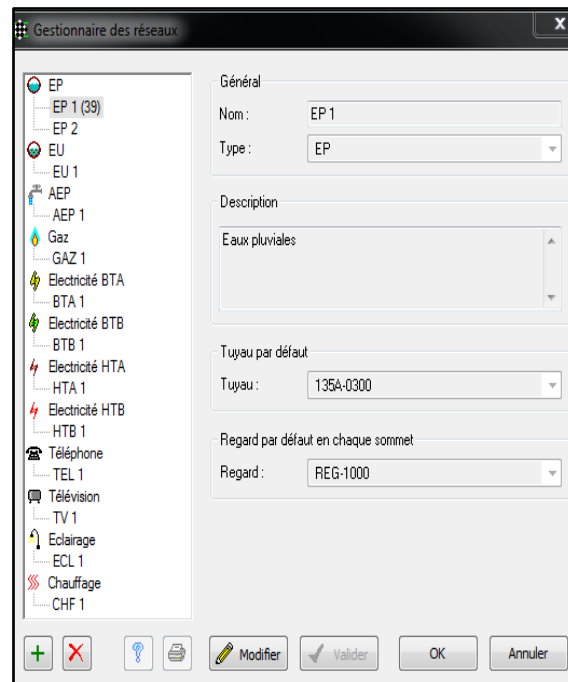


Fig.IV.1 fenêtre des paramètres des réseaux

II :Création d'un nouveau réseau



**Fig.IV.2** Création du réseau

### III : Tracer Les réseaux et limiter les sous bassins



**Fig.IV.3** Découpage des sous bassins

IV : Sélectionner les bassins et introduire les données nécessaires pour chaque tronçon

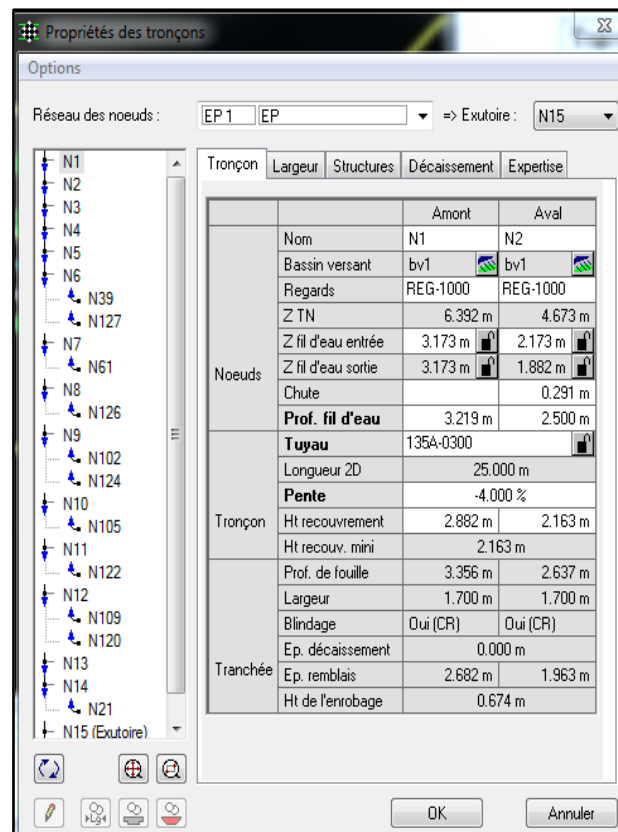


Fig.IV.4 Insérer les données de chaque tronçon

V : réglage des paramètres des eaux pluviales et lancer le calcul

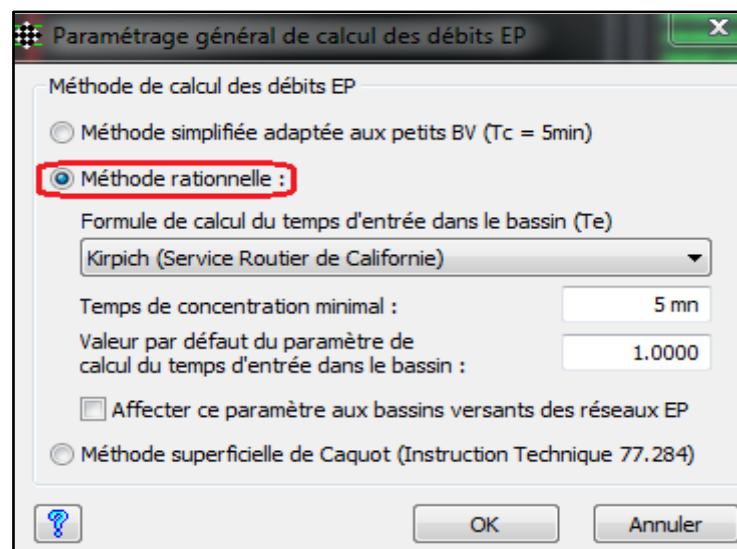


Fig.IV.5 Sélectionner la méthode de calcul

VI. vérifier toutes données dans la bibliothèque

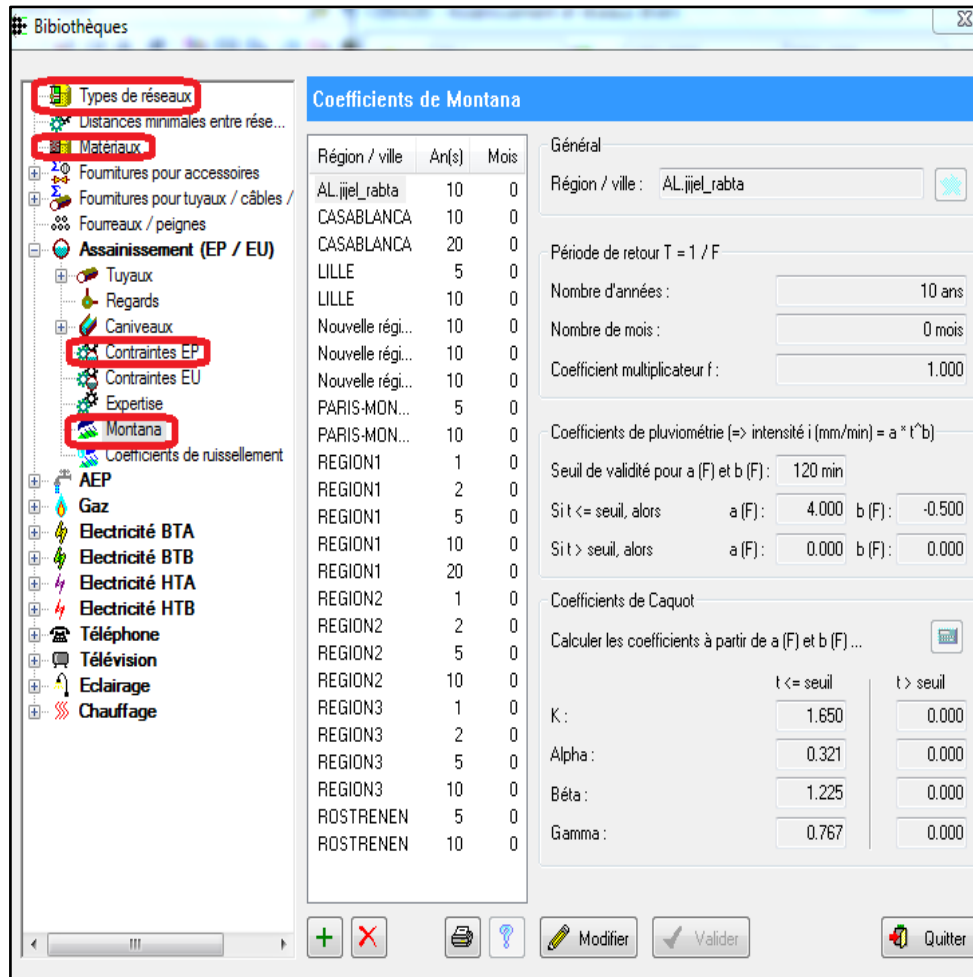


Fig.IV.6 création de la région d'étude

VI : dessiner les profils en long

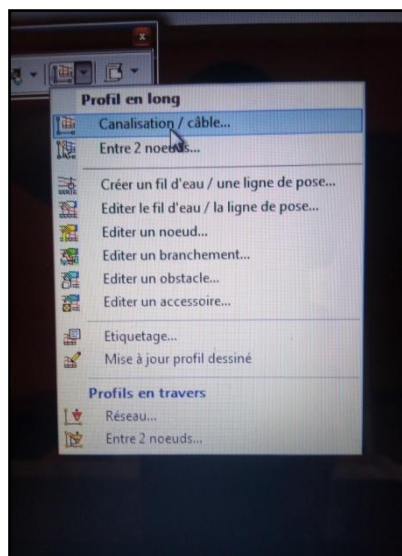


Fig.IV.7 Traçage des profils en long

## VII. Afficher un exemple

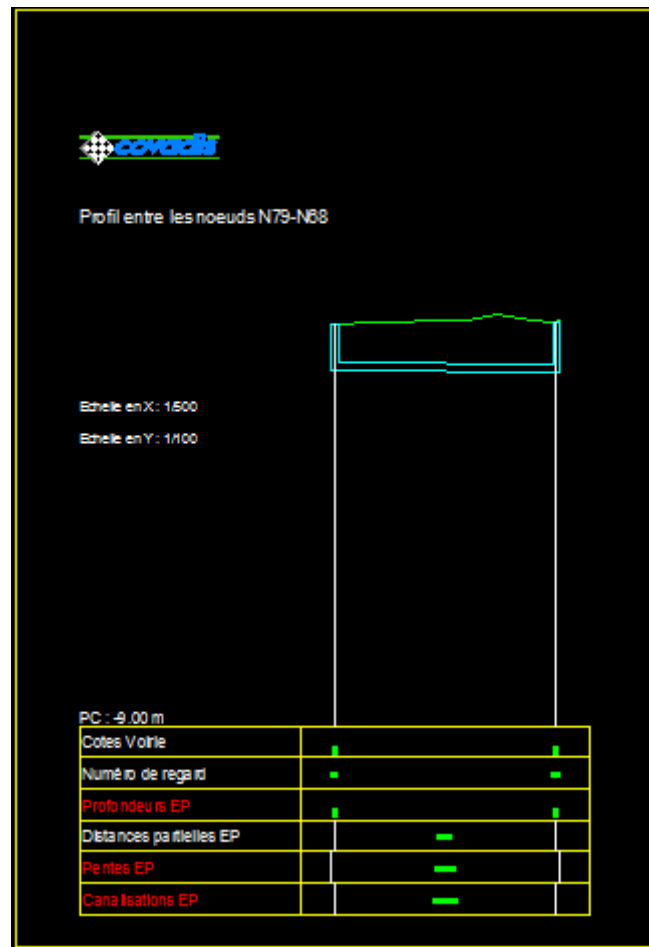


Fig.IV.8 exemple d'un profil en long

## VIII. afficher les résultats sous format d'un tableau

|    | Noeuds   |             |        |            |          | Tronçons   |         |         |               |
|----|----------|-------------|--------|------------|----------|------------|---------|---------|---------------|
|    | s        | Z fil d'eau | Chute  | Prof. / TN | Regard   | Ht recouv. | Di 3D   | Pente   | Tuyau / câble |
| N1 | 0.50 m   | 3.17 m      | 0.00 m | 3.22 m     | REG-1000 | 2.16 m     | 25.02 m | -4.00 % | 135A-0300     |
| N2 | 25.50 m  | 2.17 m      | 0.29 m | 2.50 m     | REG-1000 | 1.98 m     | 35.41 m | -4.00 % | 135A-0300     |
| N3 | 60.88 m  | 0.47 m      | 0.00 m | 2.50 m     | REG-1000 | 2.10 m     | 37.75 m | -0.20 % | 135A-0300     |
| N4 | 98.62 m  | 0.39 m      | 0.00 m | 2.51 m     | REG-1000 | 2.09 m     | 26.98 m | -0.60 % | 135A-0300     |
| N5 | 125.61 m | 0.23 m      | 0.00 m | 2.52 m     | REG-1000 | 2.04 m     | 28.30 m | -0.30 % | 135A-0400     |
| N6 | 153.91 m | 0.14 m      | 0.36 m | 2.51 m     | REG-1000 | 2.00 m     | 33.11 m | -0.20 % | 135A-0800     |
| N7 | 187.02 m | -0.28 m     | 0.00 m | 3.15 m     | REG-1000 | 2.27 m     | 20.00 m | -0.20 % | 135A-0800     |
| N8 | 207.02 m | -0.32 m     | 0.00 m | 3.52 m     | REG-1000 | 2.63 m     | 23.83 m | -0.20 % | 135A-0800     |

Sens de la pente :  Sommet gauche fixe  Sommet droit fixe

Fig.IV.9 Affichage des résultats

**IV-4 Les résultats de dimensionnement :**

Les résultats de calcul à l'aide du Covadis sont illustrés dans les tableaux suivants :

*1. Collecteur principal :*

Ce collecteur est le plus long dans ce projet, il est composé de deux collecteurs (01A et 01B). Il commence par le regard R1 et se termine par le regard R15 puis de R16 jusqu'à R14 comme le présente le tableau suivant :

**Tableau IV.1** résultats de calcul du collecteur principal

| Collecteur 01 A |                                     |            |              |                  |                  |      |      |                        |                      |            |                             |
|-----------------|-------------------------------------|------------|--------------|------------------|------------------|------|------|------------------------|----------------------|------------|-----------------------------|
| Tronçon         | Q<br>calculé<br>(m <sup>3</sup> /s) | Collecteur | Pente<br>(%) | V = Q/S<br>(m/s) | r Q =<br>(Q/Qps) | r v  | r H  | V<br>calculée<br>(m/s) | V<br>Qps/10<br>(m/s) | V Ps (m/s) | Q Ps<br>(m <sup>3</sup> /s) |
| <b>R1 - R2</b>  | 0.012                               | 135A-0300  | 4.00         | 0.16             | 0.05             | 0.53 | 0.16 | 1.70                   | 1.76                 | 3.20       | 0.226                       |
| <b>R2 - R3</b>  | 0.024                               | 135A-0300  | 4.00         | 0.34             | 0.11             | 0.65 | 0.22 | 2.07                   | 1.76                 | 3.20       | 0.226                       |
| <b>R3 - R4</b>  | 0.038                               | 135A-0300  | 0.20         | 0.54             | 0.75             | 1.10 | 0.65 | 0.79                   | 0.39                 | 0.72       | 0.051                       |
| <b>R4 -R5</b>   | 0.051                               | 135A-0300  | 0.60         | 0.72             | 0.58             | 1.04 | 0.55 | 1.28                   | 0.68                 | 1.24       | 0.088                       |
| <b>R5 - R6</b>  | 0.063                               | 135A-0375  | 0.30         | 0.57             | 0.56             | 1.03 | 0.53 | 1.04                   | 0.56                 | 1.02       | 0.112                       |
| <b>R6 - R7</b>  | 0.523                               | 135A-0800  | 0.20         | 1.04             | 0.76             | 1.10 | 0.65 | 1.51                   | 0.76                 | 1.38       | 0.692                       |
| <b>R7 - R8</b>  | 0.610                               | 135A-0800  | 0.20         | 1.21             | 0.88             | 1.13 | 0.73 | 1.55                   | 0.76                 | 1.38       | 0.692                       |
| <b>R8 - R9</b>  | 0.628                               | 135A-0800  | 0.20         | 1.25             | 0.91             | 1.13 | 0.75 | 1.56                   | 0.76                 | 1.38       | 0.692                       |
| <b>R9 - R10</b> | 0.710                               | 135A-1000  | 0.20         | 0.90             | 0.57             | 1.03 | 0.54 | 1.64                   | 0.88                 | 1.60       | 1.255                       |



|                  |       |           |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
|------------------|-------|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| <b>R10 -R11</b>  | 0.813 | 135A-1000 | 0.20 | 1.03 | 0.65 | 1.06 | 0.59 | 1.70 | 0.88 | 1.60 | 1.255 |
| <b>R11 - R12</b> | 0.854 | 135A-1000 | 0.20 | 1.09 | 0.68 | 1.07 | 0.61 | 1.72 | 0.88 | 1.60 | 1.255 |
| <b>R12 -R13</b>  | 1.081 | 135A-1000 | 0.20 | 1.38 | 0.86 | 1.12 | 0.72 | 1.80 | 0.88 | 1.60 | 1.255 |
| <b>R13 - R14</b> | 1.090 | 135A-1000 | 0.20 | 1.39 | 0.87 | 1.13 | 0.72 | 1.80 | 0.88 | 1.60 | 1.255 |
| <b>R14 -R15</b>  | 1.884 | 135A-1200 | 0.20 | 1.67 | 0.92 | 1.13 | 0.76 | 2.05 | 0.99 | 1.80 | 2.040 |

| Collecteur 01 B  |                                     |            |              |                  |                |      |      |                     |                   |            |                             |
|------------------|-------------------------------------|------------|--------------|------------------|----------------|------|------|---------------------|-------------------|------------|-----------------------------|
| Tronçon          | Q<br>calculé<br>(m <sup>3</sup> /s) | Collecteur | Pente<br>(%) | V = Q/S<br>(m/s) | r Q<br>(Q/Qps) | r V  | r H  | V calculée<br>(m/s) | V Qps/10<br>(m/s) | V Ps (m/s) | Q Ps<br>(m <sup>3</sup> /s) |
| <b>R16 -R17</b>  | 0.056                               | 135A-0300  | 2.50         | 1.13             | 0.50           | 1.00 | 0.50 | 2.25                | 1.23              | 2.24       | 0.110                       |
| <b>R17 - R18</b> | 0.250                               | 135A-0600  | 0.20         | 0.89             | 0.78           | 1.11 | 0.66 | 1.26                | 0.62              | 1.14       | 0.321                       |
| <b>R18 - R19</b> | 0.406                               | 135A-0800  | 0.20         | 0.81             | 0.59           | 1.04 | 0.55 | 1.43                | 0.76              | 1.38       | 0.692                       |
| <b>R19 - R20</b> | 0.846                               | 135A-1000  | 0.20         | 1.08             | 0.67           | 1.07 | 0.60 | 1.71                | 0.88              | 1.60       | 1.255                       |
| <b>R20 - R21</b> | 0.851                               | 135A-1000  | 0.20         | 1.08             | 0.68           | 1.07 | 0.60 | 1.71                | 0.88              | 1.60       | 1.255                       |
| <b>R21 -R14</b>  | 0.860                               | 135A-1000  | 0.20         | 1.09             | 0.69           | 1.08 | 0.61 | 1.72                | 0.88              | 1.60       | 1.255                       |

2. Collecteurs secondaires :

Ces collecteurs sont identifiés par le R22 jusqu'à R6.

**Tableau IV.2** résultats de calcul des collecteurs secondaires

| Collecteur 02    |                                     |            |              |                  |                  |      |      |                     |                      |            |                             |
|------------------|-------------------------------------|------------|--------------|------------------|------------------|------|------|---------------------|----------------------|------------|-----------------------------|
| Tronçon          | Q<br>calculé<br>(m <sup>3</sup> /s) | Collecteur | Pente<br>(%) | V = Q/S<br>(m/s) | r Q =<br>(Q/Qps) | r V  | r H  | V calculée<br>(m/s) | V<br>Qps/10<br>(m/s) | V Ps (m/s) | Q Ps<br>(m <sup>3</sup> /s) |
| <b>R22 - R23</b> | 0.034                               | 135A-0300  | 0.50         | 0.48             | 0.42             | 0.96 | 0.45 | 1.08                | 0.62                 | 1.13       | 0.080                       |
| <b>R23 - R24</b> | 0.075                               | 135A-0375  | 0.20         | 0.68             | 0.82             | 1.12 | 0.69 | 0.93                | 0.46                 | 0.83       | 0.092                       |
| <b>R24 - R25</b> | 0.089                               | 135A-0400  | 0.20         | 0.71             | 0.82             | 1.12 | 0.69 | 0.97                | 0.48                 | 0.87       | 0.109                       |
| <b>R25 - R26</b> | 0.105                               | 135A-0600  | 0.20         | 0.37             | 0.33             | 0.89 | 0.39 | 1.02                | 0.62                 | 1.14       | 0.321                       |

| Collecteur 03    |                                     |            |              |                  |                  |      |      |                     |                      |            |                             |
|------------------|-------------------------------------|------------|--------------|------------------|------------------|------|------|---------------------|----------------------|------------|-----------------------------|
| Tronçon          | Q<br>calculé<br>(m <sup>3</sup> /s) | Collecteur | Pente<br>(%) | V = Q/S<br>(m/s) | r Q =<br>(Q/Qps) | r V  | r H  | V calculée<br>(m/s) | V<br>Qps/10<br>(m/s) | V Ps (m/s) | Q Ps<br>(m <sup>3</sup> /s) |
| <b>R27 - R22</b> | 0.017                               | 135A-0300  | 2.52         | 0.25             | 0.10             | 0.63 | 0.21 | 1.61                | 1.40                 | 2.54       | 0.179                       |

| Collecteur 04    |                                     |            |              |                  |                  |      |      |                     |                      |            |                             |
|------------------|-------------------------------------|------------|--------------|------------------|------------------|------|------|---------------------|----------------------|------------|-----------------------------|
| Tronçon          | Q<br>calculé<br>(m <sup>3</sup> /s) | Collecteur | Pente<br>(%) | V = Q/S<br>(m/s) | r Q =<br>(Q/Qps) | r V  | r H  | V calculée<br>(m/s) | V<br>Qps/10<br>(m/s) | V Ps (m/s) | Q Ps<br>(m <sup>3</sup> /s) |
| <b>R28 - R22</b> | 0.018                               | 135A-0300  | 0.20         | 0.25             | 0.35             | 0.91 | 0.41 | 0.65                | 0.39                 | 0.72       | 0.051                       |

| Collecteur 05    |                                     |            |              |                  |                  |      |      |                     |                      |            |                             |
|------------------|-------------------------------------|------------|--------------|------------------|------------------|------|------|---------------------|----------------------|------------|-----------------------------|
| Tronçon          | Q<br>calculé<br>(m <sup>3</sup> /s) | Collecteur | Pente<br>(%) | V = Q/S<br>(m/s) | r Q =<br>(Q/Qps) | r V  | r H  | V calculée<br>(m/s) | V<br>Qps/10<br>(m/s) | V Ps (m/s) | Q Ps<br>(m <sup>3</sup> /s) |
| <b>R29 - R23</b> | 0.006                               | 135A-0300  | 0.20         | 0.08             | 0.12             | 0.67 | 0.23 | 0.48                | 0.39                 | 0.72       | 0.051                       |

| Collecteur 06    |                                     |            |              |                  |                 |      |      |                     |                      |            |                             |
|------------------|-------------------------------------|------------|--------------|------------------|-----------------|------|------|---------------------|----------------------|------------|-----------------------------|
| Tronçon          | Q<br>calculé<br>(m <sup>3</sup> /s) | Collecteur | Pente<br>(%) | V = Q/S<br>(m/s) | r Q=<br>(Q/Qps) | r V  | r H  | V calculée<br>(m/s) | V<br>Qps/10<br>(m/s) | V Ps (m/s) | Q Ps<br>(m <sup>3</sup> /s) |
| <b>R30 - R31</b> | 0.016                               | 135A-0300  | 1.20         | 0.23             | 0.13            | 0.69 | 0.24 | 1.21                | 0.96                 | 1.75       | 0.124                       |
| <b>R31 - R32</b> | 0.032                               | 135A-0300  | 3.70         | 0.45             | 0.15            | 0.71 | 0.26 | 2.20                | 1.69                 | 3.08       | 0.218                       |
| <b>R32 - R33</b> | 0.044                               | 135A-0300  | 0.80         | 0.63             | 0.44            | 0.97 | 0.46 | 1.38                | 0.79                 | 1.43       | 0.101                       |
| <b>R33 - R34</b> | 0.083                               | 135A-0375  | 0.20         | 0.75             | 0.91            | 1.13 | 0.75 | 0.94                | 0.46                 | 0.83       | 0.092                       |
| <b>R34 -R35</b>  | 0.156                               | 135A-0450  | 0.30         | 0.98             | 0.85            | 1.12 | 0.71 | 1.29                | 0.63                 | 1.15       | 0.183                       |
| <b>R35 - R36</b> | 0.194                               | 135A-0600  | 0.20         | 0.69             | 0.60            | 1.05 | 0.56 | 1.19                | 0.62                 | 1.14       | 0.321                       |
| <b>R36 - R37</b> | 0.209                               | 135A-0600  | 0.20         | 0.74             | 0.65            | 1.06 | 0.59 | 1.21                | 0.62                 | 1.14       | 0.321                       |
| <b>R37 -R38</b>  | 0.235                               | 135A-0600  | 0.20         | 0.83             | 0.73            | 1.09 | 0.64 | 1.24                | 0.62                 | 1.14       | 0.321                       |
| <b>R38 - R26</b> | 0.258                               | 135A-0600  | 0.20         | 0.91             | 0.80            | 1.11 | 0.68 | 1.26                | 0.62                 | 1.14       | 0.321                       |
| <b>R26 - R39</b> | 0.349                               | 135A-0650  | 0.20         | 1.05             | 0.88            | 1.13 | 0.73 | 1.35                | 0.66                 | 1.20       | 0.398                       |
| <b>R39 - R6</b>  | 0.453                               | 135A-0800  | 0.20         | 0.90             | 0.65            | 1.06 | 0.59 | 1.47                | 0.76                 | 1.38       | 0.692                       |

| Collecteur 07    |                                     |            |              |                  |                  |      |      |                     |                      |            |                             |
|------------------|-------------------------------------|------------|--------------|------------------|------------------|------|------|---------------------|----------------------|------------|-----------------------------|
| Tronçon          | Q<br>calculé<br>(m <sup>3</sup> /s) | Collecteur | Pente<br>(%) | V = Q/S<br>(m/s) | r Q =<br>(Q/Qps) | r V  | r H  | V calculée<br>(m/s) | V<br>Qps/10<br>(m/s) | V Ps (m/s) | Q Ps<br>(m <sup>3</sup> /s) |
| <b>R40 - R33</b> | 0.026                               | 135A-0300  | 0.20         | 0.37             | 0.52             | 1.01 | 0.51 | 0.72                | 0.39                 | 0.72       | 0.051                       |

| Collecteur 08    |                                     |            |              |                  |                  |      |      |                     |                      |            |                             |
|------------------|-------------------------------------|------------|--------------|------------------|------------------|------|------|---------------------|----------------------|------------|-----------------------------|
| Tronçon          | Q<br>calculé<br>(m <sup>3</sup> /s) | Collecteur | Pente<br>(%) | V = Q/S<br>(m/s) | r Q =<br>(Q/Qps) | r V  | r H  | V calculée<br>(m/s) | V<br>Qps/10<br>(m/s) | V Ps (m/s) | Q Ps<br>(m <sup>3</sup> /s) |
| <b>R41 - R42</b> | 0.040                               | 135A-0300  | 0.90         | 0.57             | 0.38             | 0.93 | 0.42 | 1.41                | 0.83                 | 1.52       | 0.107                       |
| <b>R42 - R34</b> | 0.078                               | 135A-0300  | 2.60         | 1.10             | 0.43             | 0.96 | 0.46 | 2.48                | 1.42                 | 2.58       | 0.182                       |

| Collecteur 09    |                                     |            |              |                  |                  |      |      |                     |                      |            |                             |
|------------------|-------------------------------------|------------|--------------|------------------|------------------|------|------|---------------------|----------------------|------------|-----------------------------|
| Tronçon          | Q<br>calculé<br>(m <sup>3</sup> /s) | Collecteur | Pente<br>(%) | V = Q/S<br>(m/s) | r Q =<br>(Q/Qps) | r V  | r H  | V calculée<br>(m/s) | V<br>Qps/10<br>(m/s) | V Ps (m/s) | Q Ps<br>(m <sup>3</sup> /s) |
| <b>R43 - R44</b> | 0.023                               | 135A-0300  | 1.34         | 0.32             | 0.17             | 0.75 | 0.28 | 1.39                | 1.02                 | 1.85       | 0.131                       |
| <b>R44 - R35</b> | 0.045                               | 135A-0300  | 0.90         | 0.64             | 0.42             | 0.96 | 0.45 | 1.45                | 0.84                 | 1.52       | 0.107                       |

| Collecteur 10    |                                     |            |              |                  |                  |      |      |                     |                      |            |                             |
|------------------|-------------------------------------|------------|--------------|------------------|------------------|------|------|---------------------|----------------------|------------|-----------------------------|
| Tronçon          | Q<br>calculé<br>(m <sup>3</sup> /s) | Collecteur | Pente<br>(%) | V = Q/S<br>(m/s) | r Q =<br>(Q/Qps) | r V  | r H  | V calculée<br>(m/s) | V<br>Qps/10<br>(m/s) | V Ps (m/s) | Q Ps<br>(m <sup>3</sup> /s) |
| <b>R45 - R38</b> | 0.019                               | 135A-0300  | 0.34         | 0.27             | 0.29             | 0.86 | 0.37 | 0.80                | 0.51                 | 0.93       | 0.066                       |

| Collecteur 11    |                                     |            |              |                  |                  |      |      |                     |                      |            |                             |
|------------------|-------------------------------------|------------|--------------|------------------|------------------|------|------|---------------------|----------------------|------------|-----------------------------|
| Tronçon          | Q<br>calculé<br>(m <sup>3</sup> /s) | Collecteur | Pente<br>(%) | V = Q/S<br>(m/s) | r Q =<br>(Q/Qps) | r V  | r H  | V calculée<br>(m/s) | V<br>Qps/10<br>(m/s) | V Ps (m/s) | Q Ps<br>(m <sup>3</sup> /s) |
| <b>R46 - R47</b> | 0.026                               | 135A-0300  | 1.95         | 0.36             | 0.16             | 0.73 | 0.27 | 1.64                | 1.23                 | 2.24       | 0.158                       |
| <b>R47 - R48</b> | 0.051                               | 135A-0300  | 1.30         | 0.73             | 0.40             | 0.94 | 0.44 | 1.72                | 1.00                 | 1.82       | 0.129                       |
| <b>R48 - R49</b> | 0.077                               | 135A-0400  | 0.50         | 0.61             | 0.44             | 0.97 | 0.47 | 1.33                | 0.75                 | 1.37       | 0.172                       |
| <b>R49 - R50</b> | 0.088                               | 135A-0300  | 0.80         | 1.24             | 0.87             | 1.13 | 0.72 | 1.61                | 0.79                 | 1.43       | 0.101                       |
| <b>R50 - R51</b> | 0.096                               | 135A-0375  | 0.50         | 0.87             | 0.66             | 1.07 | 0.59 | 1.40                | 0.72                 | 1.31       | 0.145                       |
| <b>R51 - R52</b> | 0.105                               | 135A-0600  | 0.20         | 0.37             | 0.33             | 0.89 | 0.39 | 1.02                | 0.62                 | 1.14       | 0.321                       |
| <b>R52 - R53</b> | 0.113                               | 135A-0450  | 0.20         | 0.71             | 0.76             | 1.10 | 0.65 | 1.03                | 0.52                 | 0.94       | 0.149                       |
| <b>R53 - R39</b> | 0.116                               | 135A-0450  | 0.30         | 0.73             | 0.64             | 1.06 | 0.58 | 1.22                | 0.63                 | 1.15       | 0.183                       |

| Collecteur 12    |                                     |            |              |                  |                  |      |      |                     |                      |            |                             |
|------------------|-------------------------------------|------------|--------------|------------------|------------------|------|------|---------------------|----------------------|------------|-----------------------------|
| Tronçon          | Q<br>calculé<br>(m <sup>3</sup> /s) | Collecteur | Pente<br>(%) | V = Q/S<br>(m/s) | r Q =<br>(Q/Qps) | r V  | r H  | V calculée<br>(m/s) | V<br>Qps/10<br>(m/s) | V Ps (m/s) | Q Ps<br>(m <sup>3</sup> /s) |
| <b>R54 - R55</b> | 0.017                               | 135A-0300  | 0.20         | 0.24             | 0.33             | 0.90 | 0.40 | 0.64                | 0.39                 | 0.72       | 0.051                       |
| <b>R55 - R56</b> | 0.033                               | 135A-0300  | 1.10         | 0.46             | 0.28             | 0.85 | 0.36 | 1.43                | 0.92                 | 1.68       | 0.119                       |
| <b>R56 - R57</b> | 0.045                               | 135A-0300  | 0.30         | 0.64             | 0.73             | 1.09 | 0.64 | 0.96                | 0.48                 | 0.88       | 0.062                       |
| <b>R57 - R58</b> | 0.057                               | 135A-0300  | 0.80         | 0.81             | 0.57             | 1.03 | 0.54 | 1.47                | 0.79                 | 1.43       | 0.101                       |
| <b>R58 - R59</b> | 0.069                               | 135A-0400  | 0.40         | 0.55             | 0.45             | 0.97 | 0.47 | 1.19                | 0.67                 | 1.23       | 0.154                       |
| <b>R59 - R60</b> | 0.080                               | 135A-0375  | 0.20         | 0.72             | 0.87             | 1.13 | 0.72 | 0.93                | 0.46                 | 0.83       | 0.092                       |
| <b>R60 - R61</b> | 0.087                               | 135A-0400  | 0.20         | 0.70             | 0.80             | 1.11 | 0.68 | 0.96                | 0.48                 | 0.87       | 0.109                       |
| <b>R61 - R7</b>  | 0.095                               | 135A-0400  | 0.20         | 0.76             | 0.87             | 1.13 | 0.73 | 0.98                | 0.48                 | 0.87       | 0.109                       |

| Collecteur 13    |                                     |            |              |                  |                  |      |      |                     |                      |            |                             |
|------------------|-------------------------------------|------------|--------------|------------------|------------------|------|------|---------------------|----------------------|------------|-----------------------------|
| Tronçon          | Q<br>calculé<br>(m <sup>3</sup> /s) | Collecteur | Pente<br>(%) | V = Q/S<br>(m/s) | r Q =<br>(Q/Qps) | r V  | r H  | V calculée<br>(m/s) | V<br>Qps/10<br>(m/s) | V Ps (m/s) | Q Ps<br>(m <sup>3</sup> /s) |
| <b>R62 - R63</b> | 0.023                               | 135A-0300  | 0.20         | 0.32             | 0.45             | 0.97 | 0.47 | 0.69                | 0.39                 | 0.72       | 0.051                       |
| <b>R63 - R64</b> | 0.043                               | 135A-0300  | 0.20         | 0.60             | 0.84             | 1.12 | 0.70 | 0.80                | 0.39                 | 0.72       | 0.051                       |

|                  |       |           |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
|------------------|-------|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| <b>R64 - R65</b> | 0.057 | 135A-0300 | 1.40 | 0.81 | 0.43 | 0.96 | 0.46 | 1.82 | 1.04 | 1.89 | 0.134 |
| <b>R65 - R66</b> | 0.069 | 135A-0375 | 0.20 | 0.63 | 0.75 | 1.10 | 0.65 | 0.91 | 0.46 | 0.83 | 0.092 |
| <b>R66 - R67</b> | 0.134 | 135A-0450 | 0.20 | 0.85 | 0.90 | 1.13 | 0.74 | 1.06 | 0.52 | 0.94 | 0.149 |
| <b>R67 - R68</b> | 0.214 | 135A-0600 | 0.20 | 0.76 | 0.67 | 1.07 | 0.60 | 1.21 | 0.62 | 1.14 | 0.321 |
| <b>R68 - R69</b> | 0.251 | 135A-0600 | 0.20 | 0.89 | 0.78 | 1.11 | 0.67 | 1.26 | 0.62 | 1.14 | 0.321 |
| <b>R69 - R70</b> | 0.356 | 135A-0650 | 0.20 | 1.07 | 0.89 | 1.13 | 0.74 | 1.35 | 0.66 | 1.20 | 0.398 |
| <b>R70 - R71</b> | 0.469 | 135A-0800 | 0.20 | 0.93 | 0.68 | 1.07 | 0.60 | 1.48 | 0.76 | 1.38 | 0.692 |
| <b>R71 - R19</b> | 0.469 | 135A-0800 | 0.20 | 0.93 | 0.68 | 1.07 | 0.60 | 1.48 | 0.76 | 1.38 | 0.692 |

## Collecteur 14

| <b>Tronçon</b>   | Q<br>calculé<br>(m <sup>3</sup> /s) | Collecteur | Pente<br>(%) | V = Q/S<br>(m/s) | r Q =<br>(Q/Qps) | r V  | r H  | V calculée<br>(m/s) | V<br>Qps/10<br>(m/s) | V Ps (m/s) | Q Ps<br>(m <sup>3</sup> /s) |
|------------------|-------------------------------------|------------|--------------|------------------|------------------|------|------|---------------------|----------------------|------------|-----------------------------|
| <b>R72 - R73</b> | 0.025                               | 135A-0300  | 0.82         | 0.36             | 0.25             | 0.83 | 0.34 | 1.20                | 0.80                 | 1.45       | 0.102                       |
| <b>R73 - R74</b> | 0.050                               | 135A-0300  | 0.40         | 0.70             | 0.69             | 1.08 | 0.61 | 1.09                | 0.56                 | 1.01       | 0.072                       |
| <b>R74 - R66</b> | 0.066                               | 135A-0375  | 0.20         | 0.60             | 0.72             | 1.09 | 0.63 | 0.90                | 0.46                 | 0.83       | 0.092                       |



| Collecteur 15    |                                     |            |              |                  |                  |      |      |                     |                      |            |                          |
|------------------|-------------------------------------|------------|--------------|------------------|------------------|------|------|---------------------|----------------------|------------|--------------------------|
| Tronçon          | Q<br>calculé<br>(m <sup>3</sup> /s) | Collecteur | Pente<br>(%) | V = Q/S<br>(m/s) | r Q =<br>(Q/Qps) | r V  | r H  | V calculée<br>(m/s) | V<br>Qps/10<br>(m/s) | V Ps (m/s) | Q Ps (m <sup>3</sup> /s) |
| <b>R75 - R76</b> | 0.021                               | 135A-0300  | 0.20         | 0.30             | 0.42             | 0.95 | 0.45 | 0.68                | 0.39                 | 0.72       | 0.051                    |
| <b>R76 - R77</b> | 0.042                               | 135A-0300  | 0.20         | 0.59             | 0.83             | 1.12 | 0.69 | 0.80                | 0.39                 | 0.72       | 0.051                    |
| <b>R77 - R78</b> | 0.057                               | 135A-0300  | 1.00         | 0.81             | 0.50             | 1.00 | 0.50 | 1.60                | 0.88                 | 1.60       | 0.113                    |
| <b>R78 - R67</b> | 0.079                               | 135A-0400  | 0.50         | 0.63             | 0.46             | 0.98 | 0.47 | 1.34                | 0.75                 | 1.37       | 0.172                    |

| Collecteur 16    |                                     |            |              |                  |                  |      |      |                     |                      |            |                             |
|------------------|-------------------------------------|------------|--------------|------------------|------------------|------|------|---------------------|----------------------|------------|-----------------------------|
| Tronçon          | Q<br>calculé<br>(m <sup>3</sup> /s) | Collecteur | Pente<br>(%) | V = Q/S<br>(m/s) | r Q =<br>(Q/Qps) | r V  | r H  | V calculée<br>(m/s) | V<br>Qps/10<br>(m/s) | V Ps (m/s) | Q Ps<br>(m <sup>3</sup> /s) |
| <b>R79 - R68</b> | 0.047                               | 135A-0400  | 0.20         | 0.38             | 0.44             | 0.97 | 0.46 | 0.84                | 0.48                 | 0.87       | 0.109                       |

| Collecteur 17    |                                     |            |              |                  |                  |      |      |                     |                      |            |                             |
|------------------|-------------------------------------|------------|--------------|------------------|------------------|------|------|---------------------|----------------------|------------|-----------------------------|
| Tronçon          | Q<br>calculé<br>(m <sup>3</sup> /s) | Collecteur | Pente<br>(%) | V = Q/S<br>(m/s) | r Q =<br>(Q/Qps) | r V  | r H  | V calculée<br>(m/s) | V<br>Qps/10<br>(m/s) | V Ps (m/s) | Q Ps<br>(m <sup>3</sup> /s) |
| <b>R80 - R81</b> | 0.060                               | 135A-0375  | 0.20         | 0.54             | 0.65             | 1.06 | 0.59 | 0.88                | 0.46                 | 0.83       | 0.092                       |
| <b>R81 - R82</b> | 0.111                               | 135A-0450  | 0.20         | 0.70             | 0.75             | 1.10 | 0.64 | 1.03                | 0.52                 | 0.94       | 0.149                       |
| <b>R82 - R69</b> | 0.119                               | 135A-0450  | 0.20         | 0.75             | 0.80             | 1.11 | 0.67 | 1.04                | 0.52                 | 0.94       | 0.149                       |

| Collecteur 18    |                                     |            |              |                  |                  |      |      |                     |                      |            |                             |
|------------------|-------------------------------------|------------|--------------|------------------|------------------|------|------|---------------------|----------------------|------------|-----------------------------|
| Tronçon          | Q<br>calculé<br>(m <sup>3</sup> /s) | Collecteur | Pente<br>(%) | V = Q/S<br>(m/s) | r Q =<br>(Q/Qps) | r V  | r H  | V calculée<br>(m/s) | V<br>Qps/10<br>(m/s) | V Ps (m/s) | Q Ps<br>(m <sup>3</sup> /s) |
| <b>R83 - R84</b> | 0.043                               | 135A-0300  | 0.31         | 0.61             | 0.68             | 1.07 | 0.61 | 0.95                | 0.49                 | 0.89       | 0.063                       |
| <b>R84 - R70</b> | 0.138                               | 135A-0450  | 0.20         | 0.87             | 0.93             | 1.13 | 0.76 | 1.06                | 0.52                 | 0.94       | 0.149                       |

| Collecteur 19    |                                     |            |              |                  |                  |      |      |                     |                      |            |                             |
|------------------|-------------------------------------|------------|--------------|------------------|------------------|------|------|---------------------|----------------------|------------|-----------------------------|
| Tronçon          | Q<br>calculé<br>(m <sup>3</sup> /s) | Collecteur | Pente<br>(%) | V = Q/S<br>(m/s) | r Q =<br>(Q/Qps) | r V  | r H  | V calculée<br>(m/s) | V<br>Qps/10<br>(m/s) | V Ps (m/s) | Q Ps<br>(m <sup>3</sup> /s) |
| <b>R85 - R86</b> | 0.024                               | 135A-0300  | 0.84         | 0.34             | 0.23             | 0.81 | 0.33 | 1.19                | 0.81                 | 1.46       | 0.104                       |
| <b>R86 - R87</b> | 0.047                               | 135A-0300  | 0.50         | 0.67             | 0.59             | 1.04 | 0.55 | 1.18                | 0.62                 | 1.13       | 0.080                       |
| <b>R87 - R84</b> | 0.068                               | 135A-0375  | 0.20         | 0.61             | 0.74             | 1.09 | 0.64 | 0.91                | 0.46                 | 0.83       | 0.092                       |

| Collecteur 20    |                                     |            |              |                  |                  |      |      |                     |                      |            |                             |
|------------------|-------------------------------------|------------|--------------|------------------|------------------|------|------|---------------------|----------------------|------------|-----------------------------|
| Tronçon          | Q<br>calculé<br>(m <sup>3</sup> /s) | Collecteur | Pente<br>(%) | V = Q/S<br>(m/s) | r Q =<br>(Q/Qps) | r V  | r H  | V calculée<br>(m/s) | V<br>Qps/10<br>(m/s) | V Ps (m/s) | Q Ps<br>(m <sup>3</sup> /s) |
| <b>R88 - R19</b> | 0.015                               | 135A-0300  | 0.20         | 0.21             | 0.30             | 0.87 | 0.38 | 0.62                | 0.39                 | 0.72       | 0.051                       |

| Collecteur 21    |                                     |            |              |                  |                  |      |      |                     |                      |            |                             |
|------------------|-------------------------------------|------------|--------------|------------------|------------------|------|------|---------------------|----------------------|------------|-----------------------------|
| Tronçon          | Q<br>calculé<br>(m <sup>3</sup> /s) | Collecteur | Pente<br>(%) | V = Q/S<br>(m/s) | r Q =<br>(Q/Qps) | r V  | r H  | V calculée<br>(m/s) | V<br>Qps/10<br>(m/s) | V Ps (m/s) | Q Ps<br>(m <sup>3</sup> /s) |
| <b>R89 - R90</b> | 0.044                               | 135A-0300  | 2.69         | 0.62             | 0.24             | 0.82 | 0.33 | 2.15                | 1.44                 | 2.62       | 0.185                       |
| <b>R90 - R91</b> | 0.086                               | 135A-0400  | 0.20         | 0.69             | 0.79             | 1.11 | 0.67 | 0.96                | 0.48                 | 0.87       | 0.109                       |
| <b>R91 - R18</b> | 0.115                               | 135A-0450  | 0.20         | 0.72             | 0.77             | 1.10 | 0.66 | 1.03                | 0.52                 | 0.94       | 0.149                       |

| Collecteur 22    |                                     |            |              |                  |                  |      |      |                     |                      |            |                             |
|------------------|-------------------------------------|------------|--------------|------------------|------------------|------|------|---------------------|----------------------|------------|-----------------------------|
| Tronçon          | Q<br>calculé<br>(m <sup>3</sup> /s) | Collecteur | Pente<br>(%) | V = Q/S<br>(m/s) | r Q =<br>(Q/Qps) | r V  | r H  | V calculée<br>(m/s) | V<br>Qps/10<br>(m/s) | V Ps (m/s) | Q Ps<br>(m <sup>3</sup> /s) |
| <b>R92 - R93</b> | 0.036                               | 135A-0300  | 0.36         | 0.50             | 0.53             | 1.01 | 0.51 | 0.97                | 0.53                 | 0.96       | 0.068                       |
| <b>R93 - R18</b> | 0.068                               | 135A-0375  | 0.20         | 0.62             | 0.74             | 1.09 | 0.64 | 0.91                | 0.46                 | 0.83       | 0.092                       |

| Collecteur 23    |                                     |            |              |                  |                  |      |      |                     |                      |            |                             |
|------------------|-------------------------------------|------------|--------------|------------------|------------------|------|------|---------------------|----------------------|------------|-----------------------------|
| Tronçon          | Q<br>calculé<br>(m <sup>3</sup> /s) | Collecteur | Pente<br>(%) | V = Q/S<br>(m/s) | r Q =<br>(Q/Qps) | r V  | r H  | V calculée<br>(m/s) | V<br>Qps/10<br>(m/s) | V Ps (m/s) | Q Ps<br>(m <sup>3</sup> /s) |
| <b>R94 - R95</b> | 0.038                               | 135A-0300  | 1.61         | 0.54             | 0.26             | 0.84 | 0.35 | 1.71                | 1.12                 | 2.03       | 0.144                       |
| <b>R95 - R96</b> | 0.075                               | 135A-0375  | 0.20         | 0.68             | 0.82             | 1.12 | 0.69 | 0.93                | 0.46                 | 0.83       | 0.092                       |
| <b>R96 - R97</b> | 0.096                               | 135A-0400  | 0.20         | 0.76             | 0.88             | 1.13 | 0.73 | 0.98                | 0.48                 | 0.87       | 0.109                       |
| <b>R97 - R17</b> | 0.114                               | 135A-0450  | 0.20         | 0.71             | 0.76             | 1.10 | 0.65 | 1.03                | 0.52                 | 0.94       | 0.149                       |

| Collecteur 24    |                                     |            |              |                  |                  |      |      |                     |                      |            |                             |
|------------------|-------------------------------------|------------|--------------|------------------|------------------|------|------|---------------------|----------------------|------------|-----------------------------|
| Tronçon          | Q<br>calculé<br>(m <sup>3</sup> /s) | Collecteur | Pente<br>(%) | V = Q/S<br>(m/s) | r Q =<br>(Q/Qps) | r V  | r H  | V calculée<br>(m/s) | V<br>Qps/10<br>(m/s) | V Ps (m/s) | Q Ps<br>(m <sup>3</sup> /s) |
| <b>R98 - R17</b> | 0.093                               | 135A-0375  | 0.77         | 0.84             | 0.52             | 1.01 | 0.51 | 1.64                | 0.90                 | 1.63       | 0.180                       |

| Collecteur 25     |                                     |            |              |                  |                  |      |      |                     |                      |            |                             |
|-------------------|-------------------------------------|------------|--------------|------------------|------------------|------|------|---------------------|----------------------|------------|-----------------------------|
| Tronçon           | Q<br>calculé<br>(m <sup>3</sup> /s) | Collecteur | Pente<br>(%) | V = Q/S<br>(m/s) | r Q =<br>(Q/Qps) | r V  | r H  | V calculée<br>(m/s) | V<br>Qps/10<br>(m/s) | V Ps (m/s) | Q Ps<br>(m <sup>3</sup> /s) |
| <b>R99 - R100</b> | 0.022                               | 135A-0300  | 0.20         | 0.32             | 0.44             | 0.97 | 0.47 | 0.69                | 0.39                 | 0.72       | 0.051                       |
| <b>R100 - R16</b> | 0.043                               | 135A-0300  | 1.80         | 0.60             | 0.28             | 0.86 | 0.36 | 1.84                | 1.18                 | 2.15       | 0.152                       |

| Collecteur 26      |                                     |            |              |                  |                  |      |      |                     |                      |            |                             |
|--------------------|-------------------------------------|------------|--------------|------------------|------------------|------|------|---------------------|----------------------|------------|-----------------------------|
| Tronçon            | Q<br>calculé<br>(m <sup>3</sup> /s) | Collecteur | Pente<br>(%) | V = Q/S<br>(m/s) | r Q =<br>(Q/Qps) | r V  | r H  | V calculée<br>(m/s) | V<br>Qps/10<br>(m/s) | V Ps (m/s) | Q Ps<br>(m <sup>3</sup> /s) |
| <b>R101 - R102</b> | 0.032                               | 135A-0300  | 0.47         | 0.45             | 0.41             | 0.95 | 0.45 | 1.05                | 0.60                 | 1.10       | 0.078                       |
| <b>R102 - R9</b>   | 0.062                               | 135A-0375  | 0.20         | 0.56             | 0.67             | 1.07 | 0.60 | 0.89                | 0.46                 | 0.83       | 0.092                       |

| Collecteur 27      |                                     |            |              |                  |                  |      |      |                     |                      |            |                             |
|--------------------|-------------------------------------|------------|--------------|------------------|------------------|------|------|---------------------|----------------------|------------|-----------------------------|
| Tronçon            | Q<br>calculé<br>(m <sup>3</sup> /s) | Collecteur | Pente<br>(%) | V = Q/S<br>(m/s) | r Q =<br>(Q/Qps) | r V  | r H  | V calculée<br>(m/s) | V<br>Qps/10<br>(m/s) | V Ps (m/s) | Q Ps<br>(m <sup>3</sup> /s) |
| <b>R103-R104</b>   | 0.064                               | 135A-0300  | 0.51         | 0.90             | 0.79             | 1.11 | 0.67 | 1.27                | 0.63                 | 1.15       | 0.081                       |
| <b>R104 - R105</b> | 0.122                               | 135A-0450  | 0.20         | 0.77             | 0.82             | 1.12 | 0.69 | 1.05                | 0.52                 | 0.94       | 0.149                       |
| <b>R105 - R10</b>  | 0.148                               | 135A-0450  | 0.30         | 0.93             | 0.81             | 1.11 | 0.68 | 1.28                | 0.63                 | 1.15       | 0.183                       |

| Collecteur 28      |                                     |            |              |                  |                  |      |      |                     |                      |            |                             |
|--------------------|-------------------------------------|------------|--------------|------------------|------------------|------|------|---------------------|----------------------|------------|-----------------------------|
| Tronçon            | Q<br>calculé<br>(m <sup>3</sup> /s) | Collecteur | Pente<br>(%) | V = Q/S<br>(m/s) | r Q =<br>(Q/Qps) | r V  | r H  | V calculée<br>(m/s) | V<br>Qps/10<br>(m/s) | V Ps (m/s) | Q Ps<br>(m <sup>3</sup> /s) |
| <b>R106 - R107</b> | 0.012                               | 135A-0300  | 0.80         | 0.17             | 0.12             | 0.67 | 0.23 | 0.96                | 0.79                 | 1.43       | 0.101                       |
| <b>R107 - R108</b> | 0.096                               | 135A-0400  | 0.20         | 0.77             | 0.88             | 1.13 | 0.73 | 0.98                | 0.48                 | 0.87       | 0.109                       |
| <b>R108 - R109</b> | 0.132                               | 135A-0600  | 0.20         | 0.47             | 0.41             | 0.95 | 0.45 | 1.08                | 0.62                 | 1.14       | 0.321                       |
| <b>R109 - R12</b>  | 0.259                               | 135A-0600  | 1.09         | 0.92             | 0.35             | 0.91 | 0.41 | 2.41                | 1.46                 | 2.65       | 0.749                       |

| Collecteur 29      |                                     |            |              |                  |                  |      |      |                     |                      |            |                             |
|--------------------|-------------------------------------|------------|--------------|------------------|------------------|------|------|---------------------|----------------------|------------|-----------------------------|
| Tronçon            | Q<br>calculé<br>(m <sup>3</sup> /s) | Collecteur | Pente<br>(%) | V = Q/S<br>(m/s) | r Q =<br>(Q/Qps) | r V  | r H  | V calculée<br>(m/s) | V<br>Qps/10<br>(m/s) | V Ps (m/s) | Q Ps<br>(m <sup>3</sup> /s) |
| <b>R110 - R111</b> | 0.021                               | 135A-0300  | 1.92         | 0.30             | 0.14             | 0.70 | 0.25 | 1.55                | 1.22                 | 2.22       | 0.157                       |
| <b>R111 - R107</b> | 0.041                               | 135A-0300  | 1.20         | 0.59             | 0.33             | 0.90 | 0.40 | 1.58                | 0.96                 | 1.75       | 0.124                       |

## Collecteur 30

| Tronçon            | Q<br>calculé<br>(m <sup>3</sup> /s) | Collecteur | Pente<br>(%) | V = Q/S<br>(m/s) | r Q =<br>(Q/Qps) | r V  | r H  | V calculée<br>(m/s) | V<br>Qps/10<br>(m/s) | V Ps (m/s) | Q Ps<br>(m <sup>3</sup> /s) |
|--------------------|-------------------------------------|------------|--------------|------------------|------------------|------|------|---------------------|----------------------|------------|-----------------------------|
| <b>R112 - R113</b> | 0.016                               | 135A-0300  | 0.20         | 0.23             | 0.32             | 0.89 | 0.39 | 0.63                | 0.39                 | 0.72       | 0.051                       |
| <b>R113 - R107</b> | 0.036                               | 135A-0300  | 0.20         | 0.51             | 0.71             | 1.08 | 0.62 | 0.78                | 0.39                 | 0.72       | 0.051                       |

## Collecteur 31

| Tronçon            | Q<br>calculé<br>(m <sup>3</sup> /s) | Collecteur | Pente<br>(%) | V = Q/S<br>(m/s) | r Q =<br>(Q/Qps) | r V  | r H  | V calculée<br>(m/s) | V<br>Qps/10<br>(m/s) | V Ps (m/s) | Q Ps<br>(m <sup>3</sup> /s) |
|--------------------|-------------------------------------|------------|--------------|------------------|------------------|------|------|---------------------|----------------------|------------|-----------------------------|
| <b>R114 - R115</b> | 0.016                               | 135A-0300  | 0.50         | 0.23             | 0.20             | 0.78 | 0.30 | 0.88                | 0.62                 | 1.13       | 0.080                       |
| <b>R115 - R108</b> | 0.032                               | 135A-0300  | 0.20         | 0.45             | 0.63             | 1.06 | 0.58 | 0.76                | 0.39                 | 0.72       | 0.051                       |

## Collecteur 32

| Tronçon            | Q<br>calculé<br>(m <sup>3</sup> /s) | Collecteur | Pente<br>(%) | V = Q/S<br>(m/s) | r Q =<br>(Q/Qps) | r V  | r H  | V calculée<br>(m/s) | V<br>Qps/10<br>(m/s) | V Ps (m/s) | Q Ps<br>(m <sup>3</sup> /s) |
|--------------------|-------------------------------------|------------|--------------|------------------|------------------|------|------|---------------------|----------------------|------------|-----------------------------|
| <b>R116 - R109</b> | 0.049                               | 135A-0300  | 1.08         | 0.69             | 0.42             | 0.95 | 0.45 | 1.59                | 0.92                 | 1.66       | 0.118                       |



| Collecteur 33      |                                     |            |              |                  |                  |      |      |                     |                      |            |                             |
|--------------------|-------------------------------------|------------|--------------|------------------|------------------|------|------|---------------------|----------------------|------------|-----------------------------|
| Tronçon            | Q<br>calculé<br>(m <sup>3</sup> /s) | Collecteur | Pente<br>(%) | V = Q/S<br>(m/s) | r Q =<br>(Q/Qps) | r V  | r H  | V calculée<br>(m/s) | V<br>Qps/10<br>(m/s) | V Ps (m/s) | Q Ps<br>(m <sup>3</sup> /s) |
| <b>R117 - R118</b> | 0.043                               | 135A-0300  | 1.15         | 0.60             | 0.35             | 0.91 | 0.41 | 1.56                | 0.94                 | 1.71       | 0.121                       |
| <b>R118 - R109</b> | 0.083                               | 135A-0375  | 0.40         | 0.75             | 0.64             | 1.06 | 0.58 | 1.24                | 0.65                 | 1.17       | 0.130                       |

| Collecteur 34    |                                     |            |              |                  |                  |      |      |                     |                      |            |                             |
|------------------|-------------------------------------|------------|--------------|------------------|------------------|------|------|---------------------|----------------------|------------|-----------------------------|
| Tronçon          | Q<br>calculé<br>(m <sup>3</sup> /s) | Collecteur | Pente<br>(%) | V = Q/S<br>(m/s) | r Q =<br>(Q/Qps) | r V  | r H  | V calculée<br>(m/s) | V<br>Qps/10<br>(m/s) | V Ps (m/s) | Q Ps<br>(m <sup>3</sup> /s) |
| <b>R119-R120</b> | 0.022                               | 135A-0300  | 0.20         | 0.30             | 0.43             | 0.96 | 0.46 | 0.69                | 0.39                 | 0.72       | 0.051                       |
| <b>R120 -R12</b> | 0.041                               | 135A-0300  | 0.20         | 0.59             | 0.82             | 1.12 | 0.69 | 0.80                | 0.39                 | 0.72       | 0.051                       |

## Collecteur 35

| Tronçon            | Q<br>calculé<br>(m <sup>3</sup> /s) | Collecteur | Pente<br>(%) | V = Q/S<br>(m/s) | r Q =<br>(Q/Qps) | r V  | r H  | V calculée<br>(m/s) | V<br>Qps/10<br>(m/s) | V Ps (m/s) | Q Ps<br>(m <sup>3</sup> /s) |
|--------------------|-------------------------------------|------------|--------------|------------------|------------------|------|------|---------------------|----------------------|------------|-----------------------------|
| <b>R121 - R122</b> | 0.025                               | 135A-0300  | 0.38         | 0.36             | 0.36             | 0.92 | 0.42 | 0.91                | 0.54                 | 0.99       | 0.070                       |
| <b>R122 - R11</b>  | 0.048                               | 135A-0400  | 0.20         | 0.38             | 0.44             | 0.97 | 0.47 | 0.84                | 0.48                 | 0.87       | 0.109                       |

## Collecteur 36

| Tronçon            | Q<br>calculé<br>(m <sup>3</sup> /s) | Collecteur | Pente<br>(%) | V = Q/S<br>(m/s) | r Q =<br>(Q/Qps) | r V  | r H  | V calculée<br>(m/s) | V<br>Qps/10<br>(m/s) | V Ps (m/s) | Q Ps<br>(m <sup>3</sup> /s) |
|--------------------|-------------------------------------|------------|--------------|------------------|------------------|------|------|---------------------|----------------------|------------|-----------------------------|
| <b>R123 - R124</b> | 0.027                               | 135A-0300  | 0.20         | 0.38             | 0.53             | 1.01 | 0.52 | 0.73                | 0.39                 | 0.72       | 0.051                       |
| <b>R124 - R9</b>   | 0.051                               | 135A-0375  | 0.20         | 0.47             | 0.56             | 1.03 | 0.54 | 0.85                | 0.46                 | 0.83       | 0.092                       |

## Collecteur 37

| Tronçon            | Q<br>calculé<br>(m <sup>3</sup> /s) | Collecteur | Pente<br>(%) | V = Q/S<br>(m/s) | r Q =<br>(Q/Qps) | r V  | r H  | V calculée<br>(m/s) | V<br>Qps/10<br>(m/s) | V Ps (m/s) | Q Ps<br>(m <sup>3</sup> /s) |
|--------------------|-------------------------------------|------------|--------------|------------------|------------------|------|------|---------------------|----------------------|------------|-----------------------------|
| <b>R125 - R126</b> | 0.011                               | 135A-0300  | 0.20         | 0.16             | 0.22             | 0.80 | 0.32 | 0.57                | 0.39                 | 0.72       | 0.051                       |
| <b>R126 - R8</b>   | 0.022                               | 135A-0300  | 0.20         | 0.31             | 0.44             | 0.97 | 0.46 | 0.69                | 0.39                 | 0.72       | 0.051                       |

## Collecteur 38

| Tronçon          | Q<br>calculé<br>(m <sup>3</sup> /s) | Collecteur | Pente<br>(%) | V = Q/S<br>(m/s) | r Q =<br>(Q/Qps) | r V  | r H  | V calculée<br>(m/s) | V<br>Qps/10<br>(m/s) | V Ps (m/s) | Q Ps<br>(m <sup>3</sup> /s) |
|------------------|-------------------------------------|------------|--------------|------------------|------------------|------|------|---------------------|----------------------|------------|-----------------------------|
| <b>R127 - R6</b> | 0.020                               | 135A-0300  | 1.94         | 0.28             | 0.13             | 0.68 | 0.24 | 1.52                | 1.23                 | 2.23       | 0.158                       |

### IV.5 Assemblage des bassins versant

| Nom                                     | A<br>(ha) | C<br>(%) | I (%) | L (m) | Q<br>apport<br>(m <sup>3</sup> /s) | Tc<br>(min) | Q<br>(m <sup>3</sup> /s) |
|---|-----------|----------|-------|-------|------------------------------------|-------------|--------------------------|
| <b>bv1</b>                              | 0.05      | 60       | 9.38  | 15.4  | 0.000                              | 5.0         | 0.012                    |
| <b>S1=(bv1+bv1)</b>                     | 0.10      | 60       | 7.51  | 51.6  | 0.001                              | 5.1         | 0.024                    |
| <b>S2=(S1+bv2)</b>                      | 0.16      | 60       | 6.10  | 92.0  | 0.002                              | 5.3         | 0.038                    |
| <b>S3=(S2+bv3)</b>                      | 0.25      | 60       | 1.00  | 136.4 | 0.002                              | 6.2         | 0.051                    |
| <b>S4=(S3+bv4)</b>                      | 0.31      | 60       | 0.87  | 170.8 | 0.003                              | 6.6         | 0.063                    |
| <b>S37=((P36=(S4//S35//bv123))+bv5)</b> | 3.14      | 59       | 0.47  | 432.8 | 0.032                              | 9.1         | 0.523                    |
| <b>S46=((P45=(S37//S44))+bv6)</b>       | 3.69      | 59       | 0.46  | 460.9 | 0.043                              | 9.5         | 0.610                    |
| <b>S49=((P48=(S46//S47))+bv7)</b>       | 3.83      | 59       | 0.50  | 485.3 | 0.048                              | 9.8         | 0.628                    |
| <b>S53=((P52=(S49//S50//S51))+bv8)</b>  | 4.39      | 59       | 0.51  | 508.4 | 0.055                              | 10.1        | 0.710                    |
| <b>S57=((P56=(S53//S55))+bv9)</b>       | 5.16      | 59       | 0.45  | 550.2 | 0.062                              | 10.5        | 0.813                    |
| <b>S60=((P59=(S57//S58))+bv10)</b>      | 5.40      | 59       | 0.47  | 556.8 | 0.070                              | 10.6        | 0.854                    |
| <b>S73=((P72=(S60//S70//S71))+bv10)</b> | 6.99      | 60       | 0.46  | 602.4 | 0.084                              | 11.0        | 1.081                    |
| <b>S74=(S73+bv11)</b>                   | 7.11      | 60       | 0.48  | 633.9 | 0.091                              | 11.3        | 1.090                    |
| <b>S117=((P116=(S74//S115))+bv12)</b>   | 12.56     | 60       | 0.60  | 670.5 | 0.143                              | 11.6        | 1.884                    |
| <b>S118=(S117+bv12)</b>                 | 12.68     | 60       | 0.63  | 703.4 | 0.154                              | 11.6        | 1.908                    |

**Remarque:** la suite d'assemblage des bassins versant est indexée dans l'annexe (3)

### IV.6. Dimensionnement de la station de refoulement

#### IV.6.1 Caractéristiques du refoulement

Le linéaire de refoulement est d'environ 760 (m) entre le point de rejet **STP** et le regard R15.

Le diamètre de la conduite de refoulement a été calculé par la formule suivante :

$$Q = V \cdot S \dots\dots\dots\text{IV3}$$

$$S = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \dots\dots\dots\text{IV4}$$

$$V = \frac{4Q}{\pi \cdot D^2} \dots\dots\dots\text{IV5}$$

Avec:

Q : le débit en (m<sup>3</sup>/s)

V : la vitesse en (m/s)

S : la surface en (m<sup>2</sup>)

D : le diamètre de la conduite en (m)

Pour le choix du diamètre économique, il faut donc tout d'abord estimer la vitesse d'écoulement selon la disponibilité de la tuyauterie au marché. Comme valeur indicative pour la vitesse d'écoulement (Béton):

- V = 0.6 - 2.00 m/s pour le refoulement.

Pour un diamètre de D = 1200 mm

On trouve une vitesse de:

$$V = \frac{4 \times 1.908}{3.14(1.2)^2} = 1.68 \text{ m/s}$$

- **Hauteur manométrique totale :**

La hauteur manométrique totale sera calculée de la manière suivante :

$$H_{mt} = H_g + \sum \Delta h \dots\dots\dots\text{IV6}$$

H<sub>g</sub> : Différence de niveau entre le plan d'aspiration et le plan de refoulement (m) ;

Côte point bas = côte arrive réseaux - 1.00 m (pour ne pas dénoyer les pompes) = 4.00 - 1.00 = 3.00 m.

Côte point haut = côte TN point haut - 1.00 m (profondeur du réseau de refoulement) = 4.39 - 1.00 = 3.39 m.

Donc Hauteur géométrique H<sub>g</sub> = (3.35 - 3.00) + 4.85 = 5.2 m

$\sum \Delta h$  : Somme des pertes de charge

Pertes de charges: Les pertes de charges sont la somme des pertes de charge linéaires et les pertes de charge singulières.

Les pertes de charge linéaire sont été évaluées à partir de la formule suivante :

$$\Delta h_p^{lin} = \frac{8 \cdot \lambda \cdot L \cdot Q^2}{\pi^2 \cdot g \cdot D^5} \dots\dots\dots\text{IV7}$$

(Formule de Darcy-Weisbach)

$g$  : Accélération de la pesanteur ( $m/s^2$ ) ;

$Q$  : Débit à refouler ( $m^3/s$ ) ;

$L$  : longueur géométrique de la conduite (m) ;

$\lambda$  : Coefficient de frottement qui est en fonction de la rugosité de la paroi interne de la conduite et du régime d'écoulement.

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \cdot \text{Log} \left( \frac{\varepsilon}{3,7 \cdot D} + \frac{2,51}{R_e \cdot \sqrt{\lambda}} \right) \dots\dots\dots \text{IV8}$$

(Formule Colebrook)

- Nombre de Reynolds  $R_e$  :

$$R_e = \frac{V \cdot D}{\nu} \dots\dots\dots \text{IV9}$$

$V$  : la vitesse d'écoulement dans la conduite (m/s) ;

$D$  : le diamètre de la conduite (m) ;

$\nu$  : la viscosité cinématique de l'eau  $10^{-6}$  ( $m^2/s$ ).

$\varepsilon$  : la Rugosité absolue de la conduite 0.002 m ;

$$R_e = \frac{1,68 * 1,2}{10^{-6}} = 2016000$$

$$\lambda = 0,0224$$

$$\Delta h_p^{lin} = 2,05 \text{ m}$$

Dans le cas des adductions, les pertes de charge singulières sont estimées à **15%** des pertes de charge linéaires.

$$\sum \Delta h = 1,15 \Delta h_p^{lin} \dots\dots\dots \text{IV10}$$

$$\sum \Delta h = 1,15 * 2,05 = 2,36 \text{ m}$$

Donc :

$$H_{mt} = H_g + \sum \Delta h \dots\dots\dots \text{IV11}$$

$$H_{mt} = 5,2 + 2,36 = 7,56 \text{ m}$$

**- Tableau IV.4. :** Caractéristiques hydrauliques de la conduite de refoulement

| Q<br>(l/s) | Ø<br>(mm) | V<br>(m/s) | L<br>(m) | J0<br>(m/m) | ΔHT<br>(m) | HMT<br>(m) |
|------------|-----------|------------|----------|-------------|------------|------------|
| 1908       | 1200      | 1.68       | 760.00   | 0.0027      | 2.36       | 7.56       |

#### IV.7. Discussion

A travers les tableaux cités ci-dessus, nous avons constaté que le projet est composé des éléments suivants :

- Un collecteur principal ou la conduite est de type béton armé 135A avec un diamètre qui commence par 300 mm et se termine par un diamètre de 1200 mm à l'exutoire, selon le débit de chaque tronçon ;
- Des collecteurs secondaires varient entre 150mm à 800mm ;

Toutes les conditions sont presque vérifiées malgré la contrainte majeure de la topographie de Rabta ouest.

- Une station de relevage d'un débit de 1878 l/s écoulé à travers un diamètre de 1200mm vers la station d'épuration.

#### Conclusion

Le calcul hydraulique de ce réseau d'assainissement en utilisant le logiciel de Covadis, nous a offert la possibilité de déterminer les diamètres, les conditions d'écoulement, la possibilité d'expertiser tout le calcul tout en modifiant les données nécessaires et bien sûr en jouant sur le facteur de temps qui reste un élément essentiel dans l'élaboration des projets pareils.

**Bibliographie**

PFE, AMIROUCHE, & HAMOU, A. (2017). *DIMENSIONNEMENT DES COLLECTEURS DE LA STATION D'EPURATION DE LA VILLE D'AKBOU*. Wilaya Bejaia. Bejaia.



Tout projet d'assainissement doit être fait qu'après une collecte des données hydrologiques réelles et un levé topographique précis qui nous permettra d'évaluer le débit du collecteur avec exactitude.

A travers le présent travail, nous avons pu vérifié toutes les étapes de calcul, relatif au dimensionnement d'un réseau d'assainissement, quant à l'évaluation des débits d'eau pluviale dont nous avons revoir les coefficients de ruissellement, le levé topographique et les données météorologiques ...etc. Le débit d'eau pluviale qui pose un sérieux problème surtout en hiver connaissant la contrainte de la pente qui reste toujours faible pour assurer un écoulement gravitaire.

Selon la synthèse des variantes, le système qui peut répondre aux exigences de la région de Rabta ouest, c'est celui du système unitaire. Le dimensionnement à l'aide de Covadis nous a donné un débit de  $1.858 \text{ m}^3/\text{s}$  qui correspond un diamètre 1200 mm pour le collecteur principal. Ce dernier demande parfois d'excaver jusqu'à 4m de profondeur.. Des collecteurs secondaires de diamètres qui varient entre 150-800mm. L'acheminement des eaux se fait vers la station de relevage afin de les connectées avec la station d'épuration existante.

Enfin, pour donner le choix au maitre de l'ouvrage, nous préconisons les recommandations suivantes :

- Si en adoptant la présente étude, il faut veiller sur l'entretien curative et la maintenance préventive du tout le réseau et ses éléments constitutants à savoir : regards de jonction ou de visite, les avaloires et les conduites....etc.
- Si nous voulons réduire la section de la conduite (le diamètre), il est préférable de prendre 50% de débit des eaux pluviales lors de l'étude et proposer un moyen d'évacuation comme canaux a ciel ouverts pour acheminer le reste des eaux pluviales vers le milieu récepteur.

Ce projet nous a offert la possibilité d'appliquer nos connaissances requises durant notre cursus ainsi que de critiquer toute donnée avant de l'exploiter sur terrain.

## *Références bibliographique*

---

## *Références Bibliographiques*

- Azzaz, R. F.** (2007). Conception et Gestion des Réseaux d'Assainissement de la ville de ThnietElhad . W.Tissemsilt: ENSH Blida(Mémoire de fin d'étude d'assainissement).
- Selmi, B, & Satin, M.** (1999). Guide technique de l'assainissement (éd. 3e). Paris: le moniteur.
- BAKHTI Z.** (2008). Diagnostic et extention du réseau d'assainissement de la ville de Djouaher. ENSH Blida.
- Baumont, S., Camard, J. P., Lefranc, A., & Franconie, A.** (2004). Réutilisation des eaux usées risques sanitaires et faisabilité en ILE-de -France. ORS.
- Bruno, KERLOC'H; Maelstaf, Damien;** (1977). Le dimensionnement des reseaux d'assinisement des agglomerations.
- C.E.R.I.B; F.I.B; C.I.M beton;** (2004). Assinissement collectif conception et réalisation Tome 1.
- C.I.E.H;** (1984). Conception générale des systeme d'assinissement urbain dans le contexteafricain.
- CLAUDON, J.-G.** (1985). Les réseau d'assinissement (éd. 2e). Paris.
- Gomella, C., & Guerrée, H.** (1986). Guide technique de l'assainissement dans les agglomérations urbains et rurales. Paris.
- KAOUDJ.R et MESSALI.Z.** (2003). Conception et dimensionnement d'un réseau d'assainissement séparatif et d'une station d'épuration D'IRA YAHEN»Université de BEJAIA,. D'ira yahen, ALGERIE: Universite de Bajaia.
- Mezerai, m. e.** (2014/2015, juin 14). propostion et dimenionnement d'un reseau d'assinissement pour quartier 125 logements - remchi. memoire de fin d'etude master . telmcen , hydraulique, algerie.
- Mimeche Leila.** (2010). Etude de faisabilité de l'installatode station d'épuration de rejets urbains . universte de Biskra, hydraulique. Biskra: universite.
- Mekideche, M., & Boukhedenna, M.** (2018). Etude de Dimensionnement des Réseaux d'Assainissement Séparatif d'eau usée et pluviale de pole uniersitaire El ouana. jijel: universite de Bejaia.
- PDAU Jijel.** (2016). Jijel.
- PFE, DOUKHANE, & BENSAISSA.** (2015). Etude du Reseau D'assainissement de village EL DBIL W. de M'sila. M'sila: U.Bejaia.

**PFE, AMIROUCHE, & HAMOU, A.** (2017). DIMENSIONNEMENT DES COLLECTEURS DE LA STATION D'EPURATION DE LA VILLE D'AKBOU. Wilaya Bejaia. Bejaia.

**RESJECK, F.** (2002). analyse des eaux, aspects réglementaires et techniques . 166-198.

**Resjeck, F.** (2002). Analyse des eaux, aspect réglementaires et techniques. Paris: Scerene.

**Rodier, J., Legube B., Merlet N., et Brunet R.** (2009). l'analyse de l'eau : eau naturelles, eaux résiduaire, eaux de mer. 1383.

## *Annexes*

---

Annexe (1) :

| Collecteur      | Reg.Amont | Reg.Aval | Distance  | Q spe     | Q propre | Q transit | Q cumul |
|-----------------|-----------|----------|-----------|-----------|----------|-----------|---------|
| <b>COLL B01</b> | R20       | R19      | 37,00     | 0,0031338 | 0,116    | 0,188     | 0,3040  |
|                 | R19       | R18      | 38,70     | 0,0031338 | 0,121    | 0,790     | 0,9110  |
|                 | R18       | R17      | 42,00     | 0,0031338 | 0,132    | 1,381     | 1,5127  |
|                 | R17       | R16      | 30,00     | 0,0031338 | 0,094    | 3,887     | 3,9812  |
|                 | R16       | R15      | 30,00     | 0,0031338 | 0,094    | 3,981     | 4,0752  |
|                 | R15       | R14      | 30,00     | 0,0031338 | 0,094    | 4,075     | 4,1692  |
| Collecteur      | Reg.Amont | Reg.Aval | Distance  | Q spe     | Q propre | Q transit | Q cumul |
| <b>COL 02</b>   | R41       | R42      | 39,25     | 0,0031338 | 0,123    | 0,141     | 0,2640  |
|                 | R42       | R43      | 27,35     | 0,0031338 | 0,086    | 0,358     | 0,4437  |
|                 | R43       | R44      | 25,00     | 0,0031338 | 0,078    | 0,444     | 0,5221  |
|                 | R44       | R31      | 25,00     | 0,0031338 | 0,078    | 0,522     | 0,6004  |
| Collecteur      | Reg.Amont | Reg.Aval | Distance  | Q spe     | Q propre | Q transit | Q cumul |
| <b>COL 03</b>   | R40       | R41      | 20,00     | 0,0031338 | 0,063    | 0,000     | 0,0627  |
| Collecteur      | Reg.Amont | Reg.Aval | Distance  | Q spe     | Q propre | Q transit | Q cumul |
| <b>COL 04</b>   | R39       | R41      | 25,00     | 0,0031338 | 0,078    | 0,000     | 0,0783  |
| Collecteur      | Reg.Amont | Reg.Aval | Distance  | Q spe     | Q propre | Q transit | Q cumul |
| <b>COL 05</b>   | R45       | R42      | 30,00     | 0,0031338 | 0,094    | 0,000     | 0,0940  |
| Collecteur      | Reg.Amont | Reg.Aval | Distance  | Q spe     | Q propre | Q transit | Q cumul |
| <b>COL 06</b>   | R22       | R23      | 35,00     | 0,0031338 | 0,110    | 0,000     | 0,1097  |
|                 | R23       | R24      | 30,00     | 0,0031338 | 0,094    | 0,110     | 0,2037  |
|                 | R24       | R25      | 13,60     | 0,0031338 | 0,043    | 0,204     | 0,2463  |
|                 | R25       | R26      | 22,20     | 0,0031338 | 0,070    | 0,340     | 0,4091  |
|                 | R26       | R27      | 39,30     | 0,0031338 | 0,123    | 0,628     | 0,7516  |
|                 | R27       | R28      | 18,70     | 0,0031338 | 0,059    | 0,971     | 1,0296  |
|                 | R28       | R29      | 35,00     | 0,0031338 | 0,110    | 1,030     | 1,1393  |
|                 | R29       | R30      | 35,00     | 0,0031338 | 0,110    | 1,139     | 1,2490  |
|                 | R30       | R31      | 40,30     | 0,0031338 | 0,126    | 1,359     | 1,4850  |
|                 | R31       | R32      | 18,35     | 0,0031338 | 0,058    | 2,085     | 2,1429  |
| R32             | R06       | 21,45    | 0,0031338 | 0,067     | 2,822    | 2,8889    |         |
| Collecteur      | Reg.Amont | Reg.Aval | Distance  | Q spe     | Q propre | Q transit | Q cumul |
| <b>COL 07</b>   | R33       | R25      | 29,75     | 0,0031338 | 0,093    | 0,000     | 0,0932  |
| Collecteur      | Reg.Amont | Reg.Aval | Distance  | Q spe     | Q propre | Q transit | Q cumul |
| <b>COL 08</b>   | R34       | R35      | 35,00     | 0,0031338 | 0,110    | 0,000     | 0,1097  |
|                 | R35       | R26      | 35,00     | 0,0031338 | 0,110    | 0,110     | 0,2194  |
| Collecteur      | Reg.Amont | Reg.Aval | Distance  | Q spe     | Q propre | Q transit | Q cumul |
| <b>COL 09</b>   | R36       | R37      | 35,00     | 0,0031338 | 0,110    | 0,000     | 0,1097  |
|                 | R37       | R27      | 35,00     | 0,0031338 | 0,110    | 0,110     | 0,2194  |
| Collecteur      | Reg.Amont | Reg.Aval | Distance  | Q spe     | Q propre | Q transit | Q cumul |
| <b>COL 10</b>   | R38       | R30      | 35,00     | 0,0031338 | 0,110    | 0,000     | 0,1097  |
| Collecteur      | Reg.Amont | Reg.Aval | Distance  | Q spe     | Q propre | Q transit | Q cumul |

|                   |                  |                 |                 |              |                 |                  |                |
|-------------------|------------------|-----------------|-----------------|--------------|-----------------|------------------|----------------|
| COL 11            | R46              | R47             | 30,00           | 0,0031338    | 0,094           | 0,000            | 0,0940         |
|                   | R47              | R48             | 30,00           | 0,0031338    | 0,094           | 0,094            | 0,1880         |
|                   | R48              | R49             | 30,00           | 0,0031338    | 0,094           | 0,188            | 0,2820         |
|                   | R49              | R50             | 18,00           | 0,0031338    | 0,056           | 0,282            | 0,3385         |
|                   | R50              | R51             | 30,00           | 0,0031338    | 0,094           | 0,338            | 0,4325         |
|                   | R51              | R52             | 30,00           | 0,0031338    | 0,094           | 0,432            | 0,5265         |
|                   | R52              | R53             | 30,00           | 0,0031338    | 0,094           | 0,526            | 0,6205         |
|                   | R53              | R32             | 18,60           | 0,0031338    | 0,058           | 0,620            | 0,6788         |
| <b>Collecteur</b> | <b>Reg.Amont</b> | <b>Reg.Aval</b> | <b>Distance</b> | <b>Q spe</b> | <b>Q propre</b> | <b>Q transit</b> | <b>Q cumul</b> |
| COL 12            | R54              | R55             | 25,00           | 0,0031338    | 0,078           | 0,000            | 0,0783         |
|                   | R55              | R56             | 25,00           | 0,0031338    | 0,078           | 0,078            | 0,1567         |
|                   | R56              | R57             | 30,00           | 0,0031338    | 0,094           | 0,157            | 0,2507         |
|                   | R57              | R58             | 25,00           | 0,0031338    | 0,078           | 0,251            | 0,3290         |
|                   | R58              | R59             | 35,00           | 0,0031338    | 0,110           | 0,329            | 0,4387         |
|                   | R59              | R60             | 35,00           | 0,0031338    | 0,110           | 0,439            | 0,5484         |
|                   | R60              | R61             | 35,00           | 0,0031338    | 0,110           | 0,548            | 0,6581         |
|                   | R61              | R07             | 25,00           | 0,0031338    | 0,078           | 0,658            | 0,7364         |
| <b>Collecteur</b> | <b>Reg.Amont</b> | <b>Reg.Aval</b> | <b>Distance</b> | <b>Q spe</b> | <b>Q propre</b> | <b>Q transit</b> | <b>Q cumul</b> |
| COL 13            | R62              | R63             | 30,00           | 0,0031338    | 0,094           | 0,000            | 0,0940         |
|                   | R63              | R64             | 30,00           | 0,0031338    | 0,094           | 0,094            | 0,1880         |
|                   | R64              | R65             | 30,00           | 0,0031338    | 0,094           | 0,188            | 0,2820         |
|                   | R65              | R66             | 20,00           | 0,0031338    | 0,063           | 0,282            | 0,3447         |
|                   | R66              | R74             | 22,10           | 0,0031338    | 0,069           | 0,642            | 0,7117         |
|                   | R74              | R76             | 23,70           | 0,0031338    | 0,074           | 1,025            | 1,0993         |
|                   | R76              | R77             | 12,50           | 0,0031338    | 0,039           | 1,209            | 1,2482         |
|                   | R77              | R96             | 45,40           | 0,0031338    | 0,142           | 1,515            | 1,6568         |
|                   | R96              | 100             | 23,00           | 0,0031338    | 0,072           | 2,164            | 2,2360         |
|                   | 100              | R17             | 19,20           | 0,0031338    | 0,060           | 2,236            | 2,2961         |
| <b>Collecteur</b> | <b>Reg.Amont</b> | <b>Reg.Aval</b> | <b>Distance</b> | <b>Q spe</b> | <b>Q propre</b> | <b>Q transit</b> | <b>Q cumul</b> |
| COL 14            | R67              | R68             | 35,00           | 0,0031338    | 0,110           | 0,000            | 0,1097         |
|                   | R68              | R69             | 30,00           | 0,0031338    | 0,094           | 0,110            | 0,2037         |
|                   | R69              | R66             | 30,00           | 0,0031338    | 0,094           | 0,204            | 0,2977         |
| <b>Collecteur</b> | <b>Reg.Amont</b> | <b>Reg.Aval</b> | <b>Distance</b> | <b>Q spe</b> | <b>Q propre</b> | <b>Q transit</b> | <b>Q cumul</b> |
| COL 15            | R70              | R71             | 25,00           | 0,0031338    | 0,078           | 0,000            | 0,0783         |
|                   | R71              | R72             | 25,00           | 0,0031338    | 0,078           | 0,078            | 0,1567         |
|                   | R72              | R73             | 25,00           | 0,0031338    | 0,078           | 0,157            | 0,2350         |
|                   | R73              | R74             | 25,00           | 0,0031338    | 0,078           | 0,235            | 0,3134         |
| <b>Collecteur</b> | <b>Reg.Amont</b> | <b>Reg.Aval</b> | <b>Distance</b> | <b>Q spe</b> | <b>Q propre</b> | <b>Q transit</b> | <b>Q cumul</b> |
| COL 16            | R75              | R76             | 35,00           | 0,0031338    | 0,110           | 0,000            | 0,1097         |
| <b>Collecteur</b> | <b>Reg.Amont</b> | <b>Reg.Aval</b> | <b>Distance</b> | <b>Q spe</b> | <b>Q propre</b> | <b>Q transit</b> | <b>Q cumul</b> |
| COL 17            | R78              | R79             | 35,00           | 0,0031338    | 0,110           | 0,000            | 0,1097         |
|                   | R79              | R80             | 25,00           | 0,0031338    | 0,078           | 0,110            | 0,1880         |

|                   |                  |                 |                 |              |                 |                  |                |
|-------------------|------------------|-----------------|-----------------|--------------|-----------------|------------------|----------------|
|                   | R80              | R77             | 25,00           | 0,0031338    | 0,078           | 0,188            | 0,2664         |
| <b>Collecteur</b> | <b>Reg.Amont</b> | <b>Reg.Aval</b> | <b>Distance</b> | <b>Q spe</b> | <b>Q propre</b> | <b>Q transit</b> | <b>Q cumul</b> |
| <b>COL 18</b>     | R94              | R95             | 30,00           | 0,0031338    | 0,094           | 0,000            | 0,0940         |
|                   | R95              | R96             | 45,00           | 0,0031338    | 0,141           | 0,366            | 0,5070         |
| <b>Collecteur</b> | <b>Reg.Amont</b> | <b>Reg.Aval</b> | <b>Distance</b> | <b>Q spe</b> | <b>Q propre</b> | <b>Q transit</b> | <b>Q cumul</b> |
| <b>COL 19</b>     | R97              | R98             | 25,00           | 0,0031338    | 0,078           | 0,000            | 0,0783         |
|                   | R98              | R99             | 25,00           | 0,0031338    | 0,078           | 0,078            | 0,1567         |
|                   | R99              | R95             | 36,80           | 0,0031338    | 0,115           | 0,157            | 0,2720         |
| <b>Collecteur</b> | <b>Reg.Amont</b> | <b>Reg.Aval</b> | <b>Distance</b> | <b>Q spe</b> | <b>Q propre</b> | <b>Q transit</b> | <b>Q cumul</b> |
| <b>COL 20</b>     | 101              | R17             | 25,00           | 0,0031338    | 0,078           | 0,000            | 0,0783         |
| <b>Collecteur</b> | <b>Reg.Amont</b> | <b>Reg.Aval</b> | <b>Distance</b> | <b>Q spe</b> | <b>Q propre</b> | <b>Q transit</b> | <b>Q cumul</b> |
| <b>COL 21</b>     | 102              | 103             | 30,00           | 0,0031338    | 0,094           | 0,000            | 0,0940         |
|                   | 103              | 104             | 30,00           | 0,0031338    | 0,094           | 0,094            | 0,1880         |
|                   | 104              | R18             | 30,00           | 0,0031338    | 0,094           | 0,188            | 0,2820         |
| <b>Collecteur</b> | <b>Reg.Amont</b> | <b>Reg.Aval</b> | <b>Distance</b> | <b>Q spe</b> | <b>Q propre</b> | <b>Q transit</b> | <b>Q cumul</b> |
| <b>COL 22</b>     | 105              | 106             | 30,00           | 0,0031338    | 0,094           | 0,000            | 0,0940         |
|                   | 106              | R18             | 30,00           | 0,0031338    | 0,094           | 0,094            | 0,1880         |
| <b>Collecteur</b> | <b>Reg.Amont</b> | <b>Reg.Aval</b> | <b>Distance</b> | <b>Q spe</b> | <b>Q propre</b> | <b>Q transit</b> | <b>Q cumul</b> |
| <b>COL 23</b>     | 107              | 108             | 30,00           | 0,0031338    | 0,094           | 0,000            | 0,0940         |
|                   | 108              | 109             | 30,00           | 0,0031338    | 0,094           | 0,094            | 0,1880         |
|                   | 109              | 110             | 30,00           | 0,0031338    | 0,094           | 0,188            | 0,2820         |
|                   | 110              | R19             | 30,00           | 0,0031338    | 0,094           | 0,282            | 0,3761         |
| <b>Collecteur</b> | <b>Reg.Amont</b> | <b>Reg.Aval</b> | <b>Distance</b> | <b>Q spe</b> | <b>Q propre</b> | <b>Q transit</b> | <b>Q cumul</b> |
| <b>COL 24</b>     | 111              | R19             | 35,00           | 0,0031338    | 0,110           | 0,000            | 0,1097         |
| <b>Collecteur</b> | <b>Reg.Amont</b> | <b>Reg.Aval</b> | <b>Distance</b> | <b>Q spe</b> | <b>Q propre</b> | <b>Q transit</b> | <b>Q cumul</b> |
| <b>COL 25</b>     | 112              | 113             | 30,00           | 0,0031338    | 0,094           | 0,000            | 0,0940         |
|                   | 113              | R20             | 30,00           | 0,0031338    | 0,094           | 0,094            | 0,1880         |
| <b>Collecteur</b> | <b>Reg.Amont</b> | <b>Reg.Aval</b> | <b>Distance</b> | <b>Q spe</b> | <b>Q propre</b> | <b>Q transit</b> | <b>Q cumul</b> |
| <b>COL 26</b>     | R81              | R82             | 35,00           | 0,0031338    | 0,110           | 0,000            | 0,1097         |
|                   | R82              | R09             | 30,00           | 0,0031338    | 0,094           | 0,110            | 0,2037         |
| <b>Collecteur</b> | <b>Reg.Amont</b> | <b>Reg.Aval</b> | <b>Distance</b> | <b>Q spe</b> | <b>Q propre</b> | <b>Q transit</b> | <b>Q cumul</b> |
| <b>COL 27</b>     | R83              | R84             | 35,00           | 0,0031338    | 0,110           | 0,000            | 0,1097         |
|                   | R84              | R85             | 35,00           | 0,0031338    | 0,110           | 0,110            | 0,2194         |
|                   | R85              | R10             | 35,00           | 0,0031338    | 0,110           | 0,219            | 0,3290         |
| <b>Collecteur</b> | <b>Reg.Amont</b> | <b>Reg.Aval</b> | <b>Distance</b> | <b>Q spe</b> | <b>Q propre</b> | <b>Q transit</b> | <b>Q cumul</b> |
| <b>COL 28</b>     | R86              | R87             | 35,00           | 0,0031338    | 0,110           | 0,000            | 0,1097         |
|                   | R87              | R93             | 35,00           | 0,0031338    | 0,110           | 0,110            | 0,2194         |
| <b>Collecteur</b> | <b>Reg.Amont</b> | <b>Reg.Aval</b> | <b>Distance</b> | <b>Q spe</b> | <b>Q propre</b> | <b>Q transit</b> | <b>Q cumul</b> |
| <b>COL 29</b>     | R88              | R89             | 30,00           | 0,0031338    | 0,094           | 0,000            | 0,0940         |
|                   | R89              | R91             | 35,00           | 0,0031338    | 0,110           | 0,094            | 0,2037         |
| <b>Collecteur</b> | <b>Reg.Amont</b> | <b>Reg.Aval</b> | <b>Distance</b> | <b>Q spe</b> | <b>Q propre</b> | <b>Q transit</b> | <b>Q cumul</b> |
| <b>COL 30</b>     | R90              | R91             | 30,55           | 0,0031338    | 0,096           | 0,000            | 0,0957         |



|                   |                  |                 |                 |              |                 |                  |                |
|-------------------|------------------|-----------------|-----------------|--------------|-----------------|------------------|----------------|
|                   | R91              | R92             | 40,00           | 0,0031338    | 0,125           | 0,408            | 0,5329         |
|                   | R92              | R93             | 40,00           | 0,0031338    | 0,125           | 0,674            | 0,7994         |
|                   | R93              | R12             | 38,00           | 0,0031338    | 0,119           | 1,128            | 1,2476         |
| <b>Collecteur</b> | <b>Reg.Amont</b> | <b>Reg.Aval</b> | <b>Distance</b> | <b>Q spe</b> | <b>Q propre</b> | <b>Q transit</b> | <b>Q cumul</b> |
| <b>COL 31</b>     | 114              | 115             | 21,40           | 0,0031338    | 0,067           | 0,000            | 0,0671         |
|                   | 115              | R91             | 13,10           | 0,0031338    | 0,041           | 0,067            | 0,1081         |
| <b>Collecteur</b> | <b>Reg.Amont</b> | <b>Reg.Aval</b> | <b>Distance</b> | <b>Q spe</b> | <b>Q propre</b> | <b>Q transit</b> | <b>Q cumul</b> |
| <b>COL 32</b>     | 116              | 117             | 23,15           | 0,0031338    | 0,073           | 0,000            | 0,0725         |
|                   | 117              | R92             | 21,90           | 0,0031338    | 0,069           | 0,073            | 0,1412         |
| <b>Collecteur</b> | <b>Reg.Amont</b> | <b>Reg.Aval</b> | <b>Distance</b> | <b>Q spe</b> | <b>Q propre</b> | <b>Q transit</b> | <b>Q cumul</b> |
| <b>COL 33</b>     | 118              | R93             | 35,00           | 0,0031338    | 0,110           | 0,000            | 0,1097         |
| <b>Collecteur</b> | <b>Reg.Amont</b> | <b>Reg.Aval</b> | <b>Distance</b> | <b>Q spe</b> | <b>Q propre</b> | <b>Q transit</b> | <b>Q cumul</b> |
| <b>COL 34</b>     | 119              | 120             | 23,60           | 0,0031338    | 0,074           | 0,000            | 0,0740         |
|                   | 120              | R12             | 30,10           | 0,0031338    | 0,094           | 0,074            | 0,1683         |
| <b>Collecteur</b> | <b>Reg.Amont</b> | <b>Reg.Aval</b> | <b>Distance</b> | <b>Q spe</b> | <b>Q propre</b> | <b>Q transit</b> | <b>Q cumul</b> |
| <b>COL 35</b>     | 121              | 122             | 24,85           | 0,0031338    | 0,078           | 0,000            | 0,0779         |
|                   | 122              | R11             | 30,00           | 0,0031338    | 0,094           | 0,078            | 0,1719         |
| <b>Collecteur</b> | <b>Reg.Amont</b> | <b>Reg.Aval</b> | <b>Distance</b> | <b>Q spe</b> | <b>Q propre</b> | <b>Q transit</b> | <b>Q cumul</b> |
| <b>COL 36</b>     | 123              | 124             | 24,40           | 0,0031338    | 0,076           | 0,000            | 0,0765         |
|                   | 124              | R09             | 26,05           | 0,0031338    | 0,082           | 0,076            | 0,1581         |
| <b>Collecteur</b> | <b>Reg.Amont</b> | <b>Reg.Aval</b> | <b>Distance</b> | <b>Q spe</b> | <b>Q propre</b> | <b>Q transit</b> | <b>Q cumul</b> |
| <b>COL 37</b>     | 125              | 126             | 20,90           | 0,0031338    | 0,065           | 0,000            | 0,0655         |
|                   | 126              | R08             | 26,60           | 0,0031338    | 0,083           | 0,065            | 0,1489         |
| <b>Collecteur</b> | <b>Reg.Amont</b> | <b>Reg.Aval</b> | <b>Distance</b> | <b>Q spe</b> | <b>Q propre</b> | <b>Q transit</b> | <b>Q cumul</b> |
| <b>COL 38</b>     | 21               | R06             | 20,35           | 0,0031338    | 0,064           | 0,000            | 0,0638         |

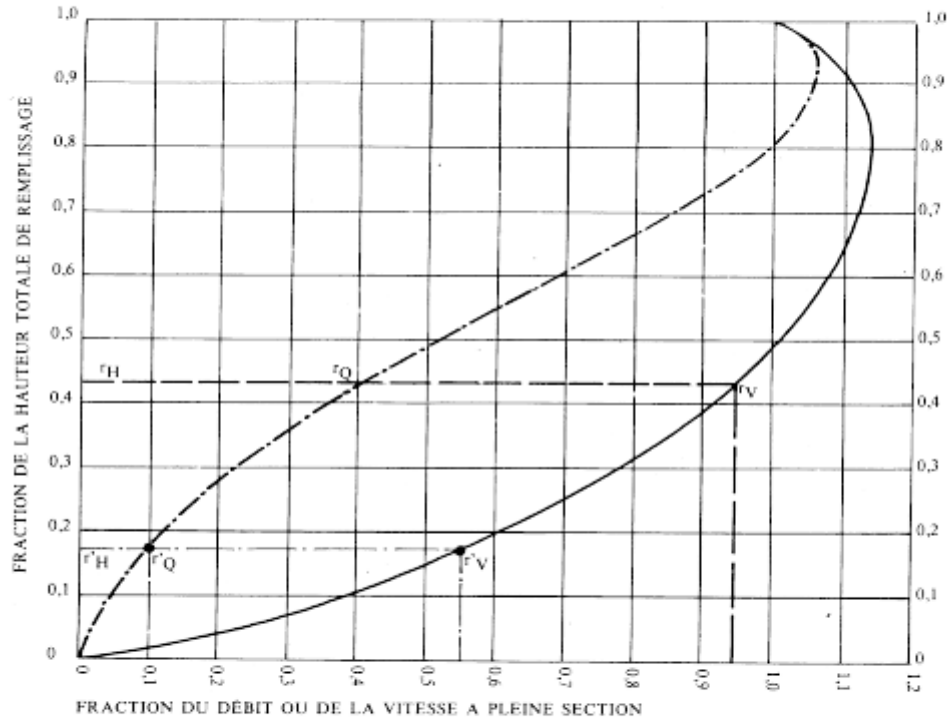
## Annexe(2) :

ABAUUE Ab. 5

Ab. 5 (a)

### VARIATIONS DES DÉBITS ET DES VITESSES EN FONCTION DU REMPLISSAGE

a) Ouvrages circulaires



$Q_{ps1}$  : débit à pleine section

$Q$  débit à évacuer

$$r_Q = \frac{Q}{Q_{ps1}} \quad r_V = \frac{V}{V_{ps}} \quad \text{et} \quad r_H = \frac{h}{\phi l}$$

## Annexe (3) :

| Nom                              | A<br>(ha) | C<br>(%) | I (%) | L (m) | Q<br>apport<br>(m <sup>3</sup> /s) | Tc<br>(min) | Q<br>(m <sup>3</sup> /s) |
|----------------------------------|-----------|----------|-------|-------|------------------------------------|-------------|--------------------------|
| bv1                              | 0.05      | 60       | 9.38  | 15.4  | 0.000                              | 5.0         | 0.012                    |
| S1=(bv1+bv1)                     | 0.10      | 60       | 7.51  | 51.6  | 0.001                              | 5.1         | 0.024                    |
| S2=(S1+bv2)                      | 0.16      | 60       | 6.10  | 92.0  | 0.002                              | 5.3         | 0.038                    |
| S3=(S2+bv3)                      | 0.25      | 60       | 1.00  | 136.4 | 0.002                              | 6.2         | 0.051                    |
| S4=(S3+bv4)                      | 0.31      | 60       | 0.87  | 170.8 | 0.003                              | 6.6         | 0.063                    |
| S37=((P36=(S4//S35//bv123))+bv5) | 3.14      | 59       | 0.47  | 432.8 | 0.032                              | 9.1         | 0.523                    |
| S46=((P45=(S37//S44))+bv6)       | 3.69      | 59       | 0.46  | 460.9 | 0.043                              | 9.5         | 0.610                    |

|  |       |    |       |       |       |      |       |
|--|-------|----|-------|-------|-------|------|-------|
| $S49=((P48=(S46//S47))+bv7)$           | 3.83  | 59 | 0.50  | 485.3 | 0.048 | 9.8  | 0.628 |
| $S53=((P52=(S49//S50//S51))+bv8)$      | 4.39  | 59 | 0.51  | 508.4 | 0.055 | 10.1 | 0.710 |
| $S57=((P56=(S53//S55))+bv9)$           | 5.16  | 59 | 0.45  | 550.2 | 0.062 | 10.5 | 0.813 |
| $S60=((P59=(S57//S58))+bv10)$          | 5.40  | 59 | 0.47  | 556.8 | 0.070 | 10.6 | 0.854 |
| $S73=((P72=(S60//S70//S71))+bv10)$     | 6.99  | 60 | 0.46  | 602.4 | 0.084 | 11.0 | 1.081 |
| $S74=(S73+bv11)$                       | 7.11  | 60 | 0.48  | 633.9 | 0.091 | 11.3 | 1.090 |
| $S117=((P116=(S74//S115))+bv12)$       | 12.56 | 60 | 0.60  | 670.5 | 0.143 | 11.6 | 1.884 |
| $S118=(S117+bv12)$                     | 12.68 | 60 | 0.63  | 703.4 | 0.154 | 11.6 | 1.908 |
| $S76=(S75+bv96)$                       | 0.26  | 60 | 0.73  | 111.0 | 0.002 | 5.9  | 0.056 |
| $S81=((P80=(S76//S79//bv94))+bv13)$    | 1.30  | 60 | 0.82  | 194.4 | 0.006 | 7.0  | 0.250 |
| $S86=((P85=(S81//S83//S84))+bv14)$     | 2.21  | 60 | 1.12  | 232.6 | 0.009 | 7.5  | 0.406 |
| $S113=((P112=(S86//S111//bv84))+bv15)$ | 5.08  | 60 | 0.86  | 361.0 | 0.033 | 9.1  | 0.846 |
| $S114=(S113+bv16)$                     | 5.19  | 60 | 0.86  | 395.6 | 0.037 | 9.5  | 0.851 |
| $S115=(S114+bv17)$                     | 5.32  | 60 | 0.72  | 433.5 | 0.041 | 9.8  | 0.860 |
| $S6=((P5=(bv23//bv24))+bv28)$          | 0.23  | 40 | 1.69  | 54.2  | 0.001 | 5.6  | 0.034 |
| $S8=((P7=(S6//bv25))+bv19)$            | 0.44  | 49 | 1.36  | 107.5 | 0.002 | 6.2  | 0.075 |
| $S9=(S8+bv20)$                         | 0.53  | 51 | 0.70  | 142.6 | 0.003 | 6.7  | 0.089 |
| $S10=(S9+bv21)$                        | 0.62  | 53 | 0.51  | 176.4 | 0.004 | 7.2  | 0.105 |
| $S26=((P25=(S10//S24))+bv34)$          | 2.08  | 58 | 0.42  | 377.5 | 0.016 | 8.6  | 0.349 |
| $bv23$                                 | 0.08  | 60 | 12.91 | 33.1  | 0.000 | 5.0  | 0.017 |
| $bv24$                                 | 0.08  | 60 | 8.02  | 19.3  | 0.000 | 5.0  | 0.018 |
| $bv25$                                 | 0.03  | 60 | 1.22  | 7.6   | 0.000 | 5.0  | 0.006 |
| $bv26$                                 | 0.07  | 60 | 1.53  | 12.5  | 0.000 | 5.0  | 0.016 |
| $S11=(bv26+bv26)$                      | 0.14  | 60 | 1.17  | 56.7  | 0.001 | 5.3  | 0.032 |
| $S12=(S11+bv27)$                       | 0.20  | 60 | 1.69  | 91.3  | 0.002 | 5.5  | 0.044 |
| $S14=((P13=(S12//bv37))+bv28)$         | 0.38  | 60 | 1.07  | 115.6 | 0.003 | 5.7  | 0.083 |
| $S17=((P16=(S14//S15))+bv29)$          | 0.75  | 60 | 0.94  | 136.8 | 0.005 | 6.1  | 0.156 |
| $S20=((P19=(S17//S18))+bv30)$          | 0.97  | 60 | 1.12  | 176.4 | 0.007 | 6.7  | 0.194 |
| $S21=(S20+bv31)$                       | 1.06  | 60 | 0.67  | 225.3 | 0.008 | 7.0  | 0.209 |
| $S22=(S21+bv32)$                       | 1.25  | 60 | 0.48  | 288.6 | 0.009 | 7.5  | 0.235 |
| $S24=((P23=(S22//bv42))+bv33)$         | 1.43  | 60 | 0.42  | 333.4 | 0.010 | 8.0  | 0.258 |
| $S35=((P34=(S26//S33))+bv35)$          | 2.69  | 58 | 0.43  | 401.1 | 0.026 | 8.9  | 0.453 |

|                                 |      |    |      |       |       |     |       |
|---------------------------------|------|----|------|-------|-------|-----|-------|
| bv37                            | 0.11 | 60 | 0.20 | 30.0  | 0.000 | 5.0 | 0.026 |
| bv38                            | 0.18 | 60 | 2.87 | 24.7  | 0.000 | 5.0 | 0.040 |
| S15=(bv38+bv38)                 | 0.35 | 60 | 1.13 | 72.0  | 0.001 | 5.4 | 0.078 |
| bv40                            | 0.10 | 60 | 4.59 | 22.4  | 0.000 | 5.0 | 0.023 |
| S18=(bv40+bv40)                 | 0.20 | 60 | 1.73 | 69.9  | 0.001 | 5.3 | 0.045 |
| bv42                            | 0.08 | 60 | 0.68 | 19.4  | 0.000 | 5.0 | 0.019 |
| bv43                            | 0.11 | 60 | 2.14 | 30.1  | 0.000 | 5.0 | 0.026 |
| S27=(bv43+bv43)                 | 0.23 | 60 | 1.96 | 77.0  | 0.001 | 5.2 | 0.051 |
| S28=(S27+bv44)                  | 0.35 | 60 | 1.69 | 121.1 | 0.002 | 5.5 | 0.077 |
| S29=(S28+bv45)                  | 0.41 | 60 | 1.25 | 152.7 | 0.003 | 5.9 | 0.088 |
| S30=(S29+bv46)                  | 0.45 | 60 | 1.16 | 179.6 | 0.004 | 6.1 | 0.096 |
| S31=(S30+bv47)                  | 0.51 | 60 | 0.97 | 212.8 | 0.005 | 6.5 | 0.105 |
| S32=(S31+bv48)                  | 0.56 | 60 | 0.71 | 247.3 | 0.006 | 6.9 | 0.113 |
| S33=(S32+bv49)                  | 0.61 | 60 | 0.58 | 279.5 | 0.007 | 7.4 | 0.116 |
| bv51                            | 0.07 | 60 | 3.60 | 25.3  | 0.000 | 5.0 | 0.017 |
| S38=(bv51+bv51)                 | 0.15 | 60 | 0.38 | 70.8  | 0.001 | 5.6 | 0.033 |
| S39=(S38+bv52)                  | 0.21 | 60 | 0.52 | 106.3 | 0.002 | 5.8 | 0.045 |
| S40=(S39+bv53)                  | 0.27 | 60 | 0.43 | 142.8 | 0.003 | 6.4 | 0.057 |
| S41=(S40+bv54)                  | 0.34 | 60 | 0.48 | 177.1 | 0.004 | 6.7 | 0.069 |
| S42=(S41+bv55)                  | 0.41 | 60 | 0.47 | 213.5 | 0.005 | 7.2 | 0.080 |
| S43=(S42+bv56)                  | 0.47 | 60 | 0.40 | 253.5 | 0.006 | 7.9 | 0.087 |
| S44=(S43+bv57)                  | 0.53 | 60 | 0.37 | 296.4 | 0.007 | 8.5 | 0.095 |
| bv59                            | 0.10 | 60 | 2.23 | 26.9  | 0.000 | 5.0 | 0.023 |
| S87=(bv59+bv59)                 | 0.20 | 60 | 1.21 | 76.6  | 0.001 | 5.7 | 0.043 |
| S88=(S87+bv60)                  | 0.28 | 60 | 1.17 | 117.8 | 0.002 | 6.4 | 0.057 |
| S89=(S88+bv61)                  | 0.34 | 60 | 1.25 | 154.1 | 0.003 | 6.7 | 0.069 |
| S93=((P92=(S89//S91))+bv62)     | 0.69 | 60 | 0.87 | 180.4 | 0.006 | 7.1 | 0.134 |
| S98=((P97=(S93//S96))+bv63)     | 1.13 | 60 | 0.71 | 204.7 | 0.010 | 7.5 | 0.214 |
| S100=((P99=(S98//bv74))+bv64)   | 1.37 | 60 | 0.89 | 233.2 | 0.011 | 7.8 | 0.251 |
| S104=((P103=(S100//S102))+bv64) | 1.97 | 60 | 0.96 | 254.7 | 0.014 | 8.0 | 0.356 |
| S110=((P109=(S104//S108))+bv65) | 2.72 | 60 | 0.63 | 299.6 | 0.018 | 8.6 | 0.469 |

|                                 |      |    |      |       |       |     |       |
|---------------------------------|------|----|------|-------|-------|-----|-------|
| S111=(S110+bv66)                | 2.76 | 60 | 0.64 | 322.7 | 0.020 | 8.9 | 0.469 |
| bv68                            | 0.11 | 60 | 2.41 | 16.1  | 0.000 | 5.0 | 0.025 |
| S90=(bv68+bv68)                 | 0.22 | 60 | 0.94 | 58.3  | 0.001 | 5.4 | 0.050 |
| S91=(S90+bv69)                  | 0.31 | 60 | 0.72 | 93.3  | 0.002 | 5.9 | 0.066 |
| bv71                            | 0.09 | 60 | 0.49 | 25.8  | 0.000 | 5.0 | 0.021 |
| S94=(bv71+bv71)                 | 0.19 | 60 | 0.73 | 75.9  | 0.001 | 5.6 | 0.042 |
| S95=(S94+bv72)                  | 0.27 | 60 | 0.83 | 117.1 | 0.002 | 6.2 | 0.057 |
| S96=(S95+bv73)                  | 0.39 | 60 | 0.99 | 153.2 | 0.003 | 6.4 | 0.079 |
| bv74                            | 0.21 | 60 | 1.16 | 26.0  | 0.000 | 5.0 | 0.047 |
| bv76                            | 0.26 | 60 | 0.63 | 35.2  | 0.000 | 5.0 | 0.060 |
| S101=(bv76+bv76)                | 0.52 | 60 | 1.02 | 70.2  | 0.001 | 5.7 | 0.111 |
| S102=(S101+bv77)                | 0.58 | 60 | 1.10 | 100.7 | 0.002 | 6.1 | 0.119 |
| bv79                            | 0.19 | 60 | 3.31 | 33.9  | 0.000 | 5.0 | 0.043 |
| S108=((P107=(bv79//S106))+bv79) | 0.68 | 60 | 0.56 | 151.3 | 0.003 | 6.4 | 0.138 |
| bv81                            | 0.10 | 60 | 4.03 | 17.0  | 0.000 | 5.0 | 0.024 |
| S105=(bv81+bv81)                | 0.21 | 60 | 1.11 | 52.8  | 0.001 | 5.3 | 0.047 |
| S106=(S105+bv81)                | 0.31 | 60 | 0.77 | 89.6  | 0.002 | 5.7 | 0.068 |
| bv84                            | 0.07 | 60 | 0.65 | 25.8  | 0.000 | 5.0 | 0.015 |
| bv85                            | 0.19 | 60 | 4.00 | 34.6  | 0.000 | 5.0 | 0.044 |
| S82=(bv85+bv85)                 | 0.39 | 60 | 3.04 | 87.7  | 0.000 | 5.2 | 0.086 |
| S83=(S82+bv85)                  | 0.54 | 60 | 1.89 | 133.1 | 0.001 | 5.8 | 0.115 |
| bv88                            | 0.16 | 60 | 0.99 | 24.0  | 0.000 | 5.0 | 0.036 |
| S84=(bv88+bv88)                 | 0.31 | 60 | 0.38 | 68.1  | 0.001 | 5.5 | 0.068 |
| bv90                            | 0.17 | 60 | 0.71 | 25.8  | 0.000 | 5.0 | 0.038 |
| S77=(bv90+bv90)                 | 0.33 | 60 | 1.14 | 77.2  | 0.001 | 5.2 | 0.075 |
| S78=(S77+bv91)                  | 0.45 | 60 | 0.67 | 114.4 | 0.002 | 5.8 | 0.096 |
| S79=(S78+bv92)                  | 0.56 | 60 | 0.66 | 150.1 | 0.003 | 6.4 | 0.114 |
| bv94                            | 0.41 | 60 | 0.59 | 57.3  | 0.000 | 5.0 | 0.093 |
| bv95                            | 0.10 | 60 | 3.26 | 24.6  | 0.000 | 5.0 | 0.022 |
| S75=(bv95+bv95)                 | 0.20 | 60 | 0.50 | 73.7  | 0.001 | 5.7 | 0.043 |
| bv97                            | 0.14 | 60 | 1.82 | 22.2  | 0.000 | 5.0 | 0.032 |
| S50=(bv97+bv97)                 | 0.28 | 60 | 0.55 | 68.7  | 0.001 | 5.5 | 0.062 |

|                                     |      |    |       |       |       |     |       |
|-------------------------------------|------|----|-------|-------|-------|-----|-------|
| bv99                                | 0.28 | 60 | 0.61  | 43.1  | 0.000 | 5.0 | 0.064 |
| S54=(bv99+bv99)                     | 0.56 | 60 | 0.48  | 113.0 | 0.001 | 5.4 | 0.122 |
| S55=(S54+bv100)                     | 0.72 | 60 | 0.36  | 158.2 | 0.002 | 6.1 | 0.148 |
| bv106                               | 0.05 | 60 | 2.47  | 4.0   | 0.000 | 5.0 | 0.012 |
| S64=((P63=(bv106//S61//S62))+bv106) | 0.45 | 60 | 1.11  | 103.4 | 0.002 | 5.8 | 0.096 |
| S67=((P66=(S64//S65))+bv107)        | 0.66 | 60 | 0.78  | 142.3 | 0.004 | 6.6 | 0.132 |
| S70=((P69=(S67//bv114//S68))+bv109) | 1.37 | 60 | 0.62  | 177.3 | 0.006 | 7.2 | 0.259 |
| bv104                               | 0.09 | 60 | 2.78  | 23.0  | 0.000 | 5.0 | 0.021 |
| S61=(bv104+bv104)                   | 0.19 | 60 | 2.07  | 70.1  | 0.000 | 5.2 | 0.041 |
| bv110                               | 0.07 | 60 | 1.16  | 34.7  | 0.000 | 5.0 | 0.016 |
| S62=(bv110+bv110)                   | 0.16 | 60 | 0.39  | 75.8  | 0.001 | 5.5 | 0.036 |
| bv112                               | 0.07 | 60 | 0.49  | 19.2  | 0.000 | 5.0 | 0.016 |
| S65=(bv112+bv112)                   | 0.14 | 60 | 0.43  | 48.1  | 0.001 | 5.3 | 0.032 |
| bv114                               | 0.21 | 60 | 0.25  | 38.3  | 0.000 | 5.0 | 0.049 |
| bv102                               | 0.19 | 60 | 0.44  | 24.8  | 0.000 | 5.0 | 0.043 |
| S68=(bv102+bv102)                   | 0.37 | 60 | 0.75  | 76.2  | 0.001 | 5.3 | 0.083 |
| bv115                               | 0.09 | 60 | 30.00 | 20.3  | 0.000 | 5.0 | 0.022 |
| S71=(bv115+bv115)                   | 0.19 | 60 | 0.46  | 55.8  | 0.001 | 5.5 | 0.041 |
| bv117                               | 0.11 | 60 | 30.00 | 20.2  | 0.001 | 5.0 | 0.025 |
| S58=(bv117+bv117)                   | 0.21 | 60 | 0.79  | 45.0  | 0.002 | 5.4 | 0.048 |
| bv119                               | 0.12 | 60 | 0.20  | 27.0  | 0.000 | 5.0 | 0.027 |
| S51=(bv119+bv119)                   | 0.24 | 60 | 0.37  | 67.8  | 0.001 | 5.6 | 0.051 |
| bv121                               | 0.05 | 60 | 1.64  | 6.0   | 0.000 | 5.0 | 0.011 |
| S47=(bv121+bv121)                   | 0.10 | 60 | 0.97  | 31.7  | 0.001 | 5.5 | 0.022 |
| bv123                               | 0.09 | 60 | 0.31  | 36.7  | 0.000 | 5.0 | 0.020 |