

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'HYDRAULIQUE -ARBAOUI Abdellah-

DEPARTEMENT D'HYDRAULIQUE URBAIN

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

Option : Assainissement

THEME:

**ETUDE DU RESEAU D'ASSAINISSEMENT DU NOUVEAU
POLE URBAIN OUAMRI (W.MEDEA)**

Présenté par :

Mr GUESSAIMI FAICAL

DEVANT LES MEMBRES DU JURY

| Nom et prénom | Grade | Qualité |
|------------------------------|------------------|----------------|
| Mr B. SALAH | Professeur | Président |
| M ^{me} F.AMMOUR | M.A.A | Examinatrice |
| M ^{elle} L. KADI | M.A.B | Examinatrice |
| M ^{me} W. MOKRANE | M.A.A | Examinatrice |
| M ^{me} N. ZENDAGUI | Ingénieur expert | Invitée |
| M ^{me} H. DERIAS | Ingénieur (DRE) | Invitée |
| M ^{me} M. KAHLERRAS | M.A.A | Promotrice |

JUIN - 2014

Dédicaces

*Je rends un grand hommage à travers ce modeste travail qui est l'accomplissement de
longues*

Années d'études, en particulier à :

***M**on très cher père et **M**a très chère mère pour leurs aides, leurs conseils et leurs soutiens
morals*

Et matériels. Pour tous les sacrifices qu'ils ont consentis pour que je réussisse.

*A **M**on frère et **M**es sœurs.*

*A toute **M**a famille.*

*A tous **M**es amis sans exception.*

GUESSAIMI FAICAL

Remerciement

Avant tout, je remercie DIEU qui a illuminé mon chemin et qui m'a armé de courage et
De patience pour achever mes études.

A l'issue de ce modeste travail, je tiens à exprimer mes sincères remerciements à :

◇ Ma promotrice, M^{me}.KAHLERRAS pour m'avoir ouvert ses portes et qui a contribué à

L'élaboration de ce mémoire.

◇ Je remercie également tous mes professeurs de la première année primaire jusqu'à la

Cinquième année universitaire.

◇ Aussi, je me permets d'exprimer tout mon respect aux membres de jury qui me feront

L'honneur d'apprécier ce modeste travail.

◇ Sans oublier de remercier mes amis.

GUESSAIMI FAICAL

:

إن الهدف الأساسي من هذه المذكرة هو دراسة شبكة التطهير للقطب الحضري الجديد وامرى (ولاية دي) حيث تعرضنا إلى تقدير كمية المياه المستعملة و مياه الأمطار ثم حددنا مخطط وضع هذه الشبكة خذين بعين الاعتبار كل المعطيات المتعلقة (طبوغرافيا ...) ذلك بغية صرف المياه خارج القطب.فى ظروف حسنة وفقا للمعايير المعمول بها للحفاظ نوعا ما على البيئة واقضاء لمشكل الامراض والابئة

RESUME :

L'objectif principal de notre mémoire est l'étude du réseau d'assainissement du nouveau pôle urbain D'OUAMRI (Wilaya de MEDEA), c'est dans ce sens que nous avons évalué les différents débits d'eaux usées et pluviaux et tracé le réseau d'évacuation, tout en prenant en considération les données de la ville (topographie, plan d'urbanisation, ...), assurer une évacuation de ces eaux en dehors du pôle dans des bonnes conditions, en conformité avec les normes en vigueur et en tenant compte des conditions de base pour une préservation de l'environnement en général et en particulier pour une vie saine des maladies .

Abstract:

The primary purpose of this dissertation is to examine the sewerage network of the new urban pole of D'OUAMRI (MEDEA), where we have estimated the waste-water and rainfall then identified the scheme of putting this network into effect, taking into account all the data related to the region (topography, striped construction ...). This study is also aimed at investigating the possibility of exchanging water outside the pole in good conditions and in accordance with the applicable standard staking into consideration the basic conditions for preserving the environment.

Table des matières

| | |
|--|-----------|
| INTRODUCTION GENERALE | 1 |
| Chapitre I : PRÉSENTATION DU NOUVEAU POLE URBAIN D'OUAMRI | |
| I.1 INTRODUCTION | 2 |
| I.2 PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE | 2 |
| I.2.1 SITUATION GEOGRAPHIQUE | 2 |
| a) <i>Le contexte immédiat de l'aire d'étude</i> | 2 |
| I.2.2 DONNEES NATURELLES DU SITE | 3 |
| I.2.2.1 <i>Topographie</i> | 3 |
| I.2.2.2 <i>Relief</i> | 3 |
| I.2.2.3 <i>Géologie</i> | 4 |
| I.2.2.4 <i>Tectonique</i> | 4 |
| I.2.2.5 <i>Sismicité</i> | 4 |
| I.2.2.6 <i>Hydrogéologie</i> | 5 |
| I.2.3 SITUATION CLIMATIQUE | 5 |
| I.2.4 SITUATION HYDRAULIQUE | 7 |
| I.2.4.1 <i>Réseau d'assainissement</i> | 7 |
| I.2.4.2 <i>Réseau d'alimentation en eau potable</i> | 7 |
| I.3 CONCLUSION | 7 |
| Chapitre II : ETUDE HYDROLOGIQUE | |
| II.1 INTRODUCTION | 8 |
| II.2 Les averses | 8 |
| II.3 ETUDE DES PRECIPITATIONS MAXIMALES JOURNALIERES | 9 |
| II.3.1 Détermination de l'intensité moyenne de précipitation | 9 |
| II.3.1.1 Analyse des données pluviométriques | 9 |
| II.3.1.2 Choix de la loi d'ajustement | 11 |
| II.3.1.2.1 Ajustement de la série pluviométrique à la loi de GUMBEL | 12 |
| A) <i>Procédé d'ajustement</i> | 13 |
| B) <i>Calcul des paramètres d'ajustement par la loi de GUMBEL</i> | 15 |
| C) <i>Résultats de l'ajustement par la loi de GUMBEL (Méthode des moments)</i> | 18 |
| D) <i>Test d'adéquation ou test de PEARSON (test du Khi^2)</i> | 18 |
| II.3.1.2.2 Ajustement de la série pluviométrique à la loi de Galton (Log normale) | 19 |
| A) <i>Procédé d'ajustement</i> | 19 |
| B) <i>Calcul des paramètres d'ajustement par la loi de GALTON</i> | 20 |
| C) <i>Résultats de l'ajustement par la loi de GALTON</i> | 23 |
| D) <i>Test d'adéquation ou test de PEARSON (test du Khi^2)</i> | 23 |
| II.3.2 Pluie de courte durée | 24 |
| II.4 CONCLUSION | 25 |
| Chapitre III : CALCUL DE BASE | |
| III.1 INTRODUCTION | 26 |
| III.3 DECOUPAGE DE L'AIRE D'ETUDE EN SOUS BASSINS | 27 |

| | |
|--|-----------------------------|
| III.3.1 Définition | 27 |
| III.3.2 Choix de la limite des surfaces élémentaires (sous bassins) | 27 |
| III.4 RESEAU D'ASSAINISSEMENT | 28 |
| III.4.1 Définition | 28 |
| III.4.2 Rôle | 28 |
| III.4.3 Systèmes du réseau d'assainissement | 28 |
| III.4.3.1 Système unitaire | 28 |
| III.4.3.2 Le Système séparatif | 30 |
| III.4.3.3 Le Système pseudo-séparatif | 31 |
| III.4.3.4 Le système de réseau sous vide | 32 |
| III.4.3.5 Le système de réseau sous pression | 33 |
| III.4.4 Critères de choix du système de réseau | 33 |
| III.4.5 Schémas du réseau d'assainissement | 34 |
| III.4.5.1 Schéma Perpendiculaire | 34 |
| III.4.5.2 Schéma par déplacement latéral | 34 |
| III.4.4.3 Schéma transversal ou oblique | 35 |
| III.4.4.4 Schéma par zones étagée | 35 |
| III.4.4.5 Schéma radial | 35 |
| III.4.5 Critères de choix du système de réseau | 36 |
| III.5 EVALUATION DU COEFFICIENT DE RUISSELLEMENT | 36 |
| III.5.1 Définition | 36 |
| III.5.3 Détermination du coefficient de ruissellement de chaque surface élémentaire | 38 |
| III.6 CONCLUSION | 39 |
| Chapitre IV : EVALUATION DES DEBITS D'EAUX PLUVIALES ET USEES | |
| IV.1 INTRODUCTION | 40 |
| IV.2 EVALUATION DES DEBITS D'EAUX USEES | 40 |
| IV.2.1 Nature des eaux usées à évacuer | 40 |
| IV.2.2 Quantités des eaux usées domestiques à évacuer | 41 |
| IV.2.2.1 Evaluation du débit moyen journalier | 43 |
| IV.2.2.2 Evaluation du débit de pointe | 43 |
| IV.3 EVALUATION DES DEBITS D'EAUX PLUVIALES | 46 |
| IV.3.1 La méthode rationnelle | 46 |
| IV.3.1.1 Hypothèses de la méthode rationnelle | 47 |
| IV.3.1.2 Validité de la méthode rationnelle | 47 |
| IV.3.1.3 Temps de concentration t_c | Erreur ! Signet non défini. |

| | |
|---|----|
| <i>IV.3.1.4 Limites de la méthode rationnelle</i> | 48 |
| <i>IV.3.2 La méthode superficielle (méthode de Caquot)</i> | 48 |
| <i>IV.3.2.1 Hypothèse et base de calcul du modèle</i> | 49 |
| <i>IV.3.2.2 Définition des variables de la formule de Caquot</i> | 50 |
| <i>IV.3.2.3 Validité de la méthode superficielle</i> | 51 |
| <i>IV.3.3 Choix de la méthode</i> | 51 |
| <i>IV.3.4 Calcul des débits d'eaux pluviales par la méthode rationnelle</i> | 52 |
| <i>IV.4 CONCLUSION</i> | 53 |

Chapitre V : CALCUL HYDRAULIQUE DU RESEAU D'ASSAINISSEMENT

| | |
|--|----|
| <i>V.1 INTRODUCTION</i> | 54 |
| <i>V.2 CALCUL HYDRAULIQUE DU RESEAU D'ASSAINISSEMENT</i> | 54 |
| <i>V.3 CONCEPTION DU RESEAU</i> | 54 |
| <i>V.4 Dimensionnement du réseau d'assainissement</i> | 55 |
| <i>V. 5 – Formules d'écoulements</i> | 55 |
| <i>V.5 CONCLUSION</i> | 60 |

Chapitre VI : LES ELEMENTS CONSTITUTIFS DU RESEAU D'EGOUT

| | |
|---|----|
| <i>VI.1 INTRODUCTION</i> | 61 |
| <i>VI.2 OUVRAGES PRINCIPAUX</i> | 61 |
| <i>VI. 2-1- Canalisations</i> | 61 |
| <i>VI.2.2 Types De Canalisation</i> | 61 |
| <i>VI- 2 - 2-1 Conduites en béton non armé</i> | 62 |
| <i>VI - 2 -2 -2 Conduites en béton armé</i> | 62 |
| <i>VI -2 - 2- 3 Conduites en amiante – ciment</i> | 62 |
| <i>VI- 2- 2- 4 Conduites en grés</i> | 62 |
| <i>VI- 2-2- 5 Conduites en chlorure de polyvinyle (p.v.c) non plastifié</i> | 62 |
| <i>VI. 2-3-Choix du type de canalisation</i> | 62 |
| <i>VI-2 –4 Différentes actions supportées par la conduite</i> | 63 |
| <i>VI - 2 – 5 Protection des conduites</i> | 64 |
| <i>VI- 2- 6 Essai des tuyaux préfabriqués</i> | 65 |
| <i>VI.3.1.1 Collecteurs à cunette et banquettes</i> | 66 |
| <i>VI.3.1.2 Galeries de déversoirs d'orage</i> | 66 |

| | |
|--|----|
| <i>VI.3.2 Choix du matériau des collecteurs</i> | 66 |
| VI.4 OUVRAGES ANNEXES | 66 |
| <i>VI.4.1 Les ouvrages normaux</i> | 67 |
| <i>VI.4.1.1 Les branchements particuliers</i> | 67 |
| <i>VI.4.1.2 Gargouilles</i> | 67 |
| <i>VI.4.1.3 Caniveaux</i> | 67 |
| <i>VI.4.1.4 Bouches d'égout</i> | 67 |
| | |
| <i>c) Dimensionnement des bouches d'égout à grille</i> | 68 |
| <i>VI.4.1.5 Regards</i> | 70 |
| <i>VI.4.2 Les ouvrages spéciaux</i> | 73 |
| <i>VI.4.2.1 Les déssableurs</i> | 73 |
| <i>VI.4.2.2 Les déversoirs d'orage</i> | 74 |
| <i>VI.4.2.3 Déraillleurs</i> | 74 |
| <i>VI.4.2.4 Siphons</i> | 74 |
| VI.5 CONCLUSION | 75 |

Chapitre VII : ORGANISATION DE CHANTIER

| | |
|--|----|
| VII.1 INTRODUCTION | 76 |
| VII.2 IMPLANTATION DES CANALISATIONS | 76 |
| VII.3 EXECUTION DES TRAVAUX | 77 |
| <i>VII.3.1 Chargement, déchargement, manutention et stockage des conduites</i> | 77 |
| <i>VII.3.2 Décapage de la couche de terre végétale</i> | 78 |
| <i>VII.3.3 Emplacement des jalons des piquets (piquetage)</i> | 78 |
| <i>VII.3.4 Construction de la tranchée</i> | 78 |
| <i>VII.3.5 Aménagement du lit de pose</i> | 79 |
| <i>VII.3.6 Exécution des regards</i> | 80 |
| <i>VII.3.7 Pose des canalisations en tranchée</i> | 80 |
| <i>VII.3.8 Mise en place des conduites</i> | 80 |

| | |
|--|----|
| <i>VII.3.9 Conditions de pose des tuyaux</i> | 80 |
| <i>VII.3.10 Assemblage des conduites</i> | 80 |
| <i>VII.3.11 Faire les essais d'étanchéité pour les conduites et les joints</i> | 80 |
| <i>VII.3.12 Remblaiement des tranchées</i> | 81 |
| VII.4 CHOIX DES ENGINS | 82 |
| <i>VII.4.1 Pour le décapage de la couche de la terre végétale</i> | 82 |
| <i>VII.4.2 La niveleuse</i> | 82 |
| <i>VII.4.3 Pour l'excavation des tranchées</i> | 83 |
| <i>VII.4.4 Pour le remblaiement des tranchées</i> | 83 |
| <i>VII.4.5 Pour le compactage</i> | 83 |
| VIII.5 DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF | 83 |
| <i>VIII.5.1 Détermination des différents volumes</i> | 84 |
| VIII.6 PLANIFICATIONS DES TRAVAUX | 87 |
| VIII.7 CONCLUSION | 90 |
| CONCLUSION GENERALE | 91 |
| <i>Référence bibliographique</i> | |
| <i>Annexes</i> | |

| | |
|--|-----------------------|
| <i>Tableau I.1 : Identification de la station de Médéa</i> | 5 |
| <i>Tableau I.2 : Températures moyennes annuelles</i> | 5 |
| <i>Tableau I.3 : Variation annuelle de l'humidité</i> | 6 |
| <i>Tableau I.4 : Répartition mensuelle de la pluie annuelle</i> | 6 |
| <i>Tableau I.5 : Nombre moyen de jours d'orage</i> | 6 |
| <i>Tableau I.6 : Vents moyens mensuels</i> | 7 |
| <i>Tableau II.1 : Identification de la station de Médéa</i> | 10 |
| <i>Tableau II.2 : La série des précipitations maximales journalières (mm) (1970-2012)</i> | 10 |
| <i>Tableau II.2 : La série des précipitations maximales journalières (mm) (1970-2012) (Suite)</i> | Erreur ! Signet non d |
| <i>Tableau II.3 : Ajustement de la série pluviométrique à la loi de GUMBEL</i> | 14 |
| <i>Tableau II.4 : Résultat d'ajustement de la série pluviométrique à la loi de GUMBEL</i> | 18 |
| <i>Tableau II.5 : Ajustement de la série pluviométrique à la loi de GALTON (Log normale)</i> | 20 |
| <i>Tableau II.6 : Résultat d'ajustement de la série pluviométrique à la loi de GALTON</i> | 24 |
| <i>Tableau III.1 : Nombre d'habitant pour chaque sous bassin</i> | 27 |
| <i>Tableau III.2 : Coefficients de ruissellement relatifs à diverses surfaces</i> | 37 |
| <i>Tableau III.3 : Coefficient de ruissellement relatif à divers quartiers</i> | 37 |
| <i>Tableau III.4 : Coefficients de ruissellement en fonction de la zone d'influence</i> | 38 |
| <i>Tableau III.5 : Coefficient de ruissellement en fonction de la Catégorie D'urbanisation</i> | 38 |
| <i>Tableau III.6 : Coefficients de ruissellement en fonction de la densité de Population</i> | 38 |
| <i>Tableau III.7 : Coefficient de ruissellement pour chaque surface élémentaire</i> | 39 |
| <i>Tableaux IV.1 : Evaluation des débits des eaux usées des équipements</i> | 41 |
| <i>Tableau IV.2 : Détermination des débits de pointe d'eaux usées</i> | 44 |
| <i>Tableau IV.3 : Détermination des paramètres équivalents dans le cas de l'assemblage des bassins versants en série ou en parallèle</i> | 46 |
| <i>Tableau IV.3 : Calcul des débits pluviaux pour chaque sous bassin par la méthode Rationnelle</i> | 52 |
| <i>Tableau V.1 : Valeurs de K_s selon la nature des parois</i> | 57 |
| <i>Tableau VI.1 : Caractéristiques du tuyau en béton armé</i> | 64 |
| <i>Tableau VI.2 : Détermination de la section nette d'une bouche d'égout</i> | 70 |
| <i>Tableau VII.1 : Détermination du devis quantitatif et estimatif du projet</i> | 80 |
| <i>Tableau VII.2 : Détermination des délais</i> | 87 |

Liste des figures0

| | |
|---|----|
| <i>Figure I.1 : Image satellitaire du nouveau pôle urbain D'OUAMRI</i> | 3 |
| <i>Figure I.2 : Carte des zones sismiques de l'Algérie</i> | 4 |
| <i>Figure II.1 : Ajustement de la série pluviométrique à la loi de GUMBEL</i> | 17 |
| <i>Figure II.2 : Ajustement de la série pluviométrique à la loi de GALTON</i> | 22 |
| <i>Figure III.1 : Système unitaire</i> | 29 |
| <i>Figure III.2 : Système séparatif</i> | 30 |
| <i>Figure III.3 : Système pseudo-séparatif</i> | 31 |
| <i>Figure III.5 : schéma perpendiculaire</i> | 34 |
| <i>Figure III.6 : schéma étagé</i> | 34 |
| <i>Figure III.7 : schéma latéral</i> | 35 |
| <i>Figure III.8 : schéma oblique</i> | 35 |
| <i>Figure III.9 : schéma par zones étagée</i> | 35 |
| <i>Figure III.10 : schéma radial</i> | 36 |
| <i>Figure IV.1 : découpage d'un bassin en secteur</i> | 46 |
| <i>Figure V.1 Organigramme du programme</i> | 60 |
| <i>Figure VI.1 : Bouche à accès sur le dessus (bouches à grilles)</i> | 67 |
| <i>Figure VI.2 : Bouche à accès latéral (avaloirs)</i> | 67 |
| <i>Figure VI.3 : Regard de visite</i> | 71 |
| <i>Figure VI.4 : Regard de jonction</i> | 72 |
| <i>Figure VI.5 : Regard latéral</i> | 72 |
| <i>Figure VI.6 : Regard double</i> | 73 |
| <i>Figure VI.7 : Regard de chute</i> | 73 |
| <i>Figure VII.1 : Construction d'une tranchée</i> | 82 |
| <i>Figure VII.2 : Réseau à nœud</i> | 89 |

Liste des planches

Planche N°1 : Plan de masse avec traçage du réseau de nouveau pôle urbain D'OUAMRI (W.MEDEA).

Planche N°2 : Plan de masse de nouveau pôle urbain D'OUAMRI (W.MEDEA).

Planche N°3 : Profil en long du collecteur principal I de nouveau pôle urbain D'OUAMRI (W.MEDEA).

Planche N°4 : Profil en long du collecteur principal II de nouveau pôle urbain D'OUAMRI (W.MEDEA).

Planche N°5: Les éléments constitutifs du réseau d'égout de nouveau pôle urbain D'OUAMRI (W.MEDEA).

INTRODUCTION GENERALE

L'Assainissement des eaux usées est devenu un impératif pour nos sociétés modernes. En effet, le développement rapide de la population en milieu urbain ainsi que l'évolution du Mode de vie entraînent un accroissement rapide des structures urbaines implique des besoins En eau importants qui s'accompagnent inévitablement d'une production croissante des rejets Polluants. L'abondance et la densité des produits nocifs charriés par les eaux usées, neutralisent de plus en plus la masse limitée de la ressource globale en eau.

Le réseau d'assainissement du nouveau pôle urbain OUAMRI n'existe pas, les Risques de la pollution du milieu naturel ainsi que les nappes souterraines sont très grands, C'est donc cela que sens que l'assainissement des agglomérations a pour but d'assurer l'évacuation des eaux usées, pluviales dans des conditions satisfaisantes (pour préserver et la santé publique). Donc notre but est d'aboutir toujours à des Réseaux d'assainissement surs et fiables quel que soit le changement dans la quantité et la qualité des rejets.

L'objectif principal de ce travail est le dimensionnement du réseau d'assainissement du Nouveau pôle urbain OUAMRI qui consiste à assurer l'évacuation des eaux usées vers OUED OULIGUE ainsi que le dimensionnement des accessoires formants ce réseau pour la Protection de la santé humaine contre la propagation des maladies qui peuvent résulter par ces Rejets.

Ouvrages généraux :

[01] **BOURIER. R. 1997** «Les réseaux d'Assainissement. Calcul-Application Perspectives». 11, rue Lavoisier 75384 Paris Cedex 08.

[02] **TOUAIBIA. B. 2004** « Manuel pratique d'hydrologie ». Presse Madani Frères. Blida. Algérie.

[03] **ANDRE.H. 1976** « Hydrométrie pratique des cours d'eau ». Paris : Eyrolles.

[05] **GOMELLA.C ET GUERREE.H. 1986** «Guide technique de l'assainissement dans les agglomérations urbaines et rurales». 61, Boulevard Saint-Germain. 75005 Paris.

[12] **BOURRIER. R. 2008** « Les réseaux d'assainissement, calculs application et perspective 5ème EDITION ». Paris.

[13] **MARC. S ET BECHIR. S 1990** « Guide technique de l'assainissement 3ème édition ».

Supports de cours :

[06] **SALAH. B. 2012** « Les réseaux d'égout ». Cours magistral. ENSH. BLIDA. Dz.

[07] **SALAH. B. 2011** « Guide d'élaboration d'un projet à l'usage des ingénieurs ». Cours magistral. ENSH. BLIDA. Dz.

[10] **SALAH. B. 1993** « Cours d'assainissement ». Cours magistral. ENSH. BLIDA. Dz.

Web graphie :

[04] www.Wikipédia.fr. (Consulté en Juillet 2013).

[08] <http://www.ingdz.com/vb/showthread.php?t=17787>. (Consulté en Juillet 2013).

[09] http://www.barriquand.fr/pages/metiers/assainissement_fiche.php?specialite=Assainissement+%22outdoor%22&produit=++Fonctionnement+g%E9n%E9ral&ID=123. (Consulté en Juillet 2013).

[11] <http://books.google.fr/>. (Consulté en Juillet 2013).

[14] SOTICI – Préconisations de pose des tubes assainissement. (Consulté en Juillet 2013).

Chapitre I : PRÉSENTATION DU NOUVEAU POLE URBAIN D'OUAMRI

I.1 INTRODUCTION

La présentation de la zone d'étude est une phase importante pour procéder à l'élaboration et la conception des réseaux d'assainissement qui tiennent compte de tous les facteurs (géographique, topographique, géologique, démographique, et climatique, etc...).

I.2 PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

I.2.1 SITUATION GEOGRAPHIQUE

La commune de D'OUAMRI , l'ancien BURLEY WASABI fondé en 1943, est située à l'ouest de la Wilaya de Médéa, sur une altitude qui varie entre 700 et 900 m au-dessus du niveau de la mer, elle a une superficie s'étalant sur 88 Km².

Elle est limitée :

- Au Nord : par le commune de TAMEZGUIDA;
- Au Sud : par la commune de HANNACHA;
- A L'Est : par le commune d'OUED HARBIL;
- A L'Ouest : par la Wilaya de AIN DEFLAE (Communes Boumedfaa, Djandel et Oued Chorfa);

a) Le contexte immédiat de l'aire d'étude :

L'aire d'intervention fait partie de la commune de D'OUAMRI et elle s'étale sur une surface de 40 ha. Elle est limitée :

- Au Nord par : Terrain nu ;
- Au Sud par : La chemin wilaya CW N°18 ;
- A l'Est par : Habitation et chaaba ;
- A l'Ouest par : Terrain nu ;

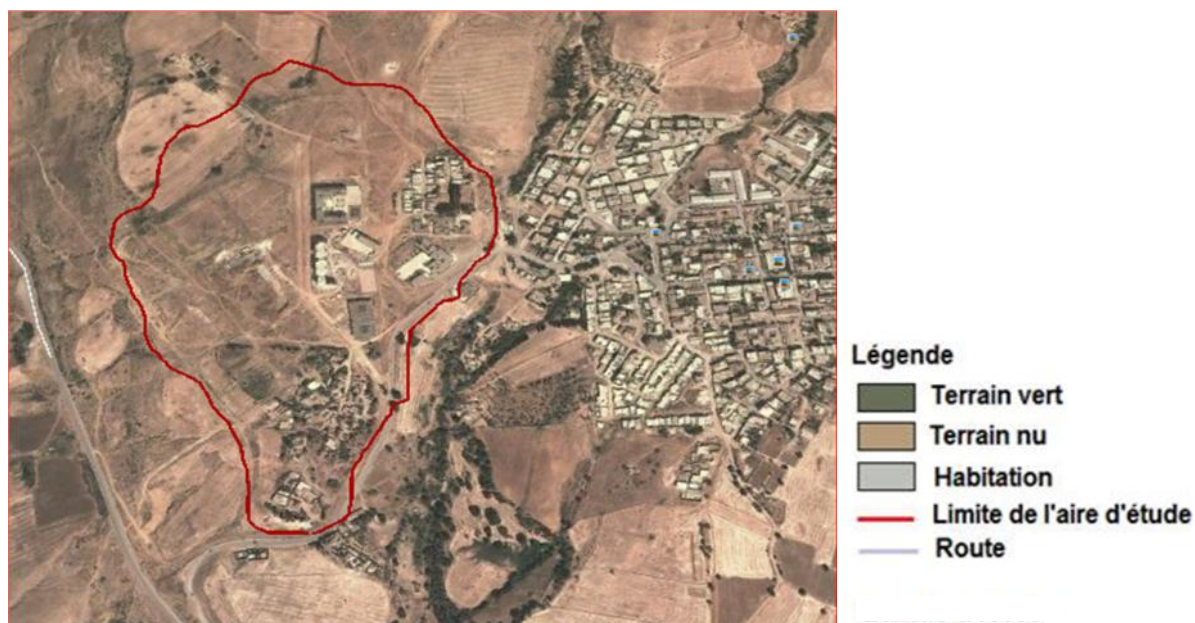


Figure I.1 : Image satellitaire du nouveau pôle urbain D'OUAMRI.

I.2.2 DONNEES NATURELLES DU SITE :

I.2.2.1 Topographie :

La topographie joue un rôle très important dans la conception du projet. Le relief d'une zone, la pente de terrain sur des sites potentiels, d'implantation, et autant de paramètres topographiques et morphologiques nécessaires de choix et à la conception d'un système d'assainissement concernant les réseaux, la topographie joue un rôle essentiel car elle permette (dans les cas favorable qu' il convient de rechercher et de privilégier) de remplir au moindre coût deux conditions hydrauliques nécessaires au bon fonctionnement d'un réseaux de collecte des effluents :

- Obtention d'une vitesse suffisante au sein de canalisations permettant leur auto curage selon une fréquence déterminée.
- Ecoulement à surface libre.

2.2.2-relief :

Dans son relief, le site de la commue est composé par des pentes moyennes qui varient de 0% à 15% réparties sur l'étendue de la surface de **88 Km²**.

L'aire d'étude trouve dans la zone caractérisée par une altitude moyenne de 725 m NGA.

I.2.2.3 Géologie :

Notre site est caractérisé par des séries d'âge crétacé moyen, avec un albertien calcaire-marneux et argile silt eux, Cénomaniens, Essentiellement marna-calcaire.

I.2.2.4 Tectonique :

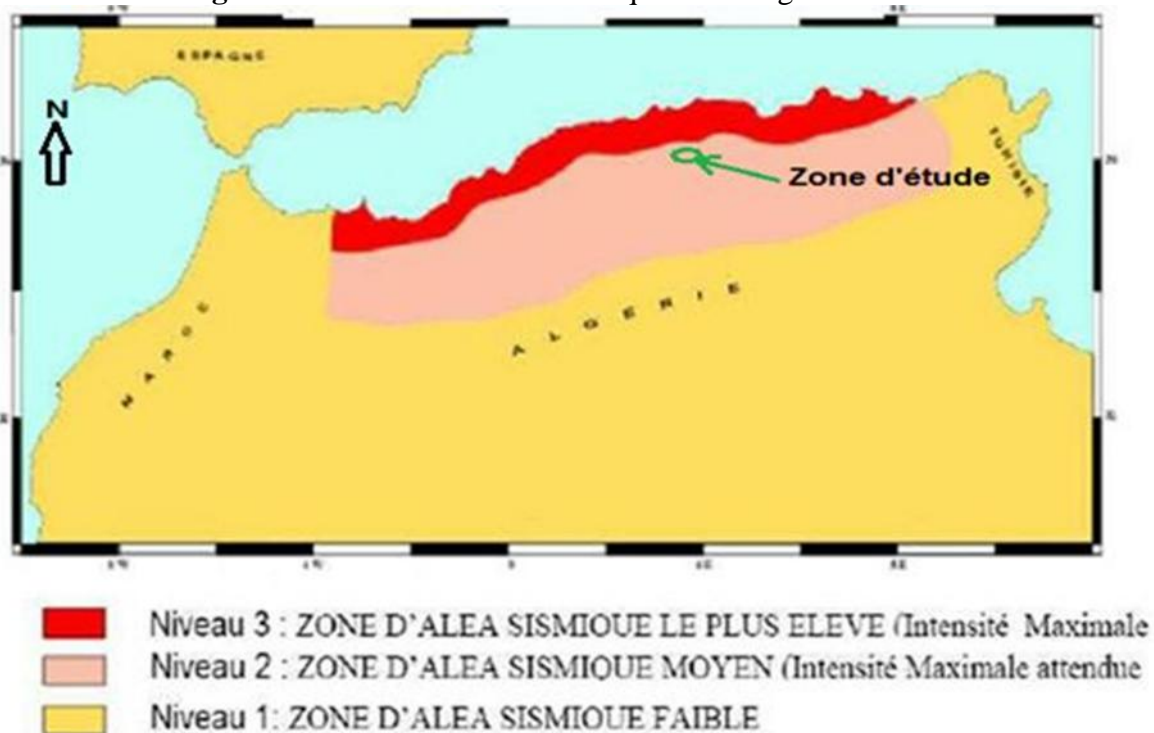
Du point de vue tectonique, la région de D'OUAMRI est mal connue car les formations post orogéniques cachent la structure de l'anticlinorium des Bibans vers la partie septentrionale de la plaine de D'OUAMRI. La plupart d'accident affectant le terrain correspond au rejet d'anciennes structures.

I.2.2.5 Sismicité :

L'Algérie est découpée en quatre (03) zones sismiques La wilaya de Médéa se trouve dans la zone (2) c'est-à-dire une zone à moyenne sismicité.

La région d'OUAMRI est classée dans la zone 2. Qui est considéré comme secteur à un risque moyen de sismicité. Des règles parasismiques sont recommandées pour les constructions (RPA 99).

Figure I.2 : Carte des zones sismiques de l'Algérie



I.2.2.6 Hydrogéologie :

Les principales réserves d'eaux souterraines de la région sont contenues dans la nappe alluviale des oueds et ses affluents. Le terrain réservoir est constitué par un remplissage alluvionnaire quaternaire (sables, graviers, limons et argiles). Cet aquifère est capté par des puits paysans destinés à l'alimentation domestique (se concentrent généralement le long des oueds). La recharge de la nappe se fait essentiellement par l'infiltration directe des pluies mais aussi par les oueds, notamment en situation de basses eaux.

I.2.3 SITUATION CLIMATIQUE :

La station climatologique n'existe pas, nous avons pris celles des stations les plus proches de cette zone, c'est-à-dire « Médéa ».

La commune de **OUAMRI** est soumise au climat des hauteurs intérieures du pays qui est généralement caractériser par une saison chaude et peu humide entre le mois de Mai et le mois de Septembre et une saison froide et pluvieuse entre le mois d'Octobre et le mois d'Avril.

Tableau I.1 : Identification de la station de Médéa.

| Station | Code | X (Km) | Y (Km) | Z (m) | Nombre d'observations | Période d'observations |
|---------|--------|--------|--------|-------|-----------------------|------------------------|
| Médéa | 090302 | 557.2 | 322.65 | 600 | 42 | 1970-2012 |

a) Températures :

L'analyse des moyennes mensuelles des températures de la région permettent de conclure que la région de Ouamri est soumise à une température de (32°C) durant la période comprise entre Juin et Septembre de (3°C) durant la période comprise entre Novembre et Mars (saison hivernale), la température moyenne mensuelle est de 12 .

Tableau I.2 : Températures moyennes annuelles (2001-2012).

| mois | Sep | Oct | Nov | Déc | Jan | Fév | Mar | Avr | Mai | Juin | Juil | Août | Moy annuelle |
|-----------------------|-----|------|------|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|--------------|
| Températures moy (°C) | 24 | 16.6 | 11.6 | 7.8 | 3.5 | 7.6 | 8 | 12.1 | 16.9 | 28.2 | 35 | 33 | 18.3 |

Source : [ONM]

b) Humidité :

La répartition mensuelle de l'humidité relative est donnée par le tableau I.3.

Tableau I.3 : Variation mensuelle de l'humidité

| Mois | Jan | Fév | Mars | Avril | Mai | Juin | Juil | Aout | Sept | Oct | Nouv | Dec | Moy annuelle |
|------------|-----|-----|------|-------|-----|------|------|------|------|-----|------|-----|-----------------|
| 7H | 85 | 83 | 76 | 76 | 65 | 59 | 51 | 50 | 66 | 75 | 81 | 85 | 71 |
| 13H | 69 | 53 | 57 | 51 | 42 | 11 | 32 | 31 | 39 | 49 | 60 | 69 | 46.25 |
| 18H | 80 | 76 | 72 | 64 | 64 | 55 | 45 | 47 | 60 | 67 | 72 | 80 | 65.16 |

Source : [ONM]

c) Pluviométrie:

Le rythme des précipitations se caractérise par une irrégularité annuelle dont la moyenne ne dépasse pas annuellement 600 mm/an.

La plus grande partie des pluies se répartissent entre les mois d'Octobre et Avril.

Tableau I.4 : Répartition mensuelle de la pluie annuelle (1970-2012).

| Mois | Sep | Oct | Nov | Déc | Jan | Fév | Mar | Avr | Mai | Juin | Juil | Aot | Total |
|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|---------------|
| Moyenne (mm) | 15.56 | 13.28 | 18.03 | 17.42 | 16.01 | 16.35 | 17.12 | 16.44 | 16.90 | 6.64 | 3.71 | 3.82 | 161.27 |

Source : ANRH (ALGER)

d) Orages :

Le tableau I.5 donne des moyennes mensuelles et annuelles des nombres des jours des orages.

Tableau I.5 : Nombre moyen de jours d'orage (2001-2012).

| mois | Jan | Fév | Mar | Avr | Mai | Jui | Jui | Août | Sep | Oct. | Nov | Dec | Année |
|----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|------|-----|-----|-------------|
| Nombre de jours | 2.7 | 2.8 | 1.7 | 1,4 | 1.2 | 0.8 | 0.8 | 0.5 | 1.1 | 1,0 | 1.3 | 2.1 | 17.4 |

Source : ANRH (ALGER)

e) Les vents dominants :

Les vents dominants sont généralement modérés et faibles ayant respectivement des directions ouest et nord-ouest.

Pour avoir un aperçu de la grandeur de ces vents on propose le tableau I.6 qui récapitule les vents moyens mensuels durant l'année.

Tableau I.6 : Vents moyens mensuels (2001-2012).

| Mois | Jan | Fév | Mar | Avr | Mai | Juin | Juil | Août | Sep | Oct | Nov | Déc |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Vitesse (km/h) | 4,45 | 4,24 | 5,11 | 4,24 | 4,33 | 3,30 | 3,59 | 3,68 | 3,51 | 3,89 | 4,33 | 4,48 |

Source: [ONM]

I.2.4 SITUATION HYDRAULIQUE:

La situation hydraulique comprend :

I.2.4.1 Réseau d'assainissement:

La zone d'étude est dépourvue de réseau d'assainissement.

Donc notre objectif est de dimensionner un réseau d'assainissement qui permette d'évacuer les eaux usées qui constituent un grand danger pour l'environnement, car les risques de pollution sont grands pas seulement pollution du milieu naturel mais aussi la pollution des ressources en eau potable (forages, puits, nappes phréatiques) par le fait d'infiltration.

I.2.4.2 Réseau d'alimentation en eau potable :

L'alimentation en eau potable se fait à partir du réservoir situé au Nord du pôle dont le volume $V=1000\text{m}^3$ qui est alimenté à partir de barrage Ghrib se situe en dehors de la zone d'étude. Le réseau de distribution est de type maillé et le taux de branchement est 100%. Les conduites sont en PEHD avec un diamètre varie entre 60 et 200 mm.

I.3 CONCLUSION :

Dans cette partie nous avons défini les données nécessaires concernant notre zone d'étude du point de vue topographie, géologie, climatologie ainsi que la situation hydraulique. Ces données vont nous servir de base pour l'élaboration de notre projet qui consiste à l'étude du réseau d'assainissement.

Chapitre II : ETUDE HYDROLOGIQUE

II.1 INTRODUCTION :

Les données hydrologiques relatives aux études de drainage urbain sont principalement les petites pluies et les averses. [01]

Des études hydrologiques plus ou moins poussées sont indispensables pour le dimensionnement du réseau d'assainissement. Celui-ci est lié à la probabilité de l'apparition de l'événement « pluie max journalière », soit donc la période de retour.

Pour l'assainissement, la période de retour est généralement d'environ 10 ans. Elle représente la période que met une averse d'une intensité donnée pour se manifester. Une pluie de période de retour de 10 ans est une pluie qui peut se manifester une fois tous les 10 ans. [03]

En plus, La période de retour du réseau d'évacuation est le résultat d'une étude technico-économiques pouvant assurer une estimation de débit de ruissellement nécessaire pour le fonctionnement optimale du réseau.

La connaissance de l'intensité moyenne maximale est très importante dans le dimensionnement des réseaux d'égouts. Ceci nécessite la connaissance des précipitations, en particulier les pluies maximales journalières et les pluies de courte durée (Averses).

II.2. Les averses :

Une averse est une précipitation se caractérisant par un début et une fin brusques et par des variations rapides d'intensité. Souvent forte et de courte durée. [04]

Les averses sont des éléments de pluies associées à une même perturbation météorologique. La durée du phénomène continu varie entre quelques minutes et plusieurs dizaines d'heures. [01]

Les éléments averses considérés dans le réseau se caractérisent soit par :

- Un volume important
- Une forte intensité
- Une érosion ou un apport de pollution liée au ruissellement. Dans l'averse de projet nous retenons que « la pluie nette », définit comme la différence entre la lame précipitée totale

enregistrée et les pertes dans le bassin considéré (infiltration, saturation des sols, le stockage dans les dépressions, évaporation....).

II.3 ETUDE DES PRECIPITATIONS MAXIMALES JOURNALIERES :

II.3.1 Détermination de l'intensité moyenne de précipitation :

Pour l'évaluation de l'intensité moyenne de précipitation, on procède à des méthodes d'ajustement tel que la loi de GALTON et celle de GUMBEL.

Pour cela, l'analyse des pluies est basée sur les relevés pluviométriques effectués dans un certain nombre de stations sur une surface topographique considérée. Elle est basée sur l'hypothèse que la pluie tombée à une station est représentative de celle tombée tout autour de cette station sur une étendue plus ou moins large selon la densité du réseau que l'on appelle zone d'influence du pluviomètre.

L'intensité moyenne maximale est exprimée en mm/h, elle est donnée par la formule (II-1), c'est la lame d'eau précipitée (\bar{h}) rapportée à un intervalle de référence t (h).

$$\bar{h} = \frac{\Delta h}{\Delta t} \quad \text{II-1}$$

Avec :

\bar{h} : Intensité moyenne en mm/ h.

Δh : Hauteur de pluie tombée pendant la durée Δt .

Les étapes à suivre pour la détermination de l'intensité moyenne de précipitation sont :

- Le traitement statistique des données pluviométriques qui consiste à déterminer les caractéristiques empiriques de la série de précipitations maximales journalières.
- le choix du type de loi à laquelle il faut ajuster nos données.
- Calculer les paramètres de la loi choisie et vérifier son adéquation.
- Détermination de quantile de période de retour de 10ans.

II.3.1.1 Analyse des données pluviométriques :

Dans notre étude on prend une série pluviométrique qui comporte les précipitations maximales journalières pour la période la plus longue possible.

Chapitre II : ETUDE HYDROLOGIQUE

La station climatologique n'existe pas, nous avons pris celles des stations les plus proches de cette zone, c'est-à-dire « Médéa », La station « Médéa » est prise comme station de référence, son identification est présentée dans le Tableau II.1 :

Tableau II.1 : Identification de la station de Médéa :

| Station | Code | X (Km) | Y (Km) | Z (m) | Nombre d'observations | Période d'observations |
|---------|--------|-----------|-----------|----------|--------------------------|---------------------------|
| MEDEA | 011509 | 504.85 | 329.8 | 935 | 42 | 1970-2012 |

La série des précipitations maximales journalières est donnée dans le tableau II.2.

Tableau II.2 : La série des précipitations maximales journalières (mm) (1970-2012)

| Année | Sept | Oct | Nov | Dec | Jan | Fev | Mar | Avr | May | Jun | Juil | Aout | P _{maxj} |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------------------|
| 1970-71 | 1 | 6 | 4 | 17 | 17 | 7 | 12 | 11 | 26.5 | 3.7 | 16.2 | 0 | 26.5 |
| 71-72 | 6 | 13 | 40 | 15 | 38 | 42 | 17.1 | 16 | 1.7 | 9 | 0 | 2.8 | 42 |
| 72-73 | 16 | 11.9 | 30 | 32 | 20.6 | 28.7 | 23.4 | 14.4 | 0 | 0 | 1 | 0 | 32 |
| 73-74 | 20.8 | 6 | 3.2 | 19 | 2.2 | 15.8 | 45.9 | 9.3 | 23.8 | 0 | 0 | 0 | 45.9 |
| 74-75 | 8.4 | 15 | 44.7 | 1 | 50.6 | 12.7 | 13.3 | 4.4 | 6.5 | 2 | 0 | 0 | 50.6 |
| 75-76 | 6.5 | 0 | 24 | 8.7 | 24.5 | 13.5 | 31 | 23.2 | 51.5 | 17.5 | 16 | 4.7 | 51.5 |
| 76-77 | 13.4 | 8.7 | 15 | 9.5 | 11.5 | 7.5 | 8.2 | 22.8 | 19.4 | 8.7 | 0 | 3.5 | 22.8 |
| 77-78 | 3 | 1.3 | 21.6 | 3.8 | 10.6 | 6.9 | 21.7 | 18.3 | 21.6 | 0 | 0 | 2 | 21.7 |
| 78-79 | 0.5 | 21.9 | 21.8 | 4.5 | 14.9 | 23.3 | 22.9 | 6.7 | 5.2 | 4.6 | 0 | 3.3 | 23.3 |
| 79-80 | 49.5 | 19.3 | 9.2 | 17 | 33.8 | 3.4 | 23.7 | 21.8 | 7.6 | 0 | 0 | 0 | 49.5 |
| 80-81 | 0 | 6.2 | 17 | 39.2 | 8.3 | 12 | 18.3 | 15.7 | 9.1 | 15.7 | 0 | 0 | 39.2 |
| 81-82 | 1.6 | 7.5 | 2.1 | 27.5 | 22.3 | 10.5 | 12.7 | 27.2 | 20.6 | 21.2 | 0 | 3.8 | 27.5 |
| 82-83 | 5.5 | 20.1 | 28 | 17.9 | 0 | 14.7 | 6.9 | 19.9 | 3.6 | 0 | 14.6 | 9.1 | 28 |
| 83-84 | 1.5 | 1.8 | 4.5 | 9.4 | 8.9 | 33 | 4.4 | 20.6 | 11.7 | 8.9 | 0 | 3.5 | 33 |
| 84-85 | 2.7 | 38 | 13.5 | 13.5 | 3.9 | 17.9 | 18.7 | 5.7 | 17.9 | 0 | 8.8 | 0 | 38 |
| 85-86 | 20 | 5.6 | 26.7 | 12 | 9.8 | 18.3 | 50 | 4.5 | 2.9 | 5.6 | 0 | 8.2 | 50 |
| 86-87 | 8.4 | 7.7 | 10.7 | 18.5 | 15.9 | 24.9 | 5.7 | 1.6 | 10.5 | 24.9 | 0 | 0 | 24.9 |
| 87-88 | 0.4 | 15 | 22.4 | 15.3 | 3.9 | 8 | 13.7 | 24.4 | 9.3 | 2.8 | 2.6 | 0 | 24.4 |
| 88-89 | 19.2 | 10.9 | 47.3 | 71 | 6.8 | 6.9 | 20.5 | 24.6 | 3.9 | 9.7 | 8.7 | 12.6 | 71 |
| 89-90 | 17.2 | 2.8 | 5.4 | 7.1 | 10.1 | 0 | 25.2 | 12 | 50.9 | 19.3 | 27.1 | 0 | 50.9 |
| 90-91 | 8.3 | 6.8 | 9.7 | 18.3 | 27.8 | 18.5 | 22.2 | 6.4 | 6.6 | 3.1 | 3.2 | 0 | 27.8 |
| 91-92 | 3.2 | 32.1 | 3.8 | 4.8 | 50.1 | 6 | 18.6 | 19.6 | 32.1 | 15.3 | 4.8 | 0 | 50.1 |
| 92-93 | 14.5 | 17.1 | 40 | 11.5 | 11.7 | 14.4 | 7.6 | 11.3 | 33.3 | 8.9 | 0 | 4.5 | 40 |
| 93-94 | 31 | 5.3 | 7.4 | 9 | 18.6 | 31.3 | 0 | 23.6 | 2.5 | 0 | 0 | 3.7 | 31.3 |

Tableau II.2 : La série des précipitations maximales journalières (mm)(1970-2012) (Suite)

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------------|
| 94-95 | 16.2 | 15.3 | 13 | 14.5 | 34.2 | 16 | 25.1 | 3.3 | 0 | 8.6 | 0 | 10.4 | 34.2 |
| 95-96 | 8.8 | 11.8 | 10 | 4.2 | 11.1 | 19.1 | 17.4 | 33 | 21.2 | 30.2 | 6.4 | 6.9 | 33 |
| 96-97 | 11.6 | 5.2 | 10.9 | 9.7 | 13.6 | 9.7 | 1.2 | 17.9 | 16.9 | 2.4 | 0 | 9.9 | 17.9 |
| 97-98 | 24.6 | 22.9 | 17.6 | 12.4 | 6.7 | 30.1 | 6.1 | 17.2 | 32.4 | 2.9 | 0 | 5.7 | 32.4 |
| 98-99 | 46.4 | 19.6 | 16.4 | 8.6 | 14.4 | 21.6 | 21.6 | 0.6 | 13.7 | 0.8 | 0.9 | 3.6 | 46.4 |
| 99-00 | 12 | 8.7 | 8.3 | 43.5 | 4.5 | 3.2 | 7 | 7.5 | 8 | 2.4 | 0 | 7 | 43.5 |
| 00-01 | 11.5 | 19 | 14 | 18.3 | 28.1 | 10.6 | 0 | 11.4 | 4.4 | 4.7 | 0 | 5.2 | 28.1 |
| 01-02 | 10.2 | 2.2 | 12.7 | 4.8 | 7.6 | 7.8 | 3.8 | 2.8 | 1.6 | 0 | 10.4 | 19 | 19 |
| 02-03 | 12.5 | 8.5 | 15.1 | 26.9 | 27.4 | 20.4 | 2.9 | 34 | 25 | 0.2 | 0 | 3.2 | 34 |
| 03-04 | 54 | 23.9 | 15.6 | 14.7 | 12.1 | 4.5 | 9.6 | 15 | 35 | 0.4 | 16.4 | 6 | 54 |
| 04-05 | 11.9 | 17.4 | 22.1 | 18.2 | 22 | 13 | 4 | 7.6 | 1.2 | 4.7 | 7.5 | 0 | 22.1 |
| 05-06 | 9.7 | 26.8 | 15.6 | 20.9 | 17.6 | 23.8 | 10.7 | 47 | 22.7 | 3.7 | 2.1 | 0 | 47 |
| 06-07 | 28.9 | 4.5 | 28.8 | 16.2 | 2.2 | 20.3 | 52 | 16.9 | 19 | 8.7 | 8.6 | 2.2 | 52 |
| 07-08 | 60 | 15.3 | 21.6 | 4.7 | 2.5 | 19.9 | 29.2 | 3.4 | 33.3 | 11.2 | 0.6 | 0.5 | 60 |
| 08-09 | 17.3 | 12.7 | 12.7 | 34.3 | 11.3 | 4.8 | 20.5 | 25.8 | 14.8 | 0 | 0 | 8.2 | 34.3 |
| 09-10 | 29 | 13.3 | 17.5 | 26.2 | 22.9 | 42 | 31.7 | 7.1 | 26.1 | 2.5 | 0 | 3 | 42 |
| 10-11 | 3.2 | 20.1 | 27.2 | 8 | 8.7 | 29.6 | 12.5 | 33.3 | 38 | 14.5 | 0 | 7.2 | 38 |
| 11-12 | 27 | 30.6 | 26 | 43 | 3.9 | 13.2 | 19.9 | 41.5 | 17.6 | 0 | 0 | 0.8 | 43 |

(Source A.N.R.H ALGER)

II.3.1.2 Choix de la loi d'ajustement :

La validité des résultats d'une analyse fréquentielle dépend du choix du modèle fréquentiel et plus particulièrement de son type. Diverses pistes peuvent contribuer à faciliter ce choix, mais il n'existe malheureusement pas de méthode universelle et infaillible.

Ces critères de choix sont liés à un ajustement graphique d'abord et ensuite à un test de dispersion. L'allure des points sur du papier à probabilité permet à prime abord d'accepter ou de rejeter la loi (toute sinuosité, mauvaise courbure ou cassure de pente est considérée comme un mauvais ajustement. [02])

Devant un tel problème, les critères de choix pouvant être retenus sont :

- A qualité égale, la loi qui a le moins de paramètres est à retenir.
- A qualité égale et nombre de paramètres égaux, il faut comparer les estimations des deux lois : si ces estimations sont différentes, il faut prendre une nouvelle loi quitte à prendre un paramètre supplémentaire.

Les deux lois généralement utilisées pour déterminer les valeurs extrêmes sont :

- La loi doublement exponentielle ou loi de GUMBEL.
- La loi log normale ou loi de Galton.

II.3.1.2 .1 Ajustement de la série pluviométrique à la loi de GUMBEL :

La fonction de répartition de la loi de GUMBEL est donnée par l'expression II-2:

$$F(x) = e^{-e^{-\alpha(x-x_0)}} \quad \text{II-2}$$

Avec :

$F(x)$: Fréquence au dépassement de la valeur de x .

x_0 : Coefficients d'ajustement (sont déterminées en utilisant : soit la méthode des moindres carrées, soit la résolution d'un système d'équations formé avec les moments des deux premiers ordres).

x_0 : Paramètre de position (mode).

α : Paramètre d'échelle différent de zéro et positif appelé aussi « gradex ».

x : Variable étudiée ($P_{\max j}$).

Par un changement de variable $y = \alpha(x - x_0)$

La loi de GUMBEL s'écrit :

$$F(x) = F(y) = e^{-e^{-y}} \quad \text{II.3}$$

Où y est la variable réduite de GUMBEL.

$F(y)$: Fréquence au dépassement de la variable réduite y .

L'équation $y = \alpha(x - x_0)$ présentée sous la forme : $x = \left(\frac{1}{\alpha}\right) y + x_0$

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

Est l'équation d'une droite qui représente la loi de GUMBEL sur du papier diagramme à l'échelle de probabilité GUMBEL. Soit :

$$P_{\max j, P\%} = \left(\frac{1}{\alpha}\right) y + x_0 \quad \text{II.4}$$

A) Procédé d'ajustement : [02]

- Classement des valeurs par ordre croissant en leur affectant un numéro d'ordre.
- Calculer la fréquence expérimentale en utilisant la formule de Hazan :

$$F(x) = \frac{m-0.5}{n} \quad \text{II.5}$$

m: rang de précipitation.

n : nombre d'observations ou taille de la série.

- Calculer la variable de GUMBEL pour chaque valeur observée.

$$y = -[\ln -\ln F(x)] \quad \text{II.6}$$

- Reporter les valeurs observées sur papier GUMBEL.
- Calculer le coefficient de corrélation entre les valeurs observées et la variable réduite de GUMBEL dont la formule générale est :

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad \text{II.7}$$

\bar{x} et \bar{y} : Sont respectivement les moyennes arithmétiques des variables x et y.

- Si la corrélation est bonne, calculer les paramètres d'ajustement $\frac{1}{\alpha}$ et x_0 de la droite de GUMBEL.
- Tracer la droite de régression sur papier GUMBEL.
- Calculer les intervalles de confiance.

Les résultats du calcul sont représentés dans le tableau II.3 :

Chapitre II : ETUDE HYDROLOGIQUE

Tableau II.3 : Ajustement de la série pluviométrique à la loi de GUMBEL.

| Valeurs Classées | Ordre de classement | Fréquence expérimentale | Variable réduite | Valeur expérimentale | Valeur théorique | Borne inférieure | Borne Supérieure |
|------------------|---------------------|-------------------------|------------------|----------------------|------------------|------------------|------------------|
| 17.9 | 1 | 0.0595 | -1.037 | 17.9 | 22.333188 | 16.6025721 | 26.03771 |
| 19 | 2 | 0.0595 | -1.037 | 19 | 22.333188 | 16.6025721 | 26.03771 |
| 21.7 | 3 | 0.0595 | -1.037 | 21.7 | 22.333188 | 16.6025721 | 26.03771 |
| 22.1 | 4 | 0.0833 | -0.910 | 22.1 | 23.540966 | 18.2251292 | 27.10124 |
| 22.8 | 5 | 0.1071 | -0.804 | 22.8 | 24.555042 | 19.5684363 | 28.013226 |
| 23.3 | 6 | 0.1310 | -0.709 | 23.3 | 25.450359 | 20.737615 | 28.835223 |
| 24.4 | 7 | 0.1548 | -0.624 | 24.4 | 26.265887 | 21.7870101 | 29.599554 |
| 24.9 | 8 | 0.1786 | -0.544 | 24.9 | 27.024795 | 22.7486702 | 30.325696 |
| 26.5 | 9 | 0.2024 | -0.469 | 26.5 | 27.742162 | 23.6432295 | 31.026553 |
| 27.5 | 10 | 0.2262 | -0.396 | 27.5 | 28.428483 | 24.4848513 | 31.711302 |
| 27.8 | 11 | 0.2500 | -0.327 | 27.8 | 29.091459 | 25.2837573 | 32.386847 |
| 28 | 12 | 0.2738 | -0.259 | 28 | 29.736997 | 26.0476413 | 33.058634 |
| 28.1 | 13 | 0.2976 | -0.192 | 28.1 | 30.369811 | 26.782514 | 33.731132 |
| 31.3 | 14 | 0.3214 | -0.127 | 31.3 | 30.993796 | 27.493238 | 34.408143 |
| 32 | 15 | 0.3452 | -0.062 | 32 | 31.61228 | 28.1838807 | 35.093003 |
| 32.4 | 16 | 0.3690 | 0.003 | 32.4 | 32.228202 | 28.8579578 | 35.78873 |
| 33 | 17 | 0.3929 | 0.068 | 33 | 32.844237 | 29.5186055 | 36.498137 |
| 33 | 18 | 0.4167 | 0.133 | 33 | 33.462894 | 30.1687077 | 37.223921 |
| 34 | 19 | 0.4405 | 0.199 | 34 | 34.086595 | 30.8109918 | 37.968742 |
| 34.2 | 20 | 0.4643 | 0.265 | 34.2 | 34.717745 | 31.4481049 | 38.735299 |
| 34.3 | 21 | 0.4881 | 0.332 | 34.3 | 35.358792 | 32.0826775 | 39.52641 |
| 38 | 22 | 0.5119 | 0.401 | 38 | 36.012293 | 32.7173803 | 40.345086 |
| 38 | 23 | 0.5357 | 0.471 | 38 | 36.680974 | 33.3549799 | 41.194626 |
| 39.2 | 24 | 0.5595 | 0.544 | 39.2 | 37.367808 | 33.9983967 | 42.078719 |
| 40 | 25 | 0.5833 | 0.618 | 40 | 38.076095 | 34.6507726 | 43.001567 |
| 42 | 26 | 0.6071 | 0.695 | 42 | 38.809572 | 35.3155504 | 43.968034 |
| 42 | 27 | 0.6310 | 0.775 | 42 | 39.57254 | 35.9965756 | 44.983842 |
| 43 | 28 | 0.6548 | 0.859 | 43 | 40.370038 | 36.6982275 | 46.055816 |
| 43.5 | 29 | 0.6786 | 0.947 | 43.5 | 41.208069 | 37.425596 | 47.19222 |
| 45.9 | 30 | 0.7024 | 1.040 | 45.9 | 42.093919 | 38.1847229 | 48.403213 |
| 46.4 | 31 | 0.7262 | 1.140 | 46.4 | 43.036592 | 38.9829431 | 49.701489 |
| 47 | 32 | 0.7500 | 1.246 | 47 | 44.047461 | 39.8293783 | 51.103214 |
| 49.5 | 33 | 0.7738 | 1.361 | 49.5 | 45.141219 | 40.7356772 | 52.629421 |
| 50 | 34 | 0.7976 | 1.487 | 50 | 46.337384 | 41.7171656 | 54.308191 |
| 50.1 | 35 | 0.8214 | 1.626 | 50.1 | 47.662731 | 42.7947177 | 56.178196 |
| 50.6 | 36 | 0.8452 | 1.783 | 50.6 | 49.155478 | 43.9979697 | 58.294799 |
| 50.9 | 37 | 0.8690 | 1.964 | 50.9 | 50.872999 | 45.3712345 | 60.741281 |
| 51.5 | 38 | 0.8929 | 2.177 | 51.5 | 52.907346 | 46.9854061 | 63.651476 |
| 52 | 39 | 0.9167 | 2.442 | 52 | 55.420599 | 48.9650406 | 67.26129 |
| 54 | 40 | 0.9405 | 2.791 | 54 | 58.741141 | 51.5620811 | 72.049098 |
| 60 | 41 | 0.9643 | 3.314 | 60 | 63.717407 | 55.4265302 | 79.251812 |
| 71 | 42 | 0.9881 | 4.425 | 71 | 74.281577 | 63.5657568 | 94.607186 |

B) Calcul des paramètres d'ajustement par la loi de GUMBEL :

-Les caractéristiques empiriques :

- **La moyenne** $\langle\langle P_{max,j} \rangle\rangle$:

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

$$\overline{P_{max,j}} = \frac{\sum_{i=1}^n P_{max,j}}{n}$$

D'où

$\sum_{i=1}^n P_{max,j}$: La somme des précipitations maximales journalières durant 42 ans d'observations.

$$\sum_{i=1}^n P_{max,j} = 1556.3 \text{ mm}$$

n : nombre d'années d'observations n = 42 ans.

$$\overline{P_{max,j}} = \frac{1556.3}{42} = 37.7$$

$$\overline{P_{max,j}} = 37.7 \text{ mm}$$

- **L'écart type** $\langle\langle P_{max,j} \rangle\rangle$:

Pour n > 30 on a :

$$P_{max,j} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n [P_{max,j} - \overline{P_{max,j}}]^2}{n}}$$

$$P_{max,j} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{42} [P_{max,j} - 37.7]^2}{42}} = 12.2$$

$$P_{max,j} = 12.2 \text{ mm}$$

- Coefficient de corrélation r :

$$r = 0.980$$

r > 0,8 donc la corrélation est bonne.

- Calcul des paramètres d'ajustement :

$\frac{1}{\alpha}$: La pente de la droite de GUMBEL.

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{\sqrt{6}}{\pi} \sigma_{P_{max,j}}$$

$$\frac{1}{\alpha} \approx 0.78 \sigma_{P_{max,j}}$$

$$\frac{1}{\alpha} \approx 0.78 \times 12.2 = 9.52 \quad \frac{1}{\alpha} \approx \mathbf{9.52 \text{ mm}}$$

x_0 : Paramètre de position (mode).

$$x_0 = \bar{X} - 0.577 \times \frac{1}{\alpha}$$

$$x_0 = 37.7 - 0.577 \times 9.52 = 32.21 \quad x_0 = \mathbf{32.21 \text{ mm}}$$

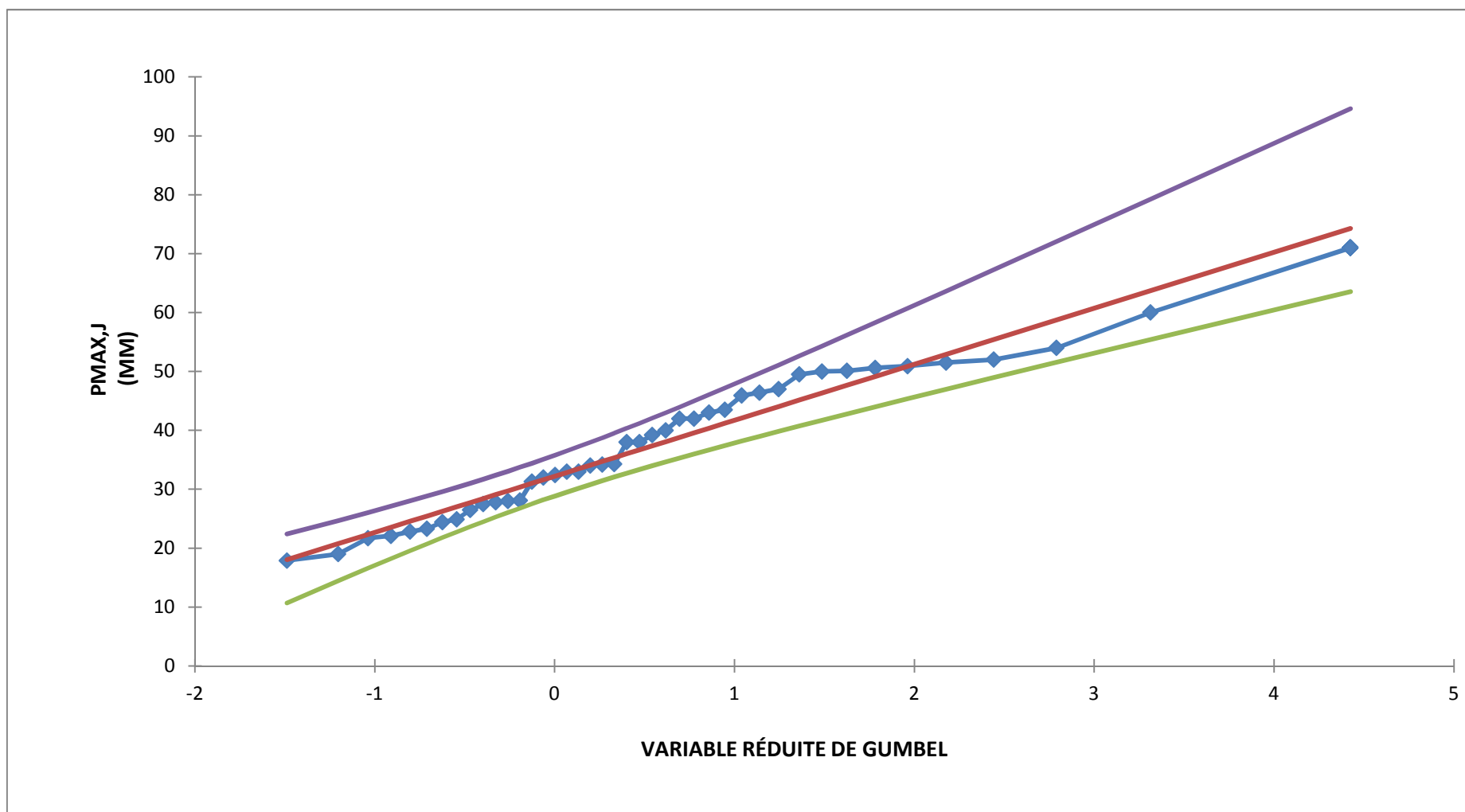
L'équation de la droite de GUMBEL s'écrit :

$$X = 9.52 y + 32.21$$

$$P_{max,j,P\%} = 9.52 y + 32.21$$

- Traçage de la droite de régression sur papier GUMBEL.

La droite de régression est représentée dans la figure II.1 à l'aide de logiciel HYDROLAB.



FigureII.1 : Ajustement de la série pluviométrique à la loi de GUMBEL

C) Résultats de l'ajustement par la loi de GUMBEL (Méthode des moments) :

Détermination des quantiles :

Les résultats sont représentés dans le tableau II.4

Tableau II.4: Résultat d'ajustement de la série pluviométrique à la loi de GUMBEL

| T (an) | Fréquence F(X) | U.Gumbel | Val.théo (mm) | Intervalle de confiance | |
|-----------|----------------|--------------|---------------|-------------------------|---------------|
| | | | | Borne inf | Borne sup |
| 100 | 0.999 | 4.600 | 75.949 | 64.845 | 97.036 |
| 50 | 0.98 | 3.902 | 69.308 | 59.742 | 87.370 |
| 10 | 0.9 | 2.250 | 53.600 | 47.533 | 64.646 |

F(x) : Probabilité au non dépassement.

T = 1/ (1-q) : Période de retour.

Val.théo = P_{maxj} : Précipitation maximale journalière.

U.Gumbel : Variable réduite de GUMBEL.

La précipitation maximale journalière pour une période de retour 10 ans c.à.d une fréquence au non dépassement F(x) =90% ou $y = -[\ln -\ln 0.9] = 2.25$ est :

$$P_{\max,j,10\%} = 53.600\text{mm} \quad p(47.53 < 53.6 < 64.65) = 95\%$$

D) Test d'adéquation ou test de PEARSON (test du Khi²):

L'objectif de ce test est de savoir si l'ajustement d'une loi de probabilité théorique s'adapte adéquate.

Résultats du test :

Nombre de degré de liberté : = 5

Nombre de classes : m = 8

$$\chi^2_{\text{calculée}} = 6$$

Puisque P($\chi^2_{\text{calculée}}$) = 30.62% > 5%, l'ajustement de la loi de GUMBEL aux précipitation maximales journalières est à considérer.

II.3.1.2 .2 Ajustement de la série pluviométrique à la loi de Galton (Log normale) :

Une variable aléatoire x a une distribution log normale lorsque $y = \ln x$ est normale. La loi de Galton résulte de la loi normale mais rendue dissymétrique par un changement de variables. Sa fonction de répartition est donnée par : [02]

$$F(x) = \frac{1}{\sqrt{2f}} \int_{-\infty}^u e^{-\frac{1}{2}u^2} du \quad \text{II-8}$$

$F(x)$: Fréquence au non dépassement.

La variable réduite u est de la forme :

$$u = \frac{\log(x-x_0) - a}{b} \quad \text{II.9}$$

Avec :

a et b sont des coefficients d'ajustement tel que :

a : moyenne des $\log(x - x_0)$.

b : écart type des $\log(x - x_0)$.

u : Variable réduite de GAUSS tabulée.

A partir de la variable réduite on peut écrire :

$$\log(x_{p\%} - x_0) = a + u.b$$

$$\log(x_{p\%} - x_0) = \overline{\log x} + u_{p\%} \uparrow_{\log x} \quad \text{II.10}$$

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

A) Procédé d'ajustement : [02]

- Classement des valeurs par ordre croissant (fréquence au non dépassement).
- Calcul de la fréquence expérimentale.
- Calcul des caractéristiques empiriques de la série initiale \bar{X} et s
- Calcul des caractéristiques de la série transformée en logarithme $\overline{\ln x}$ et $\ln s$.
- Report des valeurs sur papier Gausso-logarithmique.
- Détermination de la droite de Galton $\log x_{p\%} = \overline{\log x} + u_{p\%} \uparrow_{\log x}$
- Détermination de la valeur extrême soit graphiquement sur la droite, soit analytiquement par :

$$x_{p\%} = 10^{\overline{\log x} + u_{p\%} \uparrow_{\log x}} \quad \text{II.11}$$

Chapitre II : ETUDE HYDROLOGIQUE

Tableau II.5 : Ajustement de la série pluviométrique à la loi de GALTON (Log normale)

| Valeurs classées | Ordre de classement | Fréquence expérimentale | Variable réduite | Valeur expérimentale | Valeur théorique | Borne inférieure | Borne Supérieure |
|------------------|---------------------|-------------------------|------------------|----------------------|------------------|------------------|------------------|
| 17.9 | 1 | 0.0357 | -1.803 | 17.9 | 19.62822424 | 16.07722826 | 22.62486813 |
| 19 | 2 | 0.0357 | -1.803 | 19 | 19.62822424 | 16.07722826 | 22.62486813 |
| 21.7 | 3 | 0.0595 | -1.559 | 21.7 | 21.28771712 | 17.74960576 | 24.29310843 |
| 22.1 | 4 | 0.0833 | -1.383 | 22.1 | 22.56980082 | 19.050469 | 25.58572755 |
| 22.8 | 5 | 0.1071 | -1.242 | 22.8 | 23.65474495 | 20.15489825 | 26.6844516 |
| 23.3 | 6 | 0.1310 | -1.122 | 23.3 | 24.6179225 | 21.13656925 | 27.66508294 |
| 24.4 | 7 | 0.1548 | -1.016 | 24.4 | 25.4988276 | 22.03422835 | 28.56733416 |
| 24.9 | 8 | 0.1786 | -0.921 | 24.9 | 26.3210821 | 22.8710868 | 29.41500429 |
| 26.5 | 9 | 0.2024 | -0.833 | 26.5 | 27.1001362 | 23.66232071 | 30.22372631 |
| 27.5 | 10 | 0.2262 | -0.751 | 27.5 | 27.84678639 | 24.41850997 | 31.00450051 |
| 27.8 | 11 | 0.2500 | -0.674 | 27.8 | 28.56898279 | 25.14741034 | 31.7655078 |
| 28 | 12 | 0.2738 | -0.601 | 28 | 29.27284188 | 25.85494851 | 32.51312553 |
| 28.1 | 13 | 0.2976 | -0.531 | 28.1 | 29.96325394 | 26.54581988 | 33.25253733 |
| 31.3 | 14 | 0.3214 | -0.464 | 31.3 | 30.64426831 | 27.22386786 | 33.98812106 |
| 32 | 15 | 0.3452 | -0.398 | 32 | 31.31935024 | 27.89233639 | 34.72370891 |
| 32.4 | 16 | 0.3690 | -0.334 | 32.4 | 31.99155999 | 28.55404549 | 35.46277074 |
| 33 | 17 | 0.3929 | -0.272 | 33 | 32.66368375 | 29.21151854 | 36.20855016 |
| 33 | 18 | 0.4167 | -0.210 | 33 | 33.33833404 | 29.8670789 | 36.96417171 |
| 34 | 19 | 0.4405 | -0.150 | 34 | 34.01803102 | 30.52292674 | 37.7327305 |
| 34.2 | 20 | 0.4643 | -0.090 | 34.2 | 34.7052726 | 31.18120366 | 38.51737278 |
| 34.3 | 21 | 0.4881 | -0.030 | 34.3 | 35.4025988 | 31.84405041 | 39.32137362 |
| 38 | 22 | 0.5119 | 0.030 | 38 | 36.11265525 | 32.51366185 | 40.14821699 |
| 38 | 23 | 0.5357 | 0.090 | 38 | 36.83825972 | 33.19234291 | 41.00168356 |
| 39.2 | 24 | 0.5595 | 0.150 | 39.2 | 37.58247633 | 33.88256902 | 41.88595204 |
| 40 | 25 | 0.5833 | 0.210 | 40 | 38.34870225 | 34.58705515 | 42.80572096 |
| 42 | 26 | 0.6071 | 0.272 | 42 | 39.14077344 | 35.30883838 | 43.7663603 |
| 42 | 27 | 0.6310 | 0.334 | 42 | 39.96309795 | 36.05138062 | 44.77410551 |
| 43 | 28 | 0.6548 | 0.398 | 43 | 40.82082916 | 36.8187007 | 45.83631244 |
| 43.5 | 29 | 0.6786 | 0.464 | 43.5 | 41.72009697 | 37.61554937 | 46.9618003 |
| 45.9 | 30 | 0.7024 | 0.531 | 45.9 | 42.66832461 | 38.44764786 | 48.16132451 |
| 46.4 | 31 | 0.7262 | 0.601 | 46.4 | 43.67467465 | 39.32202225 | 49.44824565 |
| 47 | 32 | 0.7500 | 0.674 | 47 | 44.75069536 | 40.24748648 | 50.83950308 |
| 49.5 | 33 | 0.7738 | 0.751 | 49.5 | 45.91128856 | 41.2353634 | 52.35707858 |
| 50 | 34 | 0.7976 | 0.833 | 50 | 47.17621476 | 42.30060292 | 54.03028137 |
| 50.1 | 35 | 0.8214 | 0.921 | 50.1 | 48.57254123 | 43.46359541 | 55.89947939 |
| 50.6 | 36 | 0.8452 | 1.016 | 50.6 | 50.13884817 | 44.75327794 | 58.02253772 |
| 50.9 | 37 | 0.8690 | 1.122 | 50.9 | 51.9329706 | 46.21283256 | 60.48672471 |
| 51.5 | 38 | 0.8929 | 1.242 | 51.5 | 54.04758531 | 47.91111561 | 63.4328107 |
| 52 | 39 | 0.9167 | 1.383 | 52 | 56.64568578 | 49.96855545 | 67.11025569 |
| 54 | 40 | 0.9405 | 1.559 | 54 | 60.05725453 | 52.62734693 | 72.02874605 |
| 60 | 41 | 0.9643 | 1.803 | 60 | 65.13487059 | 56.50781424 | 79.52128468 |
| 71 | 42 | 0.9881 | 2.260 | 71 | 75.84148852 | 64.45110081 | 95.91421057 |

B) Calcul des paramètres d'ajustement par la loi de GALTON

-Les caractéristiques de la série transformée en logarithme $\log x_i$ et $\sigma_{\log x}$:

- La moyenne des logarithmes $\langle \log x \rangle$:

$$\overline{\log x} = \frac{\sum \log x_i}{n} \Rightarrow \overline{\log x} = 3.58$$

$$\overline{\log x} = 3.58$$

- **L'écart type des logarithmes** << $\log x$ >> :

$$\sigma_{\log x} = 0.33$$

L'équation de la droite de GALTON s'écrit :

$$\text{Log}x_{p\%} = 3.58 + 0.33u_{p\%}$$

Pour $F(x)=90\%$ $u = 1.28$

- Traçage de la droite de régression sur papier Gauss-logarithmique.

La droite de régression est représentée dans la figure II.2 à l'aide de logiciel HYDROLAB.

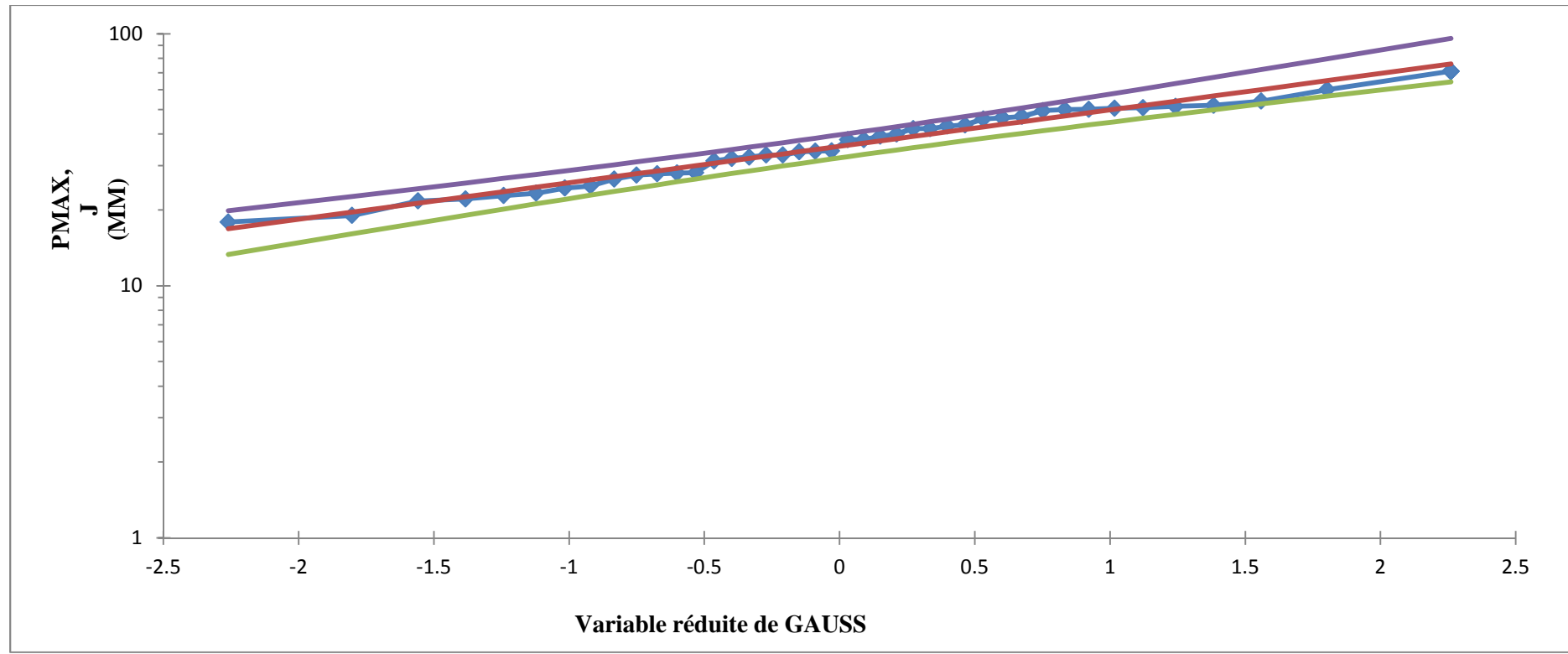


Figure II.2 : Ajustement de la série pluviométrique à la loi de GALTON.

C) Résultats de l'ajustement par la loi de GALTON :

Détermination des quantiles :

Les résultats sont représentés dans le tableau II.6

Tableau II.6 : Ajustement de la série pluviométrique à la loi de GALTON.

| T (an) | Fréquence F(X) | U.GAUSS | Val.théo (mm) | Intervalle de confiance | |
|-----------|-------------------|--------------|------------------|-------------------------|---------------|
| | | | | Borne inf | Borne sup |
| 100 | 0.999 | 2.326 | 77.529 | 60.679 | 98.565 |
| 50 | 0.98 | 2.054 | 70.808 | 60.752 | 88.113 |
| 10 | 0.9 | 1.282 | 54.766 | 48.483 | 64.443 |

F(x) : Probabilité au non dépassement.

T = 1/ (1-q) : Période de retour.

Val.théo = P_{maxj} : Précipitation maximale journalière.

U.GAUSS : Variable réduite de GAUSS.

La précipitation maximale journalière pour une période de retour 10 ans c.à.d une fréquence au non dépassement F(x) = 90% ou u = 1.28 est :

$$P_{\max,j,10\%} = 54.766\text{mm} \quad p(48.483 < 54.766 < 64.443) = 95\%$$

D) Test d'adéquation ou test de PEARSON (test du Khi²):

Résultats du test :

Nombre de degré de liberté : = 5

Nombre de classes : m = 8

$$\chi^2_{\text{calculée}} = 9.05$$

Puisque P($\chi^2_{\text{calculée}}$) = 10.72% > 5%, l'ajustement de la loi de GALTON aux précipitation maximales journalières est à considérer.

Remarque :

Le meilleur ajustement est celui pour lequel le σ^2 est le plus petit, donc nous choisissons la valeur de précipitation maximale journalière trouvée par la loi de GUMBEL.

$$P_{\max,j,90\%} = 53.600\text{mm}$$

II.3.2 Pluie de courte durée :

La connaissance des pluies de courte durée est très importante dans l'assainissement.

L'intensité moyenne maximale de durée de 15mn, pour une période de retour de 10ans entre dans le calcul des débits pluviaux. $I_{m,j,P\%}$

Pour le calcul de cette dernière, et pour un intervalle de référence 15 mn, nous utilisons la formule de MONTECCHIANARI :

$$I_{m,j,P\%} = \frac{P_{\max,j,P\%}}{24} \left(\frac{t}{24}\right)^{b-1} = I_{m,j,P\%} \left(\frac{t}{24}\right)^{b-1} \quad \text{II.12}$$

- $I_{m,j,P\%}$: Intensité moyenne maximale de précipitation pour une averse de fréquence P(%) et une durée de t.

- $I_{m,j,P\%}$: Intensité moyenne de précipitation pour une journée de fréquence P(%) donnée.

- t : Durée de l'averse en heures, t = 0.25h = 15 min pour une période de retour de 10 ans.

- b : Exposant climatique de la région (b = 0.35) qui est donné par l'ANRH (ALGER).

Pour l'estimation de l'intensité moyenne de précipitation, nous admettons qu'une averse ayant lieu une fois tous les 10 ans ; durant 15min, peut être la valeur optimale. Nous aurons

donc :

$$I_{m,j,10\%} = I_{m,j,10\%} \left(\frac{t}{24}\right)^{b-1} = \frac{P_{\max,j(10\%)}}{24} \left(\frac{t}{24}\right)^{b-1} \quad \text{Donc :}$$

$$I_{m,j,10\%} = \frac{53.600}{24} \left(\frac{0.25}{24}\right)^{0.35-1} = 45.39 \text{ mm / h}$$

-Détermination de l'intensité pluviale :

Qui est le débit spécifique

$$I = \frac{45.30 \times 10000}{3600} = 120.54 \text{ l/s/ha} \quad \mathbf{121 \text{ l/s/ha}}$$

II.4 CONCLUSION:

Dans ce chapitre on a étudié la série pluviométrique de la zone d'étude, on a l'ajustée à deux lois d'ajustement celle de GUMBEL et celle de GALTON (loi log normal), et cela dans le but de déterminer la pluie maximale journalière de période de retour 10 ans pour calculer l'intensité moyenne de précipitation de fréquence 10% et une durée de 15mn et aussi le calcul de l'intensité pluviale qu'on la besoin pour le dimensionnement de notre réseau d'assainissement.

CHAPITRE III : CALCUL DE BASE

III.1 INTRODUCTION :

Dans l'étude d'un projet d'Assainissement, il est nécessaire de définir tous les paramètres et la méthodologie à suivre pour effectuer cette étude.

Il est indispensable de prendre en considération la surface d'influence et leur pente, ainsi que les systèmes d'évacuation, leurs schémas et les coefficients caractérisant cette surface, pour avoir une meilleure estimation des débits à évacuer dans des conditions d'écoulement favorables.

Dans ce chapitre ; on va s'intéresser pour le calcul de base de réseau d'évacuation d'eaux usées et pluviales afin d'avoir une idée sur le système de réseau ; le schéma de réseau ; nombre de sous bassins adoptés et le coefficient de ruissellement correspondant.

III.2 SITUATION DEMOGRAPHIQUE :

Pour le dimensionnement du réseau d'assainissement, il faut prendre en compte le cas le plus défavorable, c'est à dire le cas où les débits des eaux usées sont maxima.

Il sera donc nécessaire de tenir compte des gros consommateurs d'eau, en l'occurrence la population, le secteur scolaire, etc.

L'habitat collectif regroupe 1198 logements et l'habitat individuel regroupe 27 logements dont le nombre d'habitant par logement est pris égale à 7.

Le calcul de nombre d'habitant pour chaque sous bassins est représenté dans le tableau III.1.

Tableau III.1 : Nombre d'habitant pour chaque sous bassin.

| N° SB | Surface de SB (ha) | Nombre de logement | Nombre d'habitant |
|-------|--------------------|--------------------|-------------------|
| 1 | 3.67 | 242 | 1694 |
| 2 | 2.15 | 154 | 1078 |
| 3 | 2.88 | 94 | 658 |
| 4 | 5.40 | 56 | 392 |
| 5 | 2.40 | 154 | 1078 |
| 6 | 4.80 | 378 | 2646 |
| 7 | 6.92 | 120 | 840 |
| 8 | 5.12 | 23 | 161 |
| 9 | 6.22 | 7 | 49 |

Donc le nombre total des habitants est **8596 habitants**.

III.3 DECOUPAGE DE L'AIRE D'ETUDE EN SOUS BASSINS:

III.3.1 Définition :

Un sous bassin est une surface élémentaire dans laquelle toutes les eaux tombées sont évacuées vers un seul point de rejet.

III.3.2 Choix de la limite des surfaces élémentaires (sous bassins):

Le découpage de l'aire d'étude en sous bassins élémentaires doit être fait selon :

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

Dans notre cas, on a pris en considération les routes et voiries existantes ainsi que les courbes de niveau.

III.4 RESEAU D'ASSAINISSEMENT :

III.4.1 Définition : [08]

Un réseau d'assainissement est un ensemble d'ouvrages hydrauliques dont le seul et unique objectif est d'évacuer les eaux usées et Les eaux pluviales vers un point de rejet.

III.4.2 Rôle :

Le rôle d'un réseau d'assainissement est triple :

- Assurer la protection des biens matériels et humains contre les inondations ;
- Permettre la protection de la santé publique et la préservée ;
- Préservé l'environnement en l'occurrence le milieu naturel contre les rejets des eaux usées.

III.4.3 Systèmes du réseau d'assainissement :

Il existe plusieurs systèmes du réseau d'assainissement pour l'évacuation des eaux usées domestiques, industrielles et pluviales rejetées par l'agglomération, tels que :

- Le Système unitaire ou L'égout combiné ;
- Le Système séparatif ;
- Le Système pseudo-séparatif ;
- Réseaux sous vide ;
- Réseaux sous pression.

III.4.3.1 Système unitaire : [05]

Ce système prévoit l'évacuation en commun dans une même conduite des eaux d'égout ménagères et industrielles et les eaux de pluies. Ce système nécessite des ouvrages et des stations d'épuration relativement importantes a fin de pouvoir absorber les pointes de ruissellements.

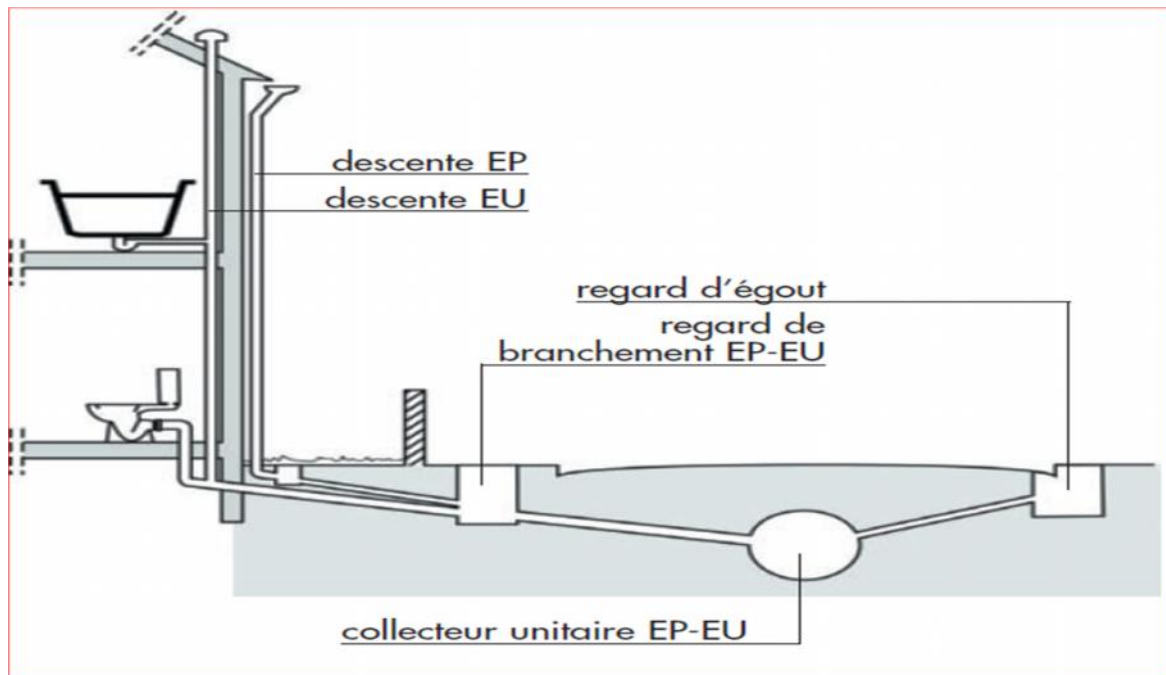


Figure III.1 : Système unitaire.

➤ **Avantage :**[06]

1. D'un point de vue technique, elle est extrêmement simple, car l'écoulement des eaux est conçu de manière gravitaire ;
2. De point de vue économique l'unitaire est moins chère que le séparatif pour la gestion des branchements ;
3. Pas de risque des faux branchements ;
4. Conception simple ;
5. L'encombrement faible au niveau de la voirie.

➤ **Inconvénients :**

1. Ce système nécessite des ouvrages et des stations d'épuration relativement importantes afin de pouvoir absorber des pointes de ruissellement ;
2. Le dimensionnement des canalisations doit être suffisant pour pouvoir évacuer un débit pluvial important au moins jusqu'au déversoir d'orage afin d'éviter une mise en charge du réseau entraînant des inondations ;
3. Risque de pollution de milieu naturel par temps de pluie, car le débit supplémentaire qui ne peut pas être traité dans la station d'épuration est rejeté directement dans le milieu naturel par l'intermédiaire des déversoirs d'orage ;
4. Mauvais fonctionnement de la station d'épuration à cause de la variation de la composition des eaux ainsi que la variation de débit.

III.4.3.2 Le Système séparatif : [06]

Ce système prévoit l'évacuation des eaux d'égout ménagères et avec réserve certains effluents industriels dans une seule conduite, les eaux pluviales dans une autre. Ces deux canalisations ont fréquemment des tracés différents à l'exception de certains tronçons, en raison des branchements et de l'existence des conduites d'AEP ainsi que la largeur des chaussées.

a) Réseau pluvial :

Ce réseau assure l'évacuation des pointes de ruissellement. Il suit les lignes de plus grande pente pour déverser les eaux dans le cours d'eau le plus proche et afin d'augmenter la vitesse d'écoulement.

b) Réseau d'eaux usées :

Ce réseau de conduites est conçu pour le transit des eaux usées jusqu'à la station d'épuration éloignée de la ville. Le cheminement de son tracé nécessite une faible pente.

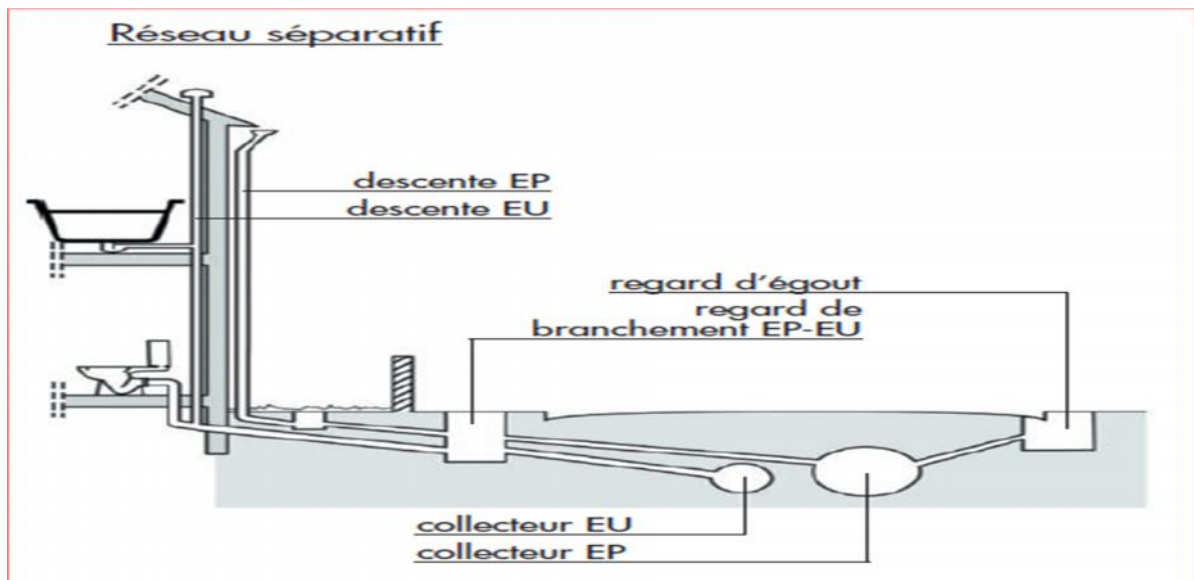


Figure III.2 : Système séparatif.

➤ **Avantage :**[06]

1. Une économie sur le dimensionnement de la station d'épuration qui fonctionne avec le débit de pointe de temps sec ;

2. La composition des eaux usées étant sensiblement constante, la station peut fonctionner de façon sûre et efficace ;
3. Les pluies violentes ne conduisent plus à un rejet d'eaux usées dans le milieu naturel ;
4. Les eaux de ruissellement, censées être plus propres que les eaux usées sont moins préjudiciables au milieu naturel ;
5. Une régularité du débit en raison des faibles variations des eaux usées au niveau d'une agglomération, ce qui demande des canalisations de faible dimension (section) ;
6. La capacité d'auto curage est meilleure, ce qui permet une économie de maintenance.

➤ **Inconvénients :**

1. Du point de vue économique, le doublement du réseau entraîne une augmentation de coût ;
2. Problèmes des faux branchements des habitants. (C.à.d. eaux usées dans le réseau d'eau pluviale et inversement) ;
3. Encombrement important du sous-sol.

III.4.3.3 Le Système pseudo-séparatif : [05]

Le vocable pseudo-séparatif s'applique aux réseaux recevant les eaux usées, et tout ou partie des eaux de ruissellement en provenance directe des propriétés riveraines, tandis que les eaux de ruissellement en provenance des chaussées sont évacuées par les caniveaux et, éventuellement, par quelque tronçons d'ouvrage pluviaux.

Il repose sur une collecte en commun des eaux de toiture et d'espace privés, avec celle des eaux usées.

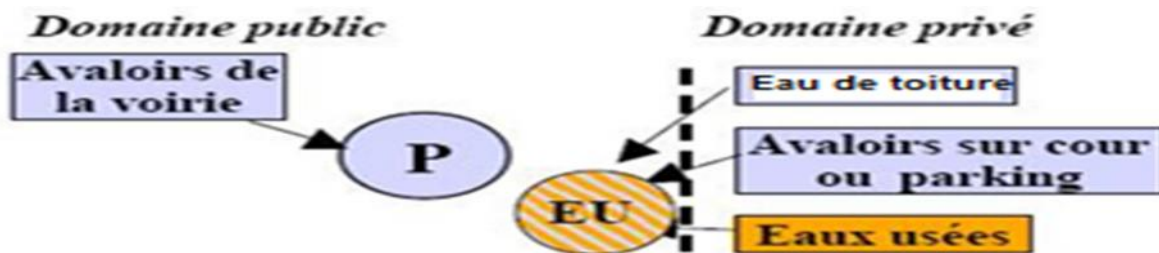


Figure III.3 : Système pseudo-séparatif.

➤ **Avantage :**

- 1-Le problème des faux branchements est éliminé ;
- 2 - Le plus gros débit des eaux pluviales étant acheminées en d'hors de la ville, ce qui nous donne des collecteurs traversant la ville de moindre dimensions.

➤ **Inconvénients :**

-Risque du mauvais fonctionnement de la station d'épuration dû à l'apport des eaux pluviales.

III.4.3.4Le système de réseau sous vide : [09]

Un réseau d'assainissement sous vide est un système de collecte d'eaux usées qui se compose de deux parties ayant des fonctions distinctes :

- le tronçon gravitaire traditionnel, depuis le domicile de l'usager jusqu'au regard de transfert où est située la valve de transfert ;
- le réseau étanche en dépression ou "sous vide", depuis le regard de transfert jusqu'à la centrale de vide où sont situées les pompes à vide et les pompes de refoulement.

➤ **Avantage :**

- 1 -Quand le terrain est plat et de pente insuffisante ;
- 2 -Le curage du réseau n'est plus nécessaire ;
- 3 -Présence d'une nappe phréatique proche de la surface.

➤ **Inconvénients :**

-Nombreux organes électromécaniques (vannes/clapets, pompe à vide, citernes...) et défauts d'étanchéité des collecteurs.

III.4.3.5Le système de réseau sous pression :

Lorsque la topographie présente des ondulations marquées et l'exutoire du réseau se trouve à une élévation supérieure au niveau général du secteur à desservir, le réseau est équipé d'un dispositif de rejet (pompe) ou d'injection (éjecteurs à air) qui permet de transporter les eaux jusqu'à l'exutoire.

➤ **Avantage :**

- 1-La possibilité d'implanter un réseau de collecte dans des secteurs à topographie accidenté ;
- 2-Ce type de réseau d'égouts peut être plus avantageux dans le cas d'un développement d'un secteur où le taux de construction annuel est faible ;
- 3-Moindre coût de traitement en raison des faibles débits véhiculés.

➤ **Inconvénients :**

- 1-Coût de construction élevé : excavations plus profondes, regards, et pose rectiligne des conduites ;
- 2-Nettoyage des conduites requiert souvent des équipements spécialisés.

III.4.4 Critères de choix du système de réseau :[07]

L'ingénieur doit choisir le système en fonction :

- 1-De l'urbanisation de l'agglomération et son encombrement ;
- 2-De l'économie, prenant en compte les dépenses d'investissement et d'entretien d'exploitation et de gestion de l'ensemble des installations (réseau, pompage et épuration) ;
- 3-Des ouvrages existants, encore utile pour le projet ;
- 4-Des divers réseaux existants (AEP, gaz, ...) ;
- Du cours d'eau récepteur (exutoire) ;
- 5-De la largeur des chaussées.

Vu les avantages et les inconvénients de chaque système de réseau et les exigences qu'ils doivent être respectés, le choix entre les systèmes d'évacuation nous permet d'opter pour le système unitaire vu sa simplicité, moins encombrant et économique.

III.4.5 Schémas du réseau d'assainissement : [06]

Les réseaux d'assainissement fonctionnent essentiellement en écoulement gravitaire. Ils sont donc fortement tributaires du relief si l'on ne veut pas aboutir à des tranchées trop profondes.

En fonction du système d'assainissement et de la topographie, nous distinguons divers schémas :

III.4.5.1 Schéma Perpendiculaire :[05]

Ce schéma consiste à amener perpendiculairement à la rivière un certain nombre de collecteurs. Il ne permet pas la concentration des eaux vers un point unique d'épuration, il convient lorsque l'épuration n'est pas jugée nécessaire et aussi pour l'évacuation des eaux pluviales, on distingue le schéma perpendiculaire et étagé.

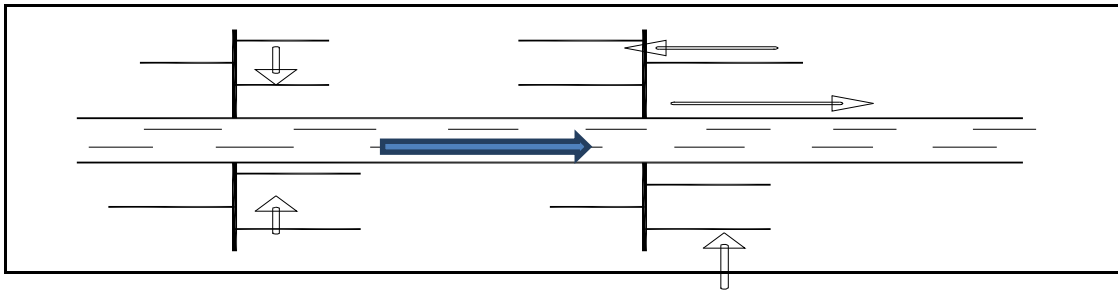


Figure III.5 : schéma perpendiculaire

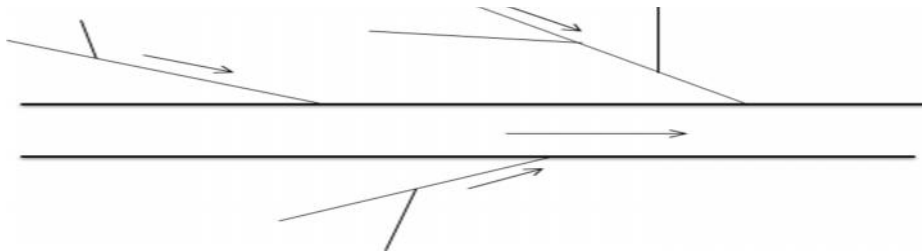


Figure III.6 : schéma étagé

III.4.5.2 Schéma par déplacement latéral :[05]

On adopte ce type de schéma quand il y a obligation de traitement des eaux usées ou toutes les eaux sont acheminées vers un seul point dans la mesure du possible.

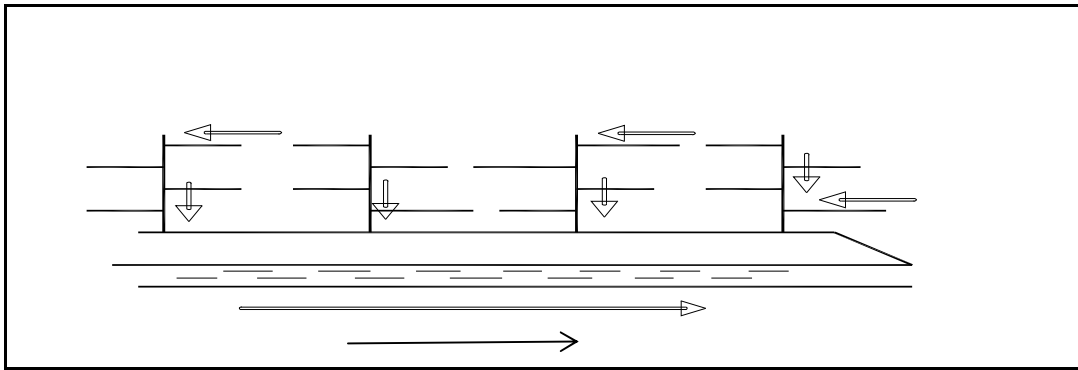


Figure III.7 : schéma latéral

III.4.5.3 Schéma transversal ou oblique : [05]

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

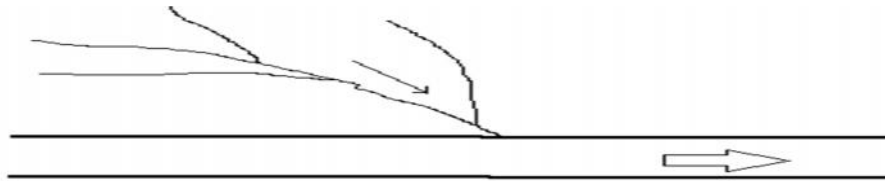


Figure III.8 : schéma oblique

III.4.5.4 Schéma par zones étagée : [05]

Lorsqu'on veut éviter de rendre notre réseau en charge, lorsque notre agglomération est étendue et notre pente est assez faible, il est nécessaire d'effectuer l'assainissement à plusieurs niveaux. Le réseau (2) est utilisé pour ne pas trop charger le réseau (1).

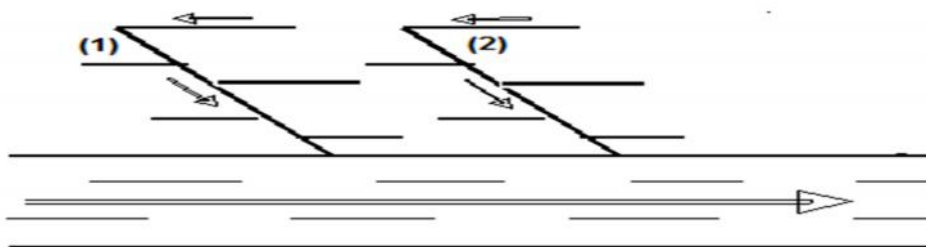


Figure III.9 : schéma par zones étagée

III.4.5.5 Schéma radial : [05]

Si notre agglomération est sur un terrain plat, il faut donner une pente aux collecteurs en faisant varier la profondeur de la tranchée, vers un bassin de collecte par la suite un relevage est nécessaire eau niveau ou à partir du bassin vers la station d'épuration.

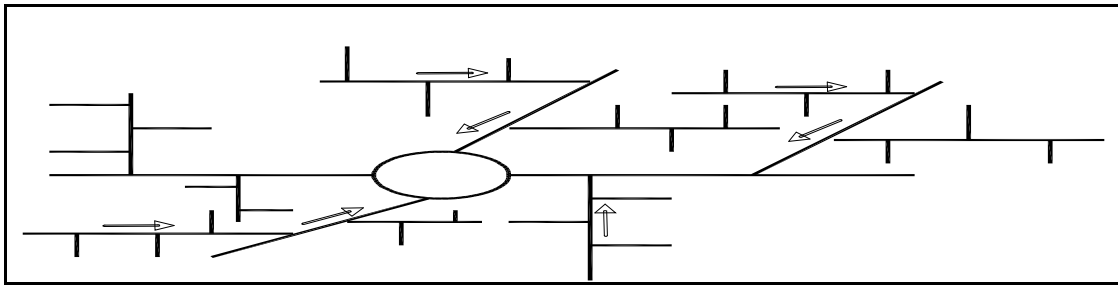


Figure III.10 : schéma radial

III.4.6 Critères de choix du schéma de réseau : [07]

L'ingénieur doit choisir un schéma du réseau tenant compte :

- De la répartition des habitations à travers la zone urbaine ;
- De l'emplacement de la station d'épuration si elle existe ;
- Economique (dépenses d'investissement et d'entretien, exploitation) ;
- De la topographie du terrain ;
- De l'endroit de l'exutoire.

Pour notre agglomération on optera un schéma à collecteur par déplacement latéral.

III.5 EVALUATION DU COEFFICIENT DE RUISSELLEMENT :

III.5.1 Définition :

Le coefficient de ruissellement est défini comme étant le rapport entre le volume d'eau ruisselée et le volume d'eau tombée sur cette aire, sa valeur varie de 0.05 à 1, elle dépend de plusieurs facteurs :

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

III.5.2 Le coefficient de ruissellement constant :

On considère le plus souvent que le coefficient de ruissellement ne varie pas au cours d'une pluie et que sa valeur demeure la même quelles que soient les caractéristiques de cette pluie.

Tableau III.2 : Coefficients de ruissellement relatifs à diverses surfaces.

| Surface | Coefficient de ruissellement (C_r) |
|---------------------------------|---|
| Chaussée en béton, asphaltée | 0,70 -0,95 |
| Chaussée en brique | 0,70 -0,85 |
| Toiture | 0,75 -0,95 |
| Terrain gazonné, sol sablonneux | |
| -plat (pente < 2 %) | 0,05 -0,10 |
| -pente moyenne (2 à 7 %) | 0,10 -0,15 |
| -pente abrupte (> 7 %) | 0,15 -0,20 |
| Terrain gazonné, sol dense | |
| -plat (pente < 2 %) | 0,13 -0,17 |
| -pente moyenne (2 à 7 %) | 0,18 -0,22 |
| -pente abrupte (> 7 %) | 0,25 -0,35 |
| Entrée de garage en gravier | 0,15 -0,30 |

Tableau III.3 : Coefficient de ruissellement relatif à divers quartiers.

| Quartier | Coefficient de ruissellement (C_r) |
|--------------------------------------|---|
| Commercial | |
| -centre-ville | 0,70 -0,95 |
| -banlieue | 0,50 -0,70 |
| Résidentiel | |
| -maisons unifamiliales | 0,30 -0,50 |
| -maisons multifamiliales, détachées | 0,40 -0,60 |
| -maisons multifamiliales, en rangées | 0,60 -0,75 |
| -maisons de banlieue peu développée | 0,10 -0,25 |
| -maisons de banlieue | 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.4 : Les Coefficients de ruissellement en fonction de la zone d'influence.

| Zones d'influence | Cr |
|--------------------------|-----------|
| Surface imperméable | 0,90 |
| Pavage à larges joints | 0,60 |
| Voirie non goudronnées | 0,35 |
| Allées en gravier | 0,20 |
| Surfaces boisées | 0,05 |

Tableau III.5 : Coefficient de ruissellement en fonction de la Catégorie D'urbanisation.

| Catégorie d'urbanisation | Cr |
|---------------------------------|-------------|
| Habitations très denses | 0,90 |
| Habitations denses | 0,60 – 0,70 |
| Habitations moins denses | 0,40 – 0,50 |
| Quartiers résidentiels | 0,20 – 0,30 |
| Square – garde – prairie | 0,05 – 0,20 |

Tableau III.6 : Coefficients de ruissellement en fonction de la densité de Population.

| Densité de la population (hab / ha) | Cr |
|--|-------------|
| 20 | 0,20 |
| 30 – 80 | 0,20 – 0,25 |
| 60 – 150 | 0,25 – 0,30 |
| 150 – 200 | 0,30 – 0,45 |
| 200 – 300 | 0,45 – 0,60 |
| 300 – 400 | 0,60 – 0,80 |
| 400 et plus | 0,80 – 0,90 |

III.5.3 Détermination du coefficient de ruissellement de chaque surface élémentaire :

Puisque notre agglomération est à caractère urbain, alors le coefficient de ruissellement sera fort vu l'influence des facteurs suivants :

- Le site est composé des terrains revêtus ;
- Les voies et les routes sont goudronnées ;
- Les habitations sont très denses ;

Les résultats sont représentés dans le tableau III.7

Tableau III.7 : Coefficient de ruissellement pour chaque surface élémentaire.

| N° de sous bassin | surface (ha) | N° Habitant | C _{ri} |
|-------------------|--------------|-------------|-----------------|
| 1 | 3.67 | 1694 | 0.75 |
| 2 | 2.15 | 1078 | 0.75 |
| 3 | 2.88 | 658 | 0.75 |
| 4 | 5.40 | 392 | 0.75 |
| 5 | 2.40 | 1078 | 0.75 |
| 6 | 4.80 | 2646 | 0.85 |
| 7 | 6.92 | 840 | 0.35 |
| 8 | 5.12 | 161 | 0.70 |
| 9 | 6.22 | 49 | 0.45 |

III.6 CONCLUSION :

Ce chapitre nous a permis de regrouper les renseignements suivants :

-Le système adopté pour notre agglomération est le système unitaire avec un schéma à collecteur latéral ;

-Le découpage de l'aire d'étude nous a permis d'avoir 9 sous bassins caractérisés par un coefficient de ruissellement varie entre 0.35et 0.85.

**Chapitre IV : EVALUATION DES DEBITS D'EAUX PLUVIALES
ET USEES**

IV.1 INTRODUCTION :

Le réseau d'assainissement est appelé pour assurer l'évacuation des eaux de ruissellement et des eaux usées de différentes origines. Avant de passer au dimensionnement des collecteurs, il faut que l'évaluation des débits d'eaux usées et pluviales porte essentiellement sur l'estimation de la quantité et de la qualité des rejets qui se caractérisent en fonction du type d'agglomération et des diverses catégories du sol.

IV.2 EVALUATION DES DEBITS D'EAUX USEES :

Le but principal de l'évaluation des débits des eaux usées est de connaître la quantité et la qualité des rejets à traiter (liquides provenant des habitations). Car les eaux usées sont constituées par des effluents pollués et nocifs pour le milieu naturel et qui peuvent être une source de plusieurs maladies à transmission hydrique (fièvre typhoïde, dysenterie...). Donc il faut évacuer ces eaux hors limite de l'agglomération.

IV.2.1 Nature des eaux usées à évacuer :

Les eaux usées résultent de la pollution tant physico-chimique que bactériologique des eaux de consommation de bonne qualité, du fait des activités humaines, qu'elles soient domestiques, industrielles ou agricoles.

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

- a) Les eaux usées domestique.
- b) Les eaux usées industrielles.
- c) Les eaux usées du service public.
- d) Les eaux usées pluviales.
- e) Les eaux parasites.

a) Les eaux usées domestiques :

Les eaux de ménage trouvent leur origine dans les centres d'agglomération. Les eaux doivent être collectées d'une façon adéquate du milieu naturel et évacuées à travers le réseau ; parmi ces eaux, on distingue :

- Les eaux vannes.
- Les eaux de vaisselle, de lavage, de bain et douche.
- Les eaux usées des cours.
- Ces eaux sont évacuées à travers des canalisations à normes respectées.

b) les eaux usées industrielles :

Elles sont très différentes des eaux usées domestiques. Leurs caractéristiques varient d'une industrie à l'autre. En plus des matières organiques azotées ou phosphorées, elles contiennent également des produits toxiques, des solvants, des métaux lourds, des micropolluants organiques, des hydrocarbures.

Vu la composition de ces eaux rejetées, il est nécessaire de faire un prétraitement en usine car il faut éviter d'accueillir dans le réseau des eaux de nature nocive.

La quantité d'eaux évacuée par les industries dépend de plusieurs facteurs :

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

c) Les eaux usées du service public :

Les eaux de lavage (marché, rues) des espaces publics sont recueillies par les ouvrages de collecte des eaux pluviales, sauf dans le cas d'un système unitaire.

Les autres besoins publics seront pris en compte avec les besoins domestiques.

Pour estimer la dose unitaire des établissements publics, nous utiliseront la notion d'équivalent habitant qui représente l'avantage d'une unité de compte homogène pour tous usages, permettant ainsi des comparaisons entre les secteurs d'activités différentes.

d) Les eaux usées pluviales :

Normalement les eaux pluviales ne sont pas forcément polluées. Elles ne sont considérées comme des eaux usées que si elles sont mélangées avec des effluents urbains au niveau des égouts de type unitaire. Elles sont de même nature que les rejets domestiques et peuvent contenir en plus des éléments toxiques.

e) Les eaux parasites :

Les eaux claires parasites sont l'ensemble des eaux propres de temps sec qui surcharge inutilement le réseau nuisant au bon fonctionnement de la STEP. En absence de valeurs

mesurées la directive Allemande ATV préconise de prendre un débit d'eau parasite compris entre 0,05 et 0,15 l/s/ha.

Remarque :

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

IV.2.2 Quantités des eaux usées domestiques à évacuer :[10]

Le débit d'eaux usées dans la canalisation est sujet à des variations, celles-ci sont essentiellement influencées par la consommation d'eau.

Les quantités d'eau usées sont plus grandes pendant la journée que pendant la nuit. Toute l'eau utilisée par le consommateur n'est pas rejetée dans le réseau en totalité, il est admis que l'eau évacuée n'est que les 70% à 80% de l'eau consommée, c'est ce qu'on appelle le coefficient de rejet.

➤ Dans notre cas, on va adopter un coefficient de rejet de l'ordre de 80% ($K_r=80\%$).

Dans les secteurs d'habitats nouveaux dépourvus de statistiques, on pourra se baser sur une consommation journalière par habitant de 200 à 250 litres selon le degré de confort des habitations.

Pour le dimensionnement des réseaux, il convient d'utiliser la notion de coefficient de pointe. Ce coefficient peut être :

-Estimé de façon moyenne :

$$k_p = 24/18 \text{ pendant le jour pour une ville moyenne.}$$

$$k_p = 24/37 \text{ pendant la nuit pour une ville moyenne.}$$

-Relié à la position de la conduite dans le réseau :

$$k_p = 3 \text{ en tête du réseau.}$$

$$k_p = 2 \text{ à proximité de l'exutoire.}$$

-Calculé à partir du débit moyen Q_{moy} :

$$k_p = a + \frac{b}{\sqrt{Q_{\text{moy}}}} \text{ Si } Q_{\text{moy}} \geq 2.8 \text{ l / s}$$

$$k_p = 3 \text{ Si } Q_{\text{moy}} < 2.8 \text{ l / s}$$

Avec :

k_p : coefficient de pointe.

Q_{moy} : débit moyenne journalière.

a : limite inférieure à ne pas dépasser lorsque Q_{moy} 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_{moy} tend vers zéro, on prend $b=2.5$.

IV.2.2.1 Evaluation du débit moyen journalier :

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

$$Q_{\text{moy},j} = \frac{N_i \times \text{Dot} \times K_r}{86400} \quad (\text{IV-1})$$

- $Q_{\text{moy},j}$: débit moyen rejeté quotidiennement en (l/s).
- K_r : coefficient de rejet pris égale à 80% de la quantité d'eau potable consommé.
- Dot : dotation journalière prie égale à 200l/j/hab.
- N_i : nombre d'habitant.

IV.2.2.2 Evaluation du débit de pointe :

Le débit de pointe est donné par la formule suivante :

$$Q_{\text{pte}} = k_p \cdot Q_{\text{moy},j} \quad (\text{IV-2})$$

Avec :

Q_{pte} : débit de pointe.

$Q_{\text{moy},j}$: débit moyen journalier.

k_p : coefficient de pointe.

$$k_p = 1.5 + \frac{2.5}{\sqrt{Q_{\text{moy},j}}} \text{ Si } Q_{\text{moy},j} \geq 2,8 \text{ l/s}$$

$$k_p = 3 \text{ Si } Q_{\text{moy},j} < 2,8 \text{ l/s}$$

Les résultats de calcul des débits d'eaux usées des équipements, les débits d'eaux parasites et les débits d'eaux usées de pointe sont respectivement illustrés dans les tableaux IV.1 et IV.2.

Tableaux IV.1 : Evaluation des débits des eaux usées des équipements.

| N° du S.B | Type d'équipement | Unité de mesure | Nombre de consommateur | Dotation l/j.unité ou l/j.m ² | Q _{cmoy,j} (m ³ /j) | Q _{eqi usé} (m ³ /j) | Q _{eqi total} (m ³ /j) | Q _{eqi total} (l/s) |
|-----------|-----------------------------|-----------------|------------------------|--|---|--|--|------------------------------|
| 1 | Jardin des enfants | Enfant | 100 | 15 | 1.5 | 1.2 | 11.62 | 0.134 |
| | APC | Employé | 35 | 15 | 0.525 | 0.42 | | |
| | Centre commercial | Personne | 2500 | 5 | 12.5 | 10 | | |
| 2 | Gare routière | Voyageur | 50 | 5 | 0.25 | 0.2 | 0.2 | 0.002 |
| 3 | Mosquée | Fidèle | 700 | 10 | 7 | 5.6 | 12 | 0.139 |
| | Centre de formation | Personne | 800 | 10 | 8 | 6.4 | | |
| 4 | Lycée | Elève | 800 | 10 | 8 | 6.4 | 15.76 | 0.182 |
| | CEM | Elève | 700 | 10 | 7 | 5.6 | | |
| | 100Locaux | Personne | 120 | 10 | 1.2 | 0.96 | | |
| | Bibliothèque | Personne | 350 | 10 | 3.5 | 2.8 | | |
| 5 | Centre culturel | Adhèrent | 120 | 10 | 1.2 | 0.96 | 0.96 | 0.011 |
| 8 | Crèche | Elève | 120 | 10 | 1.2 | 0.96 | 9.64 | 0.112 |
| | Gendarmerie | Personne | 50 | 15 | 0.75 | 0.60 | | |
| | Ecole | Elève | 900 | 10 | 9 | 7.2 | | |
| | Sureté daïra | Police | 40 | 15 | 0.6 | 0.48 | | |
| | Maison de jeunes | Jeune | 30 | 10 | 0.3 | 0.24 | | |
| | Protection civile | Agent | 20 | 10 | 0.2 | 0.16 | | |
| 9 | Subdivision travaux publics | Employé | 20 | 15 | 0.3 | 0.24 | 12.64 | 0.146 |
| | Salle de sport | Adhèrent | 60 | 50 | 3 | 2.4 | | |
| | Complexe sportif | Employé | 250 | 50 | 12.5 | 10 | | |

Tableau IV.2: Détermination des débits de pointe d'eaux usées.

| N° de SB | Nombre d'habitant (hab) | dotatio (l/j/hab) | $Q_{c\ moy,j}$ (l/j) | $Q_{dmoy,j\ usé}$ (l/s) | $Q_{eqi\ usé}$ (l/s) | $Q_{moy,j\ usé}$ (l/s) | K_p | $Q_{pte,usé}$ (l/s) | Débit d'eau parasite spécifique (l/s/ha) | Aire (ha) | Débit d'eau parasite (l/s) | $Q_{EU\ total}$ (l/s) | $Q_{EU\ total}$ (m ³ /s) |
|----------|-------------------------|-------------------|----------------------|-------------------------|----------------------|------------------------|-------|---------------------|--|-----------|----------------------------|-----------------------|-------------------------------------|
| 1 | 1694 | 200 | 338800 | 3.1370 | 0.134 | 3.2710 | 2.88 | 9.421 | 0.15 | 3.67 | 0.5505 | 9.971 | 0.010 |
| 2 | 1078 | 200 | 215600 | 1.9963 | 0.002 | 1.9983 | 3 | 5.995 | 0.15 | 2.15 | 0.3225 | 6.317 | 0.006 |
| 3 | 658 | 200 | 131600 | 1.2185 | 0.139 | 1.3575 | 3 | 4.073 | 0.15 | 2.88 | 0.432 | 4.505 | 0.005 |
| 4 | 392 | 200 | 78400 | 0.7259 | 0.182 | 0.9079 | 3 | 2.724 | 0.15 | 5.4 | 0.81 | 3.534 | 0.004 |
| 5 | 1078 | 200 | 215600 | 1.9963 | 0.011 | 2.0073 | 3 | 6.022 | 0.15 | 2.4 | 0.36 | 6.382 | 0.006 |
| 6 | 2646 | 200 | 529200 | 4.9000 | 0 | 4.9000 | 2.63 | 12.887 | 0.15 | 4.8 | 0.72 | 13.607 | 0.014 |
| 7 | 840 | 200 | 168000 | 1.5556 | 0 | 1.5556 | 3 | 4.667 | 0.15 | 6.92 | 1.038 | 5.705 | 0.006 |
| 8 | 161 | 200 | 32200 | 0.2981 | 0.112 | 0.4101 | 3 | 1.230 | 3.73 | 5.12 | 0.768 | 1.998 | 0.002 |
| 9 | 49 | 200 | 9800 | 0.0907 | 0.146 | 0.2367 | 3 | 0.710 | 0.15 | 6.22 | 0.933 | 1.643 | 0.002 |

Signification des colonnes :

$Q_{c\ moy,j}$: Débit de consommation moyen journalier d'eau potable.

$Q_{dmoy,j\ usé}$: Débit d'eau usée moyen journalier domestique.

K_p : Coefficient du pointe.

$Q_{pte,usé}$: Débit d'eau usée de pointe.

$Q_{eqi\ usé}$: Débit d'eau usée d'équipement.

$Q_{EU\ total}$: Débit d'eau usée total.

IV.3 EVALUATION DES DEBITS D'EAUX PLUVIALES :

Le calcul de base pour le dimensionnement d'un réseau pluvial est la pluie la plus forte susceptible de survenir dans une période de 10 ans (débit décennal). Lors d'une chute de pluie, seule la fraction d'eau ruisselant intéresse le dimensionnement d'un ouvrage déterminé, appelé à évacuer dans les conditions suffisantes le débit d'eau de cette fraction du bassin considéré.

En fonction de l'étendue du bassin et de son urbanisation ; nous considérons deux méthodes, les plus utilisées pour l'évaluation du débit pluvial.

IV.3.1 La méthode rationnelle :[10]

Cette méthode fut découverte en 1889, mais ce n'est qu'en 1906 qu'elle a été généralisée, elle consiste à estimer le débit pluvial à partir d'un découpage du bassin en secteurs $A_1, A_2, \dots, A_j, \dots, A_n$ limités par des lignes isochrones de ruissellement. Ainsi, la zone A_j est délimitée par les isochrones $t(j)$ et $t(j-1)$.

Si l'eau tombe sur le secteur A_1 (respectivement $A_2, \dots, A_j, \dots, A_n$), elle arrive à l'exutoire au bout d'un temps t (respectivement $2t, \dots, nt$). La somme des temps t représentera la valeur finale du temps que mettra une goutte d'eau, la plus éloignée hydrauliquement, pour parvenir à l'exutoire considéré. C'est cette valeur finale qu'on appelle "temps de concentration", t_c .

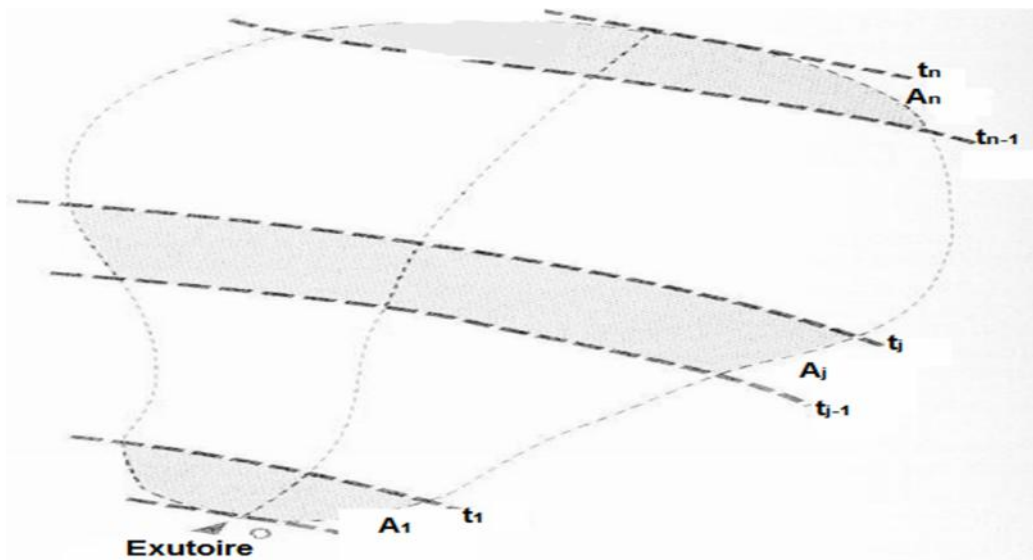


Figure IV.1 : découpage d'un bassin en secteur

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

$$Q=C.i. A$$

(IV-3)

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

On obtiendra alors la relation :

$$Q=C. i.S$$

Avec:

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

A : surface de l'aire d'influence (ha).

C: coefficient de ruissellement.

i : intensité de précipitation (l / s / ha).

: coefficient correcteur de l'intensité tenant compte de la distribution de la pluie dans l'espace, dont sa détermination est en fonction de la forme du bassin.

IV.3.1.1 Hypothèses de la méthode rationnelle :

Les hypothèses de base de la méthode rationnelle sont par conséquent, les suivantes :

-Le débit de pointe Q_p est observé à l'exutoire seulement si la durée de l'averse est supérieure au temps de concentration du bassin versant.

-Le débit de pointe à la même période de retour que l'intensité moyenne qui le provoque.

-Le débit de pointe est proportionnel à l'intensité moyenne sur une durée égale au temps de concentration du bassin versant.

-Le coefficient de ruissellement est invariable d'une averse à l'autre.

-Les surfaces imperméables sont uniformément réparties sur la totalité du bassin considéré.

IV.3.1.2 Validité de la méthode rationnelle :

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

IV.3.1.3 Temps de concentration t_c : [10]

C'est une caractéristique d'un bassin, définie comme étant le temps mis par la pluie tombée au point le plus éloigné, en durée d'écoulement, pour atteindre l'entrée du collecteur qui doit évacuer l'apport de la surface considérée, qui s'exprime par :

$$t_c = t_1 + t_2 + t_3 \quad (IV-4)$$

Le temps de concentration t_c se compose :

-Du temps t_1 mis par l'eau pour s'écouler dans les canalisations.

$$t_1 = \frac{L}{60 v} = \frac{\text{Longueur}}{\text{Vitesse}} \text{ (min)}$$

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

-Du temps t_3 de ruissellement dans un bassin ne comportant pas de canalisations autrement dit le parcours superficiel du bassin.

$$t_3 = \frac{L}{11 \sqrt{I}} \text{ (min)}$$

Avec :

I : La pente du terrain (%)

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

Trois aspects sont à envisager :

- 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 urbanisé et comporte une canalisation : $t_c = t_2 + t_1$

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

$$t_c = 3.908 * \left[\frac{L}{\sqrt{I}} \right]^{0.77} \text{ (min)}$$

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

IV.3.1.4 Limites de la méthode rationnelle : [11]

-La méthode rationnelle se limite au calcul du débit de pointe de l'hydrogramme associé à une précipitation d'une intensité uniforme ; elle ne fournit pas l'hydrogramme de crue.

-La méthode rationnelle ne considère pas la capacité de stockage du réseau de ruissellement, ni la propagation des hydrogrammes dans les conduites. Ceci conduit généralement à un surdimensionnement des ouvrages.

-La méthode rationnelle se limite à des bassins urbains d'une superficie maximale de quelques centaines d'hectares.

IV.3.2 La méthode superficielle (méthode de Caquot) :

La méthode de Caquot ou méthode superficielle est une forme globaliste de la méthode rationnelle. Elle permet de déterminer les débits de pointe en divers points caractéristiques des tronçons d'un réseau d'évacuation des eaux pluviales.

Elle ne s'applique qu'aux surfaces urbaines drainées par des réseaux d'évacuation.

La Méthode de Caquot ne s'applique qu'aux surfaces drainées par des réseaux qui ne sont pas en charge.

A l'instar de la méthode rationnelle, le point de départ d'un calcul avec la méthode de Caquot est matérialisé par le temps de concentration t_c .

Le débit d'eau pluvial obéit à la relation suivante :

$$Q(F) = K \frac{1}{U} \cdot I \frac{V}{U} \cdot C_r \frac{1}{U} \cdot A \frac{W}{U} \quad (\text{IV-5})$$

Les divers paramètres sont des fonctions de $a(F)$ et (ou) de $b(F)$ eux-mêmes paramètres de la relation : $i(t,F) = a(F) * t^{b(F)}$ (IV-6)

$i(t,F)$: étant l'intensité maximale de la pluie de durée t et de fréquence F (mm/min).

a et b : coefficients de Montana ; ils sont calculés à partir de données pluviométriques et pour chaque période de retour.

$Q(F)$: débit pluvial de fréquence F , en (m^3/s).

I : pente moyenne du collecteur du sous bassin considéré en (m/m).

C_r : coefficient de ruissellement.

A : surface du sous bassins considéré (ha).

$$K : \text{coefficient d'expression} : K = \frac{[(0,5)^{b(F)} \cdot a(F)]}{6,6} \quad (\text{IV-7})$$

$$U : \text{coefficient d'expression} : 1 + 0,287 \cdot b(F). \quad (\text{IV-8})$$

$$V : \text{coefficient d'expression} : - 0,41 \cdot b(F). \quad (\text{IV-9})$$

$$W : \text{coefficient d'expression} : 0,95 + (0,507 \cdot b(F)). \quad (\text{IV-10})$$

IV.3.2.1 Hypothèse et base de calcul du modèle :

-Le débit de pointe ne peut être observé à l'exutoire que si l'averse à une durée au moins égale au temps de concentration.

-Le débit de pointe est proportionnel à l'intensité moyenne de l'averse au cours du temps de concentration.

-Le débit de pointe de la même période de retour que l'intensité qui le provoque.

IV.3.2.2 Définition des variables de la formule de Caquot :

a) Pente moyenne et équivalente :

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

$$I = \frac{C_{am} - C_{av}}{L} \quad (IV-11)$$

C_{am} : Cote amont du collecteur ;

C_{av} : Cote aval du collecteur ;

L : Longueur du collecteur ;

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

$$I_{moy\ eq} = \left[\frac{\sum_{i=1}^n L_i}{\sum_{i=1}^n \frac{L_i}{\sqrt{I_i}}} \right]^2 \quad (IV-12)$$

L_i : Distance partielle du tronçon i ;

I_i : Pente du tronçon i ;

n : Nombre de tronçons ;

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

$$I_{moy\ eq} = \left[\frac{\sum_{i=1}^n L_i \cdot Q_i}{\sum_{i=1}^n Q_i} \right]^2 \quad (IV-13)$$

L_i : Distance partielle du tronçon i ;

Q_i : Débit du tronçon i ;

n : Nombre de tronçons ;

b) Coefficient d'allongement :

Le coefficient d'allongement d'un sous bassin est défini comme étant le rapport du plus long parcours hydraulique (L) par le coté du carré ayant une surface équivalente à celle du bassin en question. Ce coefficient est calculé par la formule suivante :

$$M = \frac{L}{\sqrt{A}} \quad (IV-14)$$

Où :

L : Longueur de plus long parcours hydraulique (hectomètre).

A : Surface du bassin considéré supposée carrée (ha).

Le débit résultant de l'application de la méthode superficielle doit être corrigée, si le coefficient M est différent de la valeur de 2 en multipliant Le débit par le coefficient d'influence m.

$$m = \left(\frac{M}{2} \right)^{\frac{0,84 * b (f)}{1 + 0,287 * b (f)}} \quad (IV-15)$$

Tableau IV.3: Détermination des paramètres équivalents dans le cas de l'assemblage des bassins versants en série ou en parallèle :

| Paramètres équivalents | A _{eq} | C _{req} | I _{eq} | M _{eq} |
|-----------------------------|-----------------|---------------------------------|---|---------------------------------------|
| Bassins en série | $\sum A_i$ | $\frac{\sum C_i A_i}{\sum A_i}$ | $\left[\frac{\sum L_i}{\sum \frac{L_i}{\sqrt{I_i}}} \right]^2$ | $\frac{\sum L_i}{\sqrt{\sum A_i}}$ |
| Bassins en parallèle | $\sum A_i$ | $\frac{\sum C_i A_i}{\sum A_i}$ | $\frac{\sum L_i \cdot Q_{pi}}{\sum Q_{pi}}$ | $\frac{L(t_c \max)}{\sqrt{\sum A_i}}$ |

Signification des colonnes :

A_{eq} : surface équivalent

C_r : coefficient de ruissellement équivalent

I_{eq} : pente équivalent

M_{eq} : coefficient d'allongement équivalent.

IV.3.2.3 Validité de la méthode superficielle :[10]

Les limites d'application de la méthode superficielle sont :

- La limite supérieure de la surface du sous bassin est de 200 ha ;
- Le coefficient de ruissellement doit être compris entre 0.2 et 1 ;
- Le coefficient d'allongement "M" doit être compris entre 0.8 < M < 2 ;
- La pente doit être comprise entre 0.2 et 5% ;

IV.3.3 Choix de la méthode :

Puisque notre zone d'étude est de faible superficie, on choisit la méthode rationnelle.

IV.3.4 Calcul des débits d'eaux pluviales par la méthode rationnelle :

IV.3.4.1 Coefficient correcteur de l'intensité :

Pour tenir compte de la distribution de la pluie dans l'espace, il y a lieu d'appliquer un coefficient de correction déterminé d'après une loi de répartition de pluie.

-Pour des bassins longs (rectangle étroit, largeur = 1/2 de la longueur) :

$$= 1 - 0.006 \sqrt{\frac{d}{2}}$$

-Pour des bassins ramassés (carré ou cercle) :

$$= 1 - 0.005 \sqrt{\frac{d}{2}}$$

d : Distance du milieu du bassin.

Remarque :

Pour notre cas la surface des sous bassins est faible, alors, nous supposons que la répartition de la pluie dans chaque bassin est régulière et constante durant la chute de la pluie.

Donc, les valeurs du coefficient réducteur s'approche de l'unité, par conséquent, =1.

Les résultats du calcul sont illustrés dans le tableau IV.3.

Tableau IV.3 : Calcul des débits pluviaux pour chaque sous bassin par la méthode rationnelle :

| N°SB | A _i (ha) | C _{ri} | | Intensité moyenne (l/s/ha) | Q _{pluv} (l/s) | Q _{pluv} (m ³ /s) |
|----------|---------------------|-----------------|---|----------------------------|-------------------------|---------------------------------------|
| 1 | 3.67 | 0.75 | 1 | 121 | 333.05 | 0.333 |
| 2 | 2.15 | 0.75 | 1 | 121 | 195.11 | 0.195 |
| 3 | 2.88 | 0.75 | 1 | 121 | 261.36 | 0.261 |
| 4 | 5.40 | 0.75 | 1 | 121 | 490.05 | 0.490 |
| 5 | 2.40 | 0.75 | 1 | 121 | 217.80 | 0.218 |
| 6 | 4.80 | 0.85 | 1 | 121 | 493.68 | 0.494 |
| 7 | 6.92 | 0.35 | 1 | 121 | 293.06 | 0.293 |
| 8 | 5.12 | 0.70 | 1 | 121 | 433.66 | 0.434 |
| 9 | 6.22 | 0.45 | 1 | 121 | 338.68 | 0.339 |

Signification des colonnes :

A_i : Surface du sous bassin (ha).

C_{ri} : Coefficient de ruissellement.

: Coefficient correcteur de l'intensité.

Q_{pluv} : débits d'eaux pluviales.

IV.4 Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons estimé les débits d'eaux usées et pluviales pour chaque sous bassin. On remarque que le débit d'eau usée est faible devant le débit d'eau pluviale.

Cette évaluation des débits nous permet de procéder au calcul hydraulique de notre réseau.

**Chapitre V : CALCUL HYDRAULIQUE DU RESEAU
D'ASSAINISSEMENT**

V.1 INTRODUCTION :

Méthode de calcul hydraulique et paramètres de dimensionnement .La conception d'un réseau d'assainissement fait intervenir de multiples données liées, par exemple, à l'environnement et au choix des éléments constitutifs. Le concepteur d'un réseau d'assainissement détermine tout d'abord, pour les différentes mailles du réseau, les débits et les pentes, qui sont des Contraintes du projet. Il calcule ensuite les diamètres (le plus souvent avec l'hypothèse d'une canalisation pleine) avant de sélectionner le matériau Constitutif des tuyaux d'assainissement.

Ce chapitre représente la phase primordiale de notre travail nous servira de base pour le dimensionnement de tout ouvrage spécial qui contribue au bon fonctionnement de notre système d'évacuation.

V.2 CALCUL HYDRAULIQUE DU RESEAU D'ASSAINISSEMENT :

Nous avons considéré les hypothèses suivantes pour le calcul hydraulique du réseau d'assainissement en gravitaire :

-L'écoulement est considéré comme uniforme et permanent ce qui veut dire une constance des paramètres hydrauliques. Ainsi la vitesse moyenne, le tirant d'eau et donc le débit restent invariables dans le temps et dans les différentes sections du canal le long de l'écoulement ;

-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 plein section ne débitent en réalité et dans la plupart du temps que des quantités d'eaux plus faibles que celles pour les quelles elles ont été calculées.

V.3 CONCEPTION DU RESEAU :

La conception d'un réseau d'assainissement est la concrétisation de tous les éléments constituant les branches du réseau sur un schéma global.

- Les collecteurs sont définis par leurs :
 - Emplacement (en plan) ;
 - Profondeur ;
 - Diamètres (intérieur et extérieur) ;
 - Pente ;
 - Leurs joints et confection.

- Les regards de visite et de jonction sont également définis par leurs :
 - Emplacement (en plan) ;
 - Profondeur ;
 - Côte.

V. 4 – Dimensionnement du réseau d'assainissement :

V. 4 – 1 – Conditions d'écoulement et de dimensionnement :

L'écoulement en assainissement est gravitaire dans la mesure du possible, donc tributaire de la topographie du terrain naturel, en plus cet écoulement doit avoir une vitesse qui permet l'auto curage, et ne détériore pas les conduites.

La vitesse d'auto curage : comme les eaux usées sont des eaux chargées, qui contiennent du sable, facilement décantable ; on doit empêcher ce phénomène .pour ce fait il faut avoir une vitesse d'écoulement qui satisfait les conditions suivantes :

- une vitesse minimale de 0.6 m /s pour le (1/10) du débit de pleine section.
- une vitesse de 0.3 m / s pour le (1/100) de ce même débit avec un diamètre minimal de 300 mm. [07]

Si ces vitesses ne sont pas respectées, il faut prévoir des chasses automatiques ou des curages périodiques. A l'opposé des considérations relatives à l'auto curage, le souci de prévenir la dégradation des joints sur les canalisations circulaires et leur revêtement intérieur, nous conduit à poser des limites supérieures aux pentes admissibles.

Donc, il est déconseillé de dépasser des vitesses de l'ordre de (4 à 5) m / s à pleine section.

V. 5 – Formules d'écoulements :

Dans le calcul des canalisations on utilise les différentes formules d'écoulements qui ont été développées par des chercheurs scientifiques. Parmi ses formules on a :

V -5- 1-Formule de CHEZY

$$V = C \sqrt{R_h \cdot I} \quad (V-1)$$

Où :

I : Pente du collecteur (m/m).

R_h : Rayon hydraulique (m).

C: Coefficient de CHEZY, il dépend des paramètres hydrauliques et géométriques de l'écoulement. Le coefficient « C » est donné à son tour par la formule de BAZIN :

$$C = \frac{87}{1 + \frac{X}{\sqrt{R_h}}} \quad (V-2)$$

X : Coefficient de BAZIN qui varie suivant les matériaux employés et la nature des eaux transportées. Dans laquelle :

$X = 0.06$ pour les collecteurs d'eaux pluviales.

$X = 0.16$ pour les collecteurs d'eaux usées. [08]

V -5- 2 -Formule de MANNING :

$$V = \frac{\Gamma}{n} R_h^{2/3} I^{1/2} \quad (V-3)$$

Ou :

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

n : coefficient de MANNING il dépend des parois des conduite.

R_h : Rayon hydraulique (m).

I : Pente du collecteur (m/m).

V -5- 3 -Formule de MANNING-STRICKLER

$$V = K_s .R^{2/3} .I^{1/2} \quad (V.4)$$

On désigne par :

R : Rayon hydraulique défini comme le rapport de la section d'écoulement au périmètre mouillé (m).

I : La pente moyenne (m/m).

K_s : Coefficient de rugosité (ou de Strickler) à la dimension $L^{1/3} T^{-1}$.

Les valeurs de K_s sont présentées dans le tableau V.1.

Tableau V.1 : Les Valeurs de K_s selon la nature des parois.

| Nature des parois | K_s |
|----------------------------|-------|
| Fossé à paroi en herbe | 30 |
| Fossé à paroi en terre | 40 |
| Canal en maçonnerie | 60 |
| Conduite en béton | 75 |
| Conduite en fibre ciment | 80 |
| Conduite en béton lisse | 90 |
| Conduite en fonte, en grés | 90 |
| Conduite en PVC | 100 |

Source : Les réseaux d'assainissement de R.BOURRIER (page 512)

On remarque que les valeurs de K_s allant de 100 (parois très lisses) à 30 (parois très irrégulières) et il faut remarquer que plus la paroi est rugueuse, plus K_s est faible.

Le débit sera donc :

$$Q = K_s \cdot S_m \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2} \quad (V.5)$$

D'où le diamètre est calculé par la formule :

$$D_{cal} = \left(\frac{3,2036 \times Q_t}{K_s \times \sqrt{I}} \right)^{\frac{3}{8}} \quad (V.6)$$

Où : $Q_t = Q_{usé} + Q_{pl}$

Avec :

$Q_{usé}$: Débit d'eau usée (m^3/s).

Q_{pl} : Débit d'eau pluviale (m^3/s).

Le débit à pleine section est donné par la relation :

$$Q_{ps} = V_{ps} \times \frac{f \times (D_{nor})^2}{4} \quad (V.7)$$

D_{nor} : Diamètre normalisé de la conduite (m).

V_{ps} : Vitesse à pleine section (m/s).

Q_{ps} : Débit à pleine section (m^3/s).

Le rayon hydraulique pour calculer la vitesse à pleine section est :

$$R = \frac{D_{nor}}{4} \quad (V.8)$$

La vitesse à pleine section sera donc :

$$V_{ps} = K_s \cdot \left(\frac{D_{nor}}{4} \right)^{2/3} \cdot I^{1/2} \quad (V.9)$$

Chapitre V : CALCUL HYDRAULIQUE DU RESEAU D'ASSAINISSEMENT

D'après le calcul de rapport de débit R_Q , et pour le calcul de rapport des vitesses R_v et le rapport des hauteurs R_h on a établi la relation entre R_q et R_v , ainsi entre R_q et R_h par la méthode des régressions polynomiales.

- $R_v = -25,63R_Q^6 + 93,647R_Q^5 - 134,25R_Q^4 + 95,24R_Q^3 - 35,151R_Q^2 + 7,0395R_Q + 0,2263$
- $R_h = -11,423R_Q^6 + 40,641R_Q^5 - 55,497R_Q^4 + 37,115R_Q^3 - 12,857R_Q^2 + 2,8373R_Q + 0,0359$

Ensuite on calcule les vitesses et les hauteurs :

$$R_Q = \frac{Q}{Q_{ps}}$$
$$R_v = \frac{V}{V_{ps}} \quad \Rightarrow \quad V = R_v \times V_{ps}$$
$$R_h = \frac{H}{D_{nor}} \quad \Rightarrow \quad H = R_h \times D_{nor}$$
$$R_{v,min} = \frac{V_{min}}{V_{ps}} \quad \Rightarrow \quad V_{min} = R_{v,min} \times V_{ps}$$
$$R_{h,min} = \frac{H_{min}}{D_{nor}} \quad \Rightarrow \quad H_{min} = R_{h,min} \times D_{nor}$$

Où :

Q : Débit véhiculé par la conduite circulaire en (m^3/s).

V : Vitesse d'écoulement en (m/s).

h : Hauteur de remplissage dans la conduite en (mm).

D: diamètre normalisé de la conduite en (mm).

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

Q_{ps} : Débit de pleine section en (m^3/s).

V_{ps} : Vitesse à pleine section en (m/s).

Pour la vérification de la vitesse d'auto curage on a deux conditions à vérifier :

Condition 1: Vitesse d'écoulement ($V \geq 1,00m / s$).

Condition 2:

- $V_{min} > 0,60m / s$ pour $Q_{min} \approx (Q_{ps} / 10)$
- $V_{min} > 0,30m / s$ pour $Q_{min} \approx (Q_{ps} / 100)$

Remarque :

La vitesse maximale admissible est ($4 \div 5$) m/s (éviter l'abrasion des conduites).

- Si $V < 0,6$ m/s dépôt des sables.
- Si $V < 0,3$ m/s dépôt des vases organiques.

Les étapes de dimensionnement de notre réseau sont représentées dans l'organigramme suivant :

Chapitre V : CALCUL HYDRAULIQUE DU RESEAU D'ASSAINISSEMENT

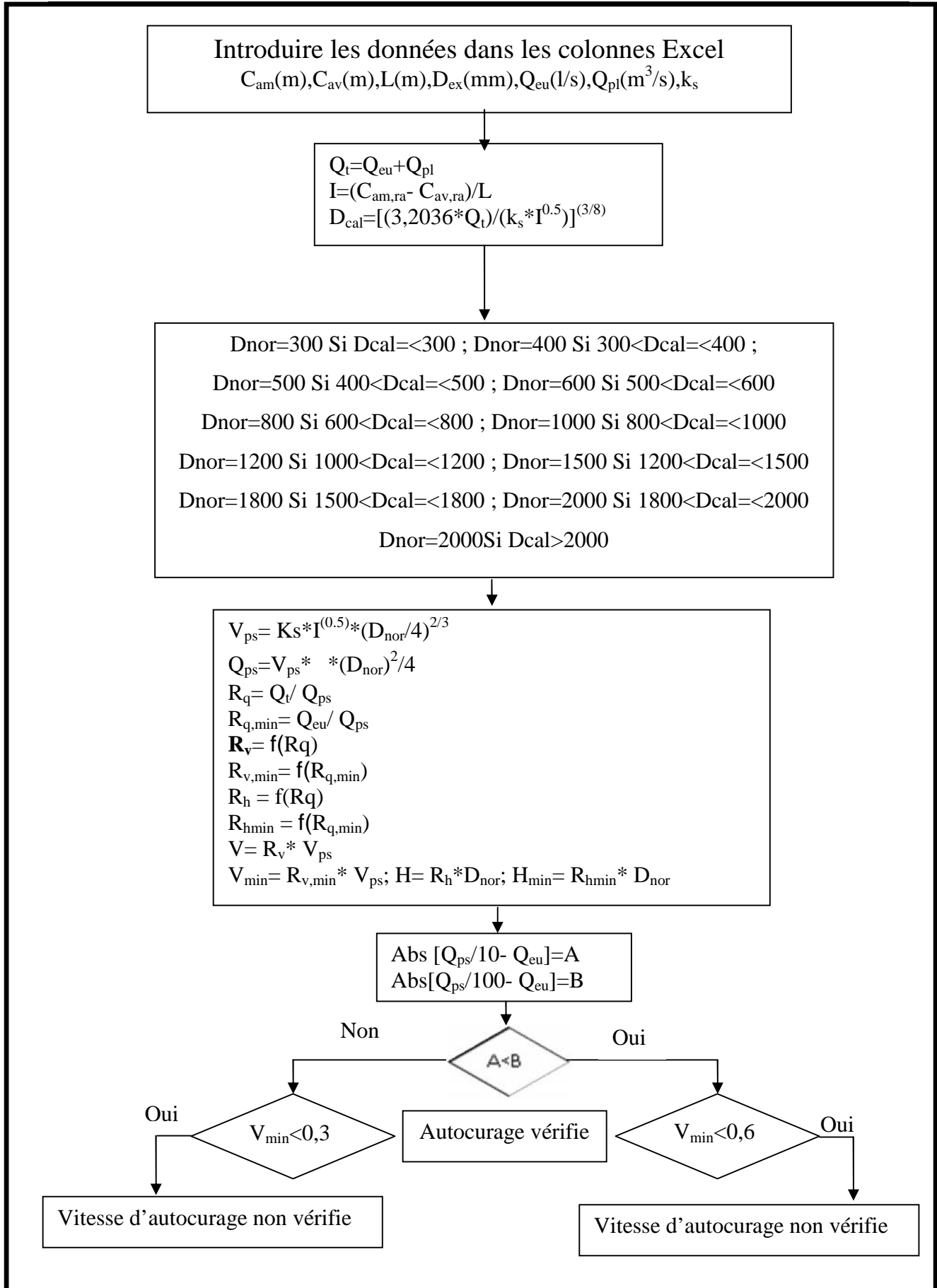


Figure V.1 Organigramme du programme.

Chapitre V : CALCUL HYDRAULIQUE DU RESEAU D'ASSAINISSEMENT

Les résultats de calcul des dimensions des collecteurs et des paramètres hydrauliques (conditions d'écoulement et la vitesse d'auto curage) sont représentés dans les tableaux dans l'annexe 1.

V.6 CONCLUSION :

Dans ce chapitre, nous avons abordé le coté hydraulique à savoir le dimensionnement du réseau d'évacuation d'eaux usées et pluviales dans l'hypothèse d'un système unitaire.

Nous avons utilisé une méthode de calcul clairement expliquée répondant ainsi aux hypothèses considérées dans les écoulements en assainissement.

La méthode de calcul adoptée montre que les diamètres des collecteurs obtenus assurent l'auto-curage d'une part et le débit maximum d'autre part avec des vitesses vérifiant la fourchette recommandée par les normes d'assainissement.

CHAPITRE VI : LES ELEMENTS CONSTITUTIFS DU RESEAU D'EGOUT

VI.1 INTRODUCTION :

Un réseau d'assainissement est un ensemble constitué d'organes dont chacun est le complémentaire des autres en fonction du rôle qu'il joue.

En matière d'assainissement, les éléments constitutifs d'un réseau d'égout devront assurer :

- Une évacuation correcte et rapide sans stagnation des eaux de pluie :
- Le transport des eaux usées susceptibles de provoquer une pétrification, (odeur) dans les conditions d'hygiène favorable.

Les ouvrages en matière d'assainissement comprennent :

1- Des ouvrages principaux qui correspondent au développement de l'ensemble du réseau jusqu'à l'entrée des effluents dans la station d'épuration.

2- Des ouvrages annexes qui constituent toutes les constructions et les installations ayant

Pour but de permettre l'exploitation rationnelle et correcte du réseau (bouches

D'égouts, regards, déversoirs d'orage... etc.)

VI.2 OUVRAGES PRINCIPAUX :

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

Les ouvrages principaux comprennent :

VI. 2-1- Canalisations:

Elles se présentent sous plusieurs formes cylindriques préfabriquées en usine. Elles sont désignées par leurs diamètres intérieurs, dites diamètres nominaux exprimés en millimètre, ou ovoïdes préfabriqués désignés par leur hauteur exprimée en centimètre et, des ouvrages visitables. [09]

Dans notre projet nous adoptons pour les canalisations de forme circulaire.

VI. 2 -2- Types De Canalisation : [09]

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

VI- 2 - 2-1 Conduites en béton non armé :

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

VI - 2 -2-2 Conduites en béton armé :

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

VI -2 - 2- 3 Conduites en amiante – ciment :

Les tuyaux et pièces de raccord en amiante - ciment se composent d'un mélange de ciment Portland et d'amiante en fibre fait en présence d'eau.

Ce genre se fabrique en deux types selon le mode d'assemblage ; à emboîtement ou sans emboîtement avec deux bouts lisses. Les diamètres varient de 60 à 500 mm pour des longueurs variant de 4 à 5 m Les joints sont exclusivement du type préformé.

VI- 2- 2- 4 Conduites en grès :

Le grès servant à la fabrication des tuyaux est obtenu à parties égales d'argile et de sable argileux cuits entre 1200°C à 1300°C .Le matériau obtenu est très imperméable. Il est inattaquable aux agents chimiques, sauf l'acide fluorhydrique. L'utilisation de ce genre est recommandée dans les zones industrielles. La longueur minimale est de 1 m

VI- 2-2- 5 Conduites en chlorure de polyvinyle (p.v.c) non plastifié :

Les tuyaux sont sensibles à l'effet de température au-dessous de 0°C. Ils présentent une certaine sensibilité aux chocs. L'influence de la dilatation est spécialement importante et il doit en être tenu compte au moment de la pose. La longueur minimale est 6 m.

VI. 2-3-Choix du type de canalisation :

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

- Des pentes du terrain.

- Des diamètres utilisés.
- De la nature du sol traversé.
- De la nature chimique des eaux usées.
- Des efforts extérieurs dus au remblai.

Pour notre projet, les conduites utilisées seront en béton armé de profil circulaire vu les avantages qu'elles présentent :

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

VI-2 –4 Différentes actions supportées par la conduite : [09]

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

a)- Actions mécaniques :

Ce type d'action résulte de l'agressivité des particules de sable et de gravier qui forment le remblai et le radier des canalisations. Cette agressivité provoque la détérioration des parois intérieures par le phénomène d'érosion due essentiellement à de grandes vitesses imposées généralement par le relief.

b)- Actions statiques :

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

TABLEAU VI-01: Caractéristiques du tuyau en béton armé :

| Diamètre nominal (mm) | Epaisseurs minimales(mm) |
|------------------------------|---------------------------------|
| 800 | 66-116 |
| 1000 | 66-116 |
| 1200 | 71-121 |
| 1400 | 119 -146 |
| 1600 | 130 -158 |
| 1800 | 133-177 |
| 2000 | 141 -194 |

c)-Actions chimiques :

Elles sont généralement à l'intérieur de la conduite, Une baisse de pH favorise le développement des bactéries acidophiles qui peuvent à leur tour favoriser la formation de l'acide sulfurique (H_2SO_4) corrosif et néfaste aux conduites.

VI - 2 – 5 Protection des conduites :

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

Pour cela les moyens de lutte peuvent se résumer comme suit :

- Les temps de rétention des eaux usées dans les canalisations doivent être réduits au maximum.
- L'élimination des dépôts doit s'opérer régulièrement, car ceux-ci favorisent le développement des fermentations anaérobies génératrices d'hydrogène sulfuré (H_2SO_4) .
- Une bonne aération permet d'éviter les condensations d'humidité sur les parois et de réduire ainsi la teneur en H_2SO_4 .
- Revêtement intérieur des conduites par du ciment limoneux ou du ciment sulfaté avec un dosage suffisant dans le béton (300 à 350 kg/m^3 de béton). [06]
- Empêcher l'entrée des sables par l'implantation des bouches d'égout.

VI- 2- 6 Essai des tuyaux préfabriqués : [09]

Avant d'entamer la pose des canalisations ; il est obligatoire de faire quelques essais notamment l'essai à l'écrasement, l'étanchéité et la corrosion. Ces essais sont exécutés sur des tuyaux prélevés au hasard à raison de cinq éléments par lot de 1000 éléments pour l'essai à l'écrasement et de dix éléments par lot de 1000 éléments pour l'essai d'étanchéité.

a)-Essai à l'écrasement :

Les ouvrages doivent résister aux charges permanentes des remblais d'une part, aux surcharges dans les zones accessibles aux véhicules routiers d'autre part. Ce qui nous obligeons de faire l'essai de l'écrasement.

L'épreuve à l'écrasement se fait par presse automatique avec enregistrement des efforts. Ils doivent être répartis uniformément sur la génératrice supérieure de tuyau.

La mise en marche est effectuée jusqu'à la rupture par écrasement à une vitesse de 1000 daN/m de longueur et par minute. Cet essai permet de déterminer la charge de rupture.

b)-Essai à l'étanchéité :

L'essai à l'étanchéité est effectué sous pression d'eau sur deux tuyaux assemblés, de manière à vérifier la bonne tenue des éléments de jonction et des bagues d'étanchéité.

On procède comme suit :

-Les tuyaux à base de ciment sont fabriqués depuis au moins 21 jours et préalablement imbibés d'eau pendant 48 heures par remplissage total.

-Les tuyaux sont disposés à plat, la mise en pression est assurée pendant 30 mn

Par une presse hydraulique, La pression d'essai est de 0,5 bar pour les ovoïdes et de 1 bar pour les autres tuyaux.

-Pour les tuyaux circulaires, une face de désaxement est appliquée à l'assemblage sur la génératrice inférieure de l'un des tuyaux, de manière à obtenir une ouverture de l'assemblage sur la génératrice supérieure égale à 15 mm lorsque les diamètres nominaux sont supérieurs ou égaux à 300 mm, et 8 mm lorsque les diamètres nominaux sont inférieurs à 300 mm. Aucune fissure avec suintement ne doit être constatée sur l'étendue du joint.

c) - Essai de corrosion :

Les ex ménagères et les eaux industrielles évacuées par les canalisations en béton renferment de l'acide carbonique dissous dans l'eau, de l'hydrogène Sulfuré (H_2S) produit par les fermentations anaérobies et des composés acides divers des eaux industrielles .Sous l'action de ces agents, le béton est corrodé et ce matériau se détériore.

Chapitre VI : LES ELEMENTS CONSTITUTIFS DU RESEAU D'EGOUT

L'épreuve de corrosion se fait par addition des produits, après on fait un lavage à l'eau douce. Après un séchage à l'étuve on pèse l'échantillon. Les surfaces de la paroi interne ne doivent pas être altérées

VI.3.1.1 Collecteurs à cunette et banquettes :

Les collecteurs à cunette et banquettes forment l'ossature générale des réseaux d'évacuation dans les grandes villes, les divers types d'égout précités venant s'y raccorder.

Ils comprennent une cunette centrale, pouvant atteindre 4m de largeur, et deux banquettes latérales servant pour la circulation des ouvriers et le guidage des engins de curage.

VI.3.1.2 Galeries de déversoirs d'orage :

Comme leur nom l'indique, les galeries de déversoirs d'orage sont destinées à évacuer, en cas d'orage, le débit supplémentaire transitant dans les collecteurs. Ces ouvrages dirigent directement les eaux vers le milieu naturel, sans traitement, la dilution étant, généralement, importante.

VI.3.2 Choix du matériau des collecteurs :

Le choix du matériau devra, essentiellement, être conditionné en fonction de trois considérations principales :

- Résistance aux actions chimiques du sol et des eaux y incluses ainsi que des eaux transportées ;
- Bonne étanchéité ;
- Résistance aux actions mécaniques dues aux charges extérieures ;

VI.4 OUVRAGES ANNEXES :

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

Les ouvrages annexes sont considérés selon deux groupes :

- Les ouvrages normaux ;
- Les ouvrages spéciaux ;

VI.4.1 Les ouvrages normaux : [05]

VI.4.1.1 Les branchements particuliers :

L'objet des branchements particuliers est de diriger, soit séparément soit mélangées, selon la nature du réseau d'assainissement public, les eaux pluviales et les eaux usées qui ont été recueillies au pied de l'immeuble, jusqu'à la limite de propriété.

Les dispositifs de raccordement pouvant être constitués par :

- Un regard de jonction.
- Un branchement simple, dénommé aussi culotte de branchement ;
- Un raccord de piquage ;
- Une boîte de branchement ;

VI.4.1.2 Gargouilles :

S'il n'existe pas de réseau d'égout pluvial à proximité, les eaux pluviales de l'immeuble peuvent être conduites au caniveau par des conduites à section carrée ou rectangulaire, encastrées dans le sol, et dénommées gargouilles.

VI.4.1.3 Caniveaux :

Les caniveaux sont destinés à collecter jusqu'à des bouches d'égout les eaux de la voirie.

VI.4.1.4 Bouches d'égout :

a) Rôle :

Les bouches d'égout servent à l'introduction dans un égout des eaux de pluie et de lavage des chaussées. Elles sont normalement établies aux points bas des caniveaux correspond généralement à une jonction de rues.

b) Caractéristiques :

Les bouches d'égout peuvent être classées selon deux critères :

- Le mode de recueil des eaux : bouches à accès latéral et bouches à accès sur le dessus ;
- Le mode de retenus des déchets solides c.à.d. sans ou avec décantation ;

b.1) Bouches à accès latéral (avaloirs) :

L'introduction de l'eau s'effectue par une ouverture dite avaloir.

La bouche, du type sans décantation, n'offre donc aucun obstacle à la pénétration des résidus dans le réseau. Sauf cas particuliers, et surtout si le réseau risque de ne pas être entretenu d'une manière suivie, il sera préférable d'utiliser les bouches avec décantation.

b.2) Bouches à accès sur le dessus (bouches à grilles) :

Chapitre VI : LES ELEMENTS CONSTITUTIFS DU RESEAU D'EGOUT

Les bouches à accès sur le dessus sont constituées par des grilles de caniveau. Ces ouvrages collectent les eaux de ruissellement au niveau du sol, en général en dehors de celles rassemblées dans les caniveaux de trottoirs. Elles pourront dans les mêmes conditions que les bouches à avaloir être munies de puisards de décantation. Ceux-ci sont d'autant plus indispensables que le sol environnant est recouvert de sable ou de gravillons.

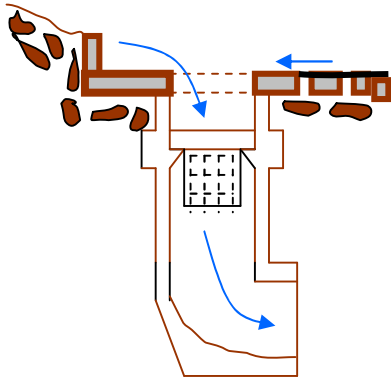


Fig VI.1 : Bouche à accès sur le dessus (bouches à grilles (avaloirs))

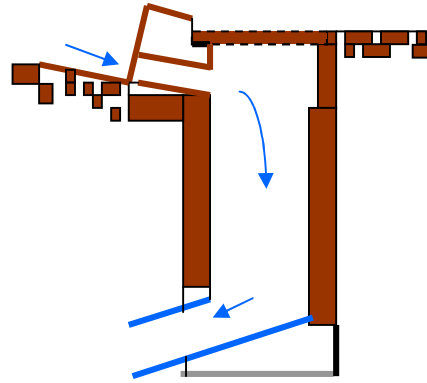


Fig VI.2 : Bouche à accès latéral

c) Dimensionnement des bouches d'égout à grille :

$$Q = C \cdot \sqrt{2gh} \quad (\text{VI.1})$$

Q : Débit qui entre dans la bouche d'égout ;

g : Accélération de la pesanteur ($g = 9.81\text{m/s}^2$) ;

h : Hauteur d'eau au niveau du caniveau ;

Dans laquelle on a :

$$\text{- Pour une grille : } C = 0,6 \cdot N_s \cdot K \quad (\text{VI.2})$$

Où :

0.6 : Représente la valeur du coefficient de débit ;

N_s : Section nette de passage d'eau ;

K : Coefficient de colmatage ($0.8 < K < 1$) ;

- Pour un avaloir :

$$C = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{1}{3} L \cdot h} \quad (\text{VI.3})$$

Avec :

h : Hauteur d'eau ($h < 0.10\text{m}$) ;

L : Longueur d'engouffrement ;

Détermination de la surface nette de passage d'eau :

$$\text{On a : } Q = V \cdot S \quad (\text{VI.4})$$

Où : Q : Débit de l'eau qui passe dans le caniveau ;

V : Vitesse de l'eau qui passe dans le caniveau ;

S : Section mouillée qui varie avec la forme de caniveau.

On a aussi :

$$V = K_r \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2} \quad (\text{VI.5})$$

$$\text{Où : } K_r = 50 C_r + 10 \quad (\text{VI.6})$$

Avec :

C_r : Coefficient de ruissellement qui caractérise le caniveau ;

R : Rayon hydraulique ;

I : Pente géodésique ;

K_r : Coefficient qui tient compte du coefficient de ruissellement.

Donc d'après les formules VI.1 et VI.4 on aura :

$$V \cdot S = C \sqrt{2gh}, \text{ et d'après VI.2, on obtient :}$$

$$V \cdot S = 0.6 \cdot N_s \cdot K \cdot \sqrt{2gh} \Rightarrow N_s = \frac{V \cdot S}{0.6 \cdot K \cdot \sqrt{2gh}}$$

Exemple de calcul :

Pour notre cas on propose un caniveau demi circulaire de 0.2m de rayon, donc on aura pour la section mouillée :

$$S = \frac{f R^2}{2} = \frac{f (0.2)^2}{2} = 0.063 \quad \mathbf{S = 0.063 \text{ m}^2}$$

Pour $K=0.9$; on aura :

$$N_s = \frac{V \cdot S}{0.6 \cdot K \cdot \sqrt{2gh}} = \frac{V \times 0.063}{0.6 \times 0.9 \sqrt{2g \times 0.2}} \Rightarrow N_s = V \times 0.059$$

Le rayon hydraulique est égal à 0.1m.

Tableau VI.2 : Détermination de la section nette d'une bouche d'égout.

| Tronçon | Cr | I (%) | Kr | V (m/s) | Section Nette Ns (m ²) |
|---------|------|-------|------|---------|------------------------------------|
| R14-R15 | 0.75 | 4.80 | 47.5 | 2.24 | 0.132 |

Pour la bouche d'égout à grille on propose 4 ouvertures de longueurs de L= 40cm donc la section du passage d'eau est :

$$S = \frac{N_s}{4} = \frac{0.132}{4} = 0.033\text{m}^2 \text{ et } S = L \times l \text{ donc la largeur de l'ouverture est:}$$

$$l = \frac{S}{L} = \frac{0.033}{0.4} = 0.083\text{m}$$

Donc : nombre de barreaux = nombre ouvertures + 1 = 4+1 = 5

On a la largeur de barreau = 30cm alors :

La largeur totale de la bouche est $0.03 \times 5 + 0.083 \times 4 = 0.48\text{m}$

Donc les dimensions de la bouche d'égout est L= 40cm, l= 48cm avec 4 ouvertures de 8.3cm de largeur.

VI.4.1.5 Regards :

a) Rôle :

Le rôle des regards est de permettre :

- Pour les ouvrages visitables l'accès au personnel pour les travaux d'entretien et de curage ;
- Pour les ouvrages non visitables l'accès à ceux-ci par l'engin de curage ou par les caméras ;

Par ailleurs, ils servent à la ventilation des ouvrages.

b) Emplacement et espacement :

Sur les canalisations un regard doit être installé :

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

La distance entre deux regards est variable :

- 30 à 50m en terrain accidenté ;
- 50 à 80m en terrain plat ;

c) Types des regards :

c.1) Regards de visite :

Ce sont des regards installés tous les 30 à 50m le long du collecteur. Leurs dimensions sont fonction du diamètre à utiliser. Ils servent d'accès à l'intérieur du collecteur en cas d'entretien et de réparation.

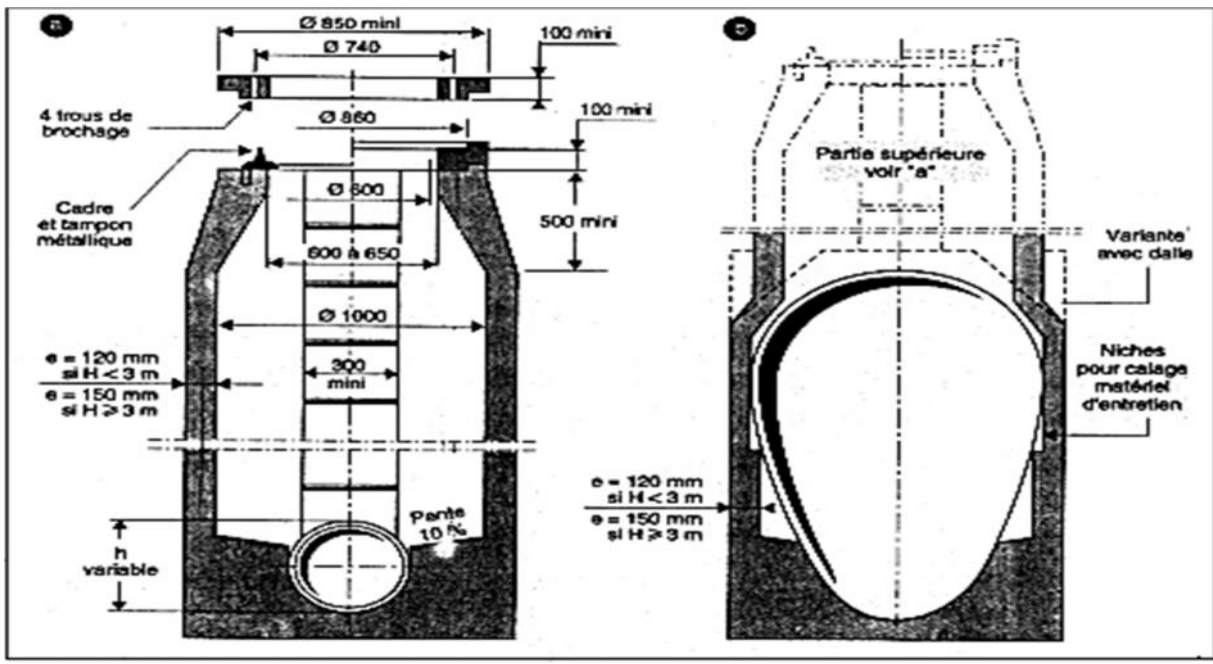


Figure VI.3 : Regard de visite.

c.2) Regards de jonction :

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

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

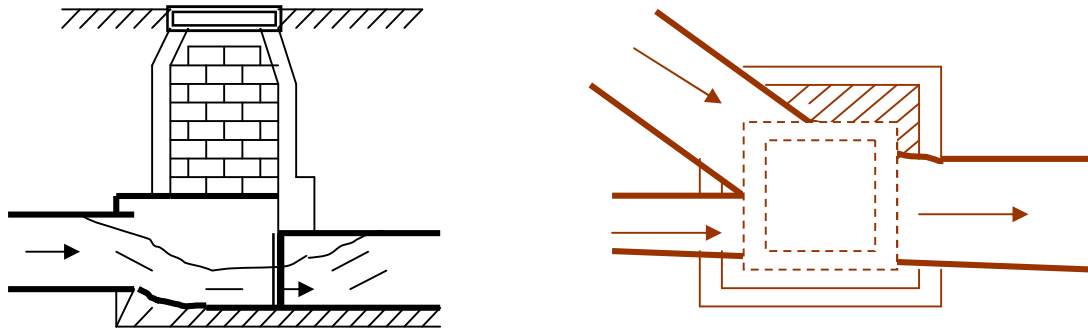


Figure VI.4 : Regard de jonction

c.3) Regards latéraux :

Ils sont placés latéralement par rapport à l'axe du collecteur, lorsque le diamètre est important.

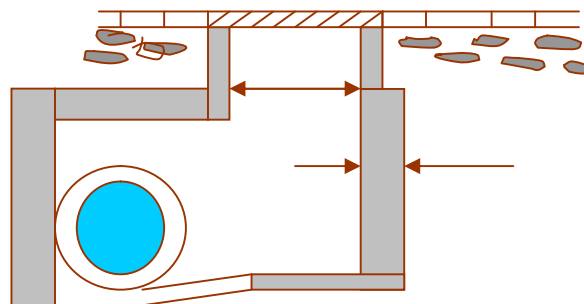


Figure VI.5 : Regard latéral.

c.4) Regard de ventilation :

La présence d'air dans les égouts est la meilleure garantie contre la fermentation et la production du sulfure d'hydraulique gazeux ; la ventilation s'opère par :

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

c.5) Regards double :

Chapitre VI : LES ELEMENTS CONSTITUTIFS DU RESEAU D'EGOUT

Sont utilisés dans le cas d'un système séparatif, lorsque les canalisations du réseau vanne et du réseau pluvial suivent un tracé commun.

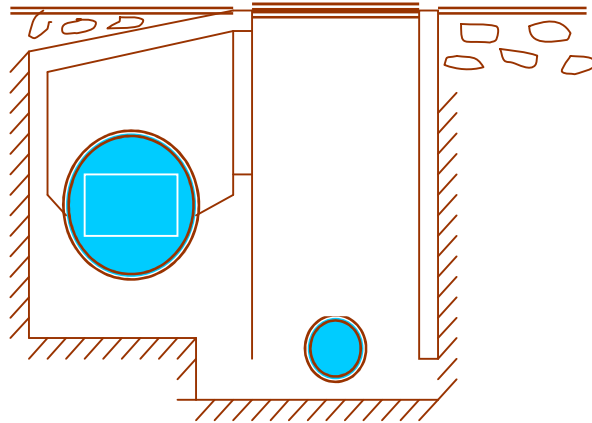


Figure VI.6 : Regard double

c.6) Regards toboggan :

Ces regards sont utilisés en cas d'exhaussement de remous.

c.7) Regards de chute :

Ils sont utilisés en cas de forte pente et sont très utiles pour la gestion du réseau (mesure volumétrique).

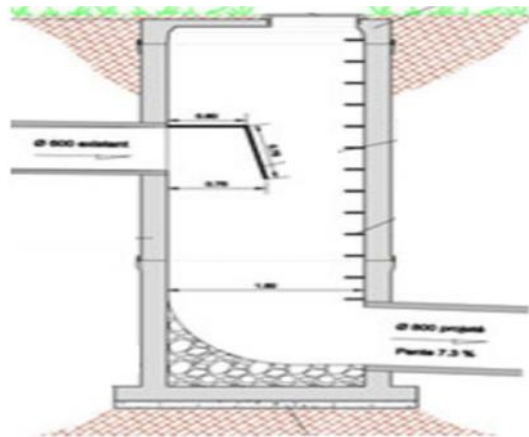


Figure VI.7 : Regard de chute

VI.4.2 Les ouvrages spéciaux :[05]

VI.4.2.1 Les déssableurs :

Ce sont des ouvrages placés à l'amont des endroits où les risques de dépôt sont importants, ils peuvent être placés en série dans le cas d'un réseau partiellement rénové. Si les déssableurs sont existants, il faut faire l'expertise pour vérifier leur performance.

VI.4.2.2 Les déversoirs d'orage :

Chapitre VI : LES ELEMENTS CONSTITUTIFS DU RESEAU D'EGOUT

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

- Avant la station d'épuration pour régulariser le débit ;
- Au milieu du réseau pour réduire les diamètres et équilibrer le fonctionnement du réseau ;

Généralement un déversoir d'orage se compose :

- D'un ouvrage de dérivation ;
- D'un canal ou collecteur de décharge ;

a) Type des déversoirs d'orage :

- Déversoir à seuil latéral et conduite aval étranglée ;
- Déversoir à seuil latéral et conduite aval libre ;
- Déversoir d'orage à ouverture du fond ;
- Déversoirs à seuil frontal ;
- Déversoirs siphoniques ;
- Déversoirs d'orage à ouverture du mur ;

Pour notre cas le déversoir d'orage n'existe pas

VI.4.2.3 Dérailleurs :

Les dérailleurs sont des appareillages destinés à retenir les corps plus ou moins volumineux transités par les eaux d'égout et ce avant un lieu où ils seraient une nuisance importante (siphon par exemple).

VI.4.2.4 Siphons :

Les traversés d'obstacles en siphons constituent des points délicats des réseaux d'égout.

Chapitre VI : LES ELEMENTS CONSTITUTIFS DU RESEAU D'EGOUT

S'il s'agit de franchissement d'un cours d'eau, par un réseau unitaire, il est recommandé, afin de réduire les dimensions de l'ouvrage, de prévoir, en tête, un déversoir d'orage.

Un dégrillage et un dessablage devront, toujours, être prévus en tête d'un siphon.

VI.5 CONCLUSION :

Pour une exploitation rationnelle de notre réseau d'assainissement, il est nécessaire de faire un bon choix des conduites qui le constituent et ceci selon la forme et le matériau par lequel elles sont construites.

Ainsi dans notre cas et après avoir exposé les divers types de conduites, nous avons opté pour des conduites circulaires en béton armé d'une classe de résistance 135A car elles sont satisfaisantes aux conditions de notre projet.

Chapitre VII : ORGANISATION DE CHANTIER

VII.1 INTRODUCTION :

La réalisation d'un système d'assainissement est régit par les lois auxquelles sont soumis tous chantiers se trouvent dans la nature, en milieu urbain soient ils ou en milieu rural.

Pour une réalisation optimale il faut suivre les règles de l'organisation de chantier en général. La méthode la plus utilisée est la méthode CPM « Critical Path Méthode », c'est une méthode qui consiste à réduire le temps de réalisation, le coût et augmenter le rendement du travail. Elle se base sur l'établissement d'un réseau qui traduit la succession des opérations constituant le projet en question. A la fin on obtient ce qu'on appelle le chemin critique.

La pose de canalisation est une phase très importante dans laquelle il faut toutes les dispositions utiles pour qu'aucun problème ne se pose pas.

VII.2 Implantation des canalisations : [13]

Les canalisations d'assainissement sont enterrées dans le sous-sol (du domaine public, le plus couramment) ou sous le domaine privé si les contraintes techniques de projet imposent une telle solution.

Le sous-sol des voiries reçoit, dans bien des cas, l'ensemble des canalisations pour tous les fluides nécessaires : eau, égout, électricité, gaz, éclairage public, chauffage urbain, etc.

Si l'on veut éviter de détruire les revêtements des chaussées et des trottoirs, ce qui coûte cher au contribuable, il faut un minimum de coordination. De tous les équipements d'infrastructure, l'assainissement est le plus contraignant en raison de la grande dimension des ouvrages et des difficultés liées à la pente. On doit respecter, dans le profil en long, une profondeur minimale en vue :

- De permettre une réalisation correcte des branchements particuliers dont la pente ne doit pas descendre au-dessous de 3%.
- D'éviter sous l'effet des charges roulantes tout risque d'écrasement des tuyaux le moins résistants sous la chaussée.
- De disposer d'au moins 1m de profondeur pour le passage des traversées de canalisations, câble, etc.

VII.3 Exécution des travaux :

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

- Chargement, déchargement, manutention et stockage des conduites ;
- Décapage de la couche de végétation ;
- Emplacement des jalons des piquets ;
- Construction des tranchées et des fouilles pour les regards ;
- Aménagement du lit de pose ;
- Construction des regards en béton armé ;
- La mise en place des canalisations en tranchée ;
- Assemblage des tuyaux ;
- Faire les essais d'étanchéité pour les conduites et les joints ;
- Remblaiement des tranchées.

VII.3.1 Chargement, déchargement, manutention et stockage des conduites : [14]

Le chargement des camions ou conteneurs doit être effectué de façon qu'aucune détérioration ou déformation des conduites ne se produise pendant le transport.

-On doit en particulier veiller à éviter les manutentions brutales, les flèches importantes, tout contact des conduites avec des pièces métalliques ou des blocs de maçonnerie.

Le déchargement brutal des conduites sur le sol est à proscrire. Des précautions identiques à celles prises pendant le transport sont à observer pour les conduites extraites de leur palette d'origine. Leur empilement doit se faire en alternant les emboîtures ou en interposant un lit de planches entre chaque couche de conduites.

Pour éviter tout risque de détérioration et d'incident ultérieur, les conduites doivent être portés et non traînés sur le sol ou contre les objets durs. Par temps très froid, il est nécessaire de prendre des précautions supplémentaires, et en particulier d'éviter tout choc violent des conduites.

Dans tous les cas, il est nécessaire de préparer un lieu de stockage situé le plus près possible du lieu de travail. L'aire destinée à recevoir les conduites doit être nivelée et plane afin d'éviter la déformation des conduites.

Comme pendant le transport et le déchargement des conduites libérés de leur palette, leur disposition pour un stockage prolongé doit respecter l'alternance des emboîtures ou l'interposition d'un lit de planches entre chacun des lits de conduites. La hauteur du gerbage ne doit pas excéder 2 mètre.

En cas d'exposition prolongée au soleil, les conduites doivent être stockés à l'abri, Il est préférable de les couvrir avec une bâche opaque.

Eviter le bardage de longue durée en bord de fouille. Il est en effet préférable d'approcher les conduites de la tranchée au fur et à mesure de leur utilisation.

VII.3.2 Décapage de la couche de terre végétale :

Avant d'entamer l'excavation des tranchées, on doit tout d'abord commencer par l'opération de décapage des terres végétales sur des faibles profondeurs, le volume de la couche à décaper est calculer par la formule (VII.3)

VII.3.3 Emplacement des jalons des piquets (piquetage) :

Les jalons des piquets doivent être placés :

- Dans chaque point d'emplacement d'un regard à chaque changement de direction ou de pente.
- A chaque branchement ou jonction de canalisation ;

VII.3.4 Construction de la tranchée :

VII.3.4.1 Caractérisation des travaux en tranchée : [13]

La pose dans un sous-sol, encombré, ou à proximité de fondation de constructions, ou sous voirie, nécessite, pour éviter tout risque d'éboulement, de respecter les dispositions suivant :

- Les fouilles des tranchées ayant plus de 1.3m de profondeur ne peuvent être effectuées qu'avec des parois talutées ou des parois verticales blindées ;
- Lorsqu'une tranchée est ouverte dans un terrain de culture ou une prairie, la terre végétale est déposée à part sur chantier. Si la tranchée est ouverte sous les voies publiques, l'emprise de la tranchée est découpée avec soin jusqu'au niveau des fondations, sans dégrader la partie voisine ;
- Les plans doivent mentionner, d'une manière précise, l'emploi d'engins mécanique sur l'étendue de telle ou telle section de chantier ;

-La largeur de la tranchée doit être en tout point suffisante pour qu'il soit facile d'y placer les tuyaux et les raccords, d'y effectuer convenablement les remblais autour des canalisations et d'y exécuter la pose des éléments spéciaux et leur assemblages ;

VII.3.4.2 Profondeurs de fouille :

Les profondeurs de fouille prévues au projet doivent être respectées, en prévoyant la place nécessaire à la mise en œuvre du lit de pose.

$$H = e + D + h \quad (\text{m}) \qquad \text{VII-1}$$

Avec :

H : Profondeur de la tranchée ;

e : Epaisseur du lit de sable (m) ;

D : Diamètre de la conduite (m) ;

h : Hauteur du remblai (m).

VII.3.4.3 Largeur de tranchée : [14]

La largeur de la fouille doit être déterminée en fonction de la profondeur d'enfouissement et du diamètre de la canalisation à mettre en place. Cette largeur doit être suffisante pour permettre l'aménagement correct du fond de la tranchée d'une part, et l'assemblage des éléments de la canalisation d'autre part.

$$B = D + 2c \quad (\text{m}) \qquad \text{VII-2}$$

Avec :

B : Largeur de la fouille au fond. (m)

D : Diamètre de la conduite. (m)

C : Espacement entre les parois de la tranchée et la conduite ($c = 0,3 \text{ m}$)

VII.3.4.4 Fond de la tranchée : [14]

Le fond de la tranchée doit être débarrassé des roches de grosse granulométrie, des vestiges de maçonnerie et des affleurements de points durs, puis convenablement dressé suivant la pente prévue au projet.

VII.3.5 Aménagement du lit de pose :

Les tubes ne doivent pas être posés à même fond de fouille mais sur un lit de pose, d'une hauteur de 10cm au minimum constitué de sable. Le lit de pose doit être soigneusement

compacté. Si le terrain est instable, des travaux spéciaux se révèlent nécessaires : exécution d'un béton de propreté, de berceaux ou même de dalles de répétition.

VII.3.6. Exécution des regards :

Les différentes étapes d'exécution d'un regard sont les suivantes :

- Réglage du fond du regard ;
- Exécution de la couche du béton de propreté ;
- Ferrailage du radier de regard ;
- Bétonnage du radier ;
- Ferrailage des parois ;
- Coffrage des parois ;
- Bétonnage des parois ;
- Décoffrage des parois ;
- Ferrailage de la dalle ;
- Coffrage de la dalle ;
- Bétonnage de la dalle ;
- Décoffrage de la dalle.

VII.3.7 Pose des canalisations en tranchée :

La mise en place des conduites dépend des opérations suivantes :

-Les tuyaux doivent être posés à partir de l'aval, l'emboîtement, s'il existe, étant dirigé vers l'amont ;

-Le calage provisoire des tuyaux doit s'effectuer à l'aide de mottes de terre ou de coins en bois, l'usage de pierres étant proscrit ;

-Les éléments d'un même tronçon se présentent dans un même axe ;

-La pente reste régulière entre chaque deux regard ;

-A chaque arrêt de travail, les extrémités des tuyaux non visitables sont provisoirement obturées pour éviter l'introduction des corps étrangers ;

VII.3.8 Mise en place des conduites :

La mise en place des conduites se fait par des engins appropriés (pelle).

VII.3.9 Conditions de pose des tuyaux : [13]

Les conditions de pose de la canalisation sont comme suit :

- Le fond des tranchées est arasé à 0.10 m au moins au dessous de la cote prévue pour la génératrice inférieure extérieure du tuyau ; sur cette épaisseur un lit de pose est constitué de 5% de particules dont le diamètre inférieur à 0.1mm et n'ayant pas de particules dont le diamètre est supérieur à 30mm ;
- La pose dans des terrains stables se réalise sur un fond de forme dressé et compacté en sable de diamètre $d > 30\text{mm}$;
- Les coffrages, étalements et blindage des parois verticales sont effectués habituellement par des boisements de soutènement ou par des panneaux métalliques ;
- L'utilisation de blindages-outils dépend de contraintes (terrains bouillants, présence d'eau, encombrement de sous-sol, etc) ;
- Le rabattement de nappes perchées ou phréatiques est effectué (pompage) ;
- Avant la mise en place, les abouts mâles et femelles sont nettoyés. On généralise la mise en place de joints en élastomère, parce qu'ils assurent au réseau une meilleure étanchéité.

VII.3.10 Assemblage des conduites :

Assemblage des tuyaux est effectué avec un levier (barre à mine) pièce de bois intermédiaire ou avec un outil qui exerce la force dans l'axe du tuyau.

VII.3.11 Faire les essais d'étanchéité pour les conduites et les joints :

L'épreuve doit être effectuée sur des tronçons d'une longueur maximale de 500 m dans les plus brefs délais après la pose. L'essai est réalisé avec de l'eau, de l'air, de la fumée ou un mélange d'eau et d'air.

VII.3.12 Remblaiement des tranchées :

Remplissage de tranchée doit être effectué, en trois étapes :

A) Exécution de l'assise :

Le matériau de remblai est poussé sous les flancs de la canalisation et compacté par couches successives, jusqu'à hauteur des reins de la canalisation.

B) Exécution du remblai latéral et du remblai initial :

Le remblaiement et le compactage se poursuivent par couches successives, jusqu'à un niveau au moins égal à 150 mm au-dessus de la génératrice supérieure de la canalisation ou 100 mm au-dessus du collet. La hauteur des couches est à ajuster en fonction de la nature du remblai, de la puissance de l'engin de compactage et de

l'objectif de densification. Il convient que le remblai initial situé directement au-dessus de la canalisation soit compacté par des moyens non susceptibles de l'endommager.

C) Exécution du remblai proprement dit :

Le remblaiement et le compactage se poursuivent par couches successives jusqu'au niveau prévu au projet. La hauteur des couches est à ajuster en fonction de la nature du matériau, de la puissance de l'engin de compactage et de l'objectif de densification.

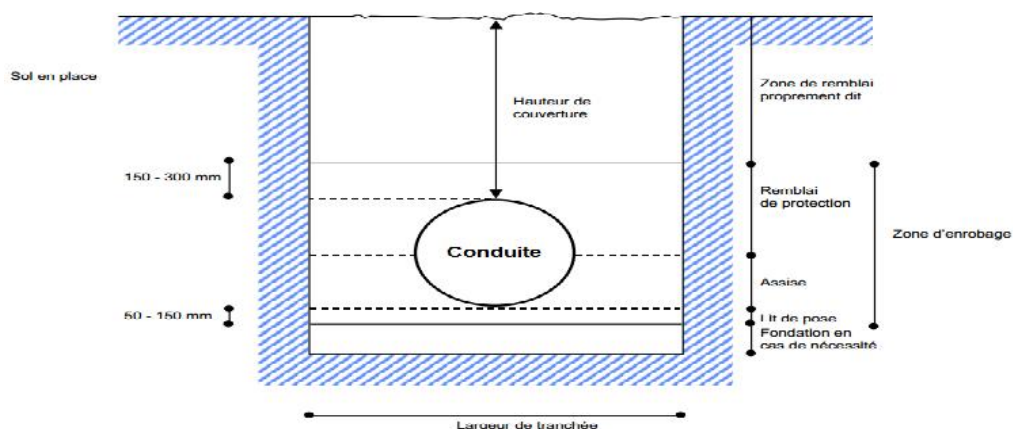


Figure VII.1 : Construction d'une tranchée

VII.4 Choix des engins :

Le choix des engins est très important dans la réalisation des travaux, chaque opération à un engin qui lui convient.

VII.4.1 Pour le décapage de la couche de la terre végétale :

On utilise le bulldozer ou le terrain est très difficile, mais le meilleur engin adopter à ce type de travaux est bien la niveleuse.

VII.4.2 La niveleuse :

Niveleuse en plus de son travail de terrassement et de finition ces emplois sont multiples :

- Débroussaillage en terrain léger ne comportant pas des gros arbustes ou de grosses pierres ;
- Décapage des terrains végétaux sur une faible épaisseur ;

- Creusement ou Curage des fossés en inclinant la lame sur le côté, les terres extraites par la lame remontent le long de celle-ci et viennent se déposer en cavalier sur le bord du fossé ;

VII.4.3 Pour l'excavation des tranchées :

On utilise une pelle équipée en rétro les pelles sont des engins de terrassement qui conviennent à tous les types de terrains. Ce sont des engins dont le rôle est l'exécution des déblais et leur chargement. Ils sont de type à fonctionnement discontinu, c'est à dire que le cycle de travail comprend les temps suivants :

- 1- Temps de fouille.
- 2- Temps de transport.
- 3- Temps de déchargement.
- 4- Temps de remise en position de déblais.

Ces engins sont très répandus et utilisés à grande échelle grâce à leur bon rendement et à la qualité du travail qu'ils peuvent fournir.

VII.4.4 Pour le remblaiement des tranchées :

Pour les grands travaux de ce type, l'engin qui convient c'est le chargeur. Les chargeurs : ce sont des tracteurs sur lesquels on monte à l'avant deux bras articulés, actionnés par des vérins et porte un godet. Si les travaux ne sont pas très importants, on utilise le rétro chargeur.

VII.4.5 Pour le compactage :

L'engin qui convient à cette opération est le rouleau lisse.

Il comprend :

- Un châssis.
- Des roues larges (cylindres) avec une couche d'usure d'acier au manganèse.
- Les organes de manœuvre.

VIII.5 Devis quantitatif et estimatif :

Le calcul du devis quantitatif et estimatif permet d'effectuer une estimation du cout de projet, il est utile également dans le cas de choix entre deux ou plusieurs variantes c.à.d faire une étude technico-économique.

Ce calcul consiste alors, à déterminer les quantités de toutes les opérations à effectuer sur terrain pour la réalisation du projet, ensuite les multiplier par le prix unitaire correspondant.

Les différentes opérations effectuées par ordre chronologique sont :

- ❖ Travaux de décapage de la terre végétale ;
- ❖ L'exécution des tranchées ;
- ❖ fourniture et pose de lit de sable ;
- ❖ Construction des regards et déversoirs d'orage en béton armé ;
- ❖ fourniture et pose des buses en béton armé ;
- ❖ Travaux de remblaiement de la tranchée ;
- ❖ Transport des terres excédentaires ;

VIII.5.1 Détermination des différents volumes :

a) Volume de la couche végétale :

$$V_{cv} = H_v \cdot L \cdot B \quad (\text{VII.3})$$

- V_{cv} : Volume de la couche végétale en (m³).
- H_v : Profondeur la couche végétale (on prend $H_v = 0,15$ m).
- L : Longueur totale de la tranchée en (m).
- B : Largeur de la couche végétale en (m).

b) Volume des déblais des tranchées :

$$V_d = B \cdot L \cdot H \quad (\text{VII.4})$$

- V_d : Volume des déblais des tranchées en (m³).
- B : Largeur de la couche du tronçon en (m).
- L : Longueur totale de la tranchée en (m).
- H : Profondeur de la tranchée en (m).

c) Volume du lit du sable :

$$V_{ls} = e \cdot L \cdot B \quad (\text{VII.5})$$

- V_{ls} : Volume du lit du sable en (m³).
- e : Epaisseur de la couche de sable en (m).
- B : Largeur de la couche du tronçon en (m).

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

d) Volume occupé par les conduites :

$$V_{\text{cdt}} = L \cdot f \cdot D^2 / 4 \quad (\text{VII.6})$$

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

e) Volume du remblai :

$$V_r = V_d - [V_{\text{cdt}} + V_{\text{cv}} + V_{\text{ls}}] \quad (\text{VII.7})$$

V_r : Volume du remblai en (m³).

f) Volume excédentaire :

$$V_{\text{exc}} = V_f - V_r \quad (\text{VII.8})$$

V_{exc} : Volume du sol excédentaire en (m³).

V_f : Volume du sol foisonné en (m³).

Tel que :

$$V_f = V_d \cdot K_f \quad (\text{VII.9})$$

K_f : Coefficient de foisonnement dépend de la nature de sol pour notre cas on a : $K_f = 1.27$

Tableau VII.1 : Détermination du devis quantitatif et estimatif du projet.

| N° | Désignation des travaux | Unité | Quantité | Prix Unitaire (DA) | Montant (DA) |
|-----------------|--|----------------|----------|--------------------|--------------|
| A | Travaux de terrassement | | | | |
| 1 | Décapage de la couche végétale | M ³ | 1170 | 200 | 234000 |
| 2 | Déblai | M ³ | 14 040 | 300 | 4212000 |
| 3 | Pose du lit de sable | M ³ | 780 | 1500 | 1170000 |
| 4 | Grillage avertisseur | ML | 5 200 | 18 | 93600 |
| 5 | Remblai de la tranchée | M3 | 12 145 | 300 | 3643500 |
| 6 | Evacuation des déblais excédentaires | M ³ | 1 895 | 180 | 341100 |
| B | Canalisation | | | | |
| | Canalisation en béton armé | | | | |
| 1 | 300 | ML | 1812 | 2500 | 4530000 |
| 2 | 400 | ML | 1243 | 3500 | 4350500 |
| 3 | 500 | ML | 764 | 4000 | 3056000 |
| 4 | 600 | ML | 332 | 5500 | 1826000 |
| 5 | 800 | ML | 836 | 7000 | 5852000 |
| 6 | 1000 | ML | 213 | 15000 | 3195000 |
| C | Construction des regards en béton armé | | | | |
| 1 | Construction des regards en béton armé avec tampon | U | 178 | 35000 | 6230000 |
| 2 | Bouches d'égout avec grille | U | 229 | 16000 | 3664000 |
| THT | | | | | 42397700 |
| TVA 17% | | | | | 7207609 |
| TTC (DA) | | | | | 49605309 |

VIII.6 .Planifications des travaux :

Les principales opérations à exécuter sont :

- A.** Piquetage ;
- B.** Décapage de la couche de végétation ;
- C.** Exécution des tranchées et des fouilles pour les regards ;
- D.** Aménagement du lit de pose ;
- E.** Construction des regards ;
- F.** La mise en place des canalisations en tranchée ;
- H.** Assemblage des tuyaux ;
- I.** Faire les essais d'étanchéité pour les conduites et les joints ;
- J.** Remblai des tranchées ;
- K.** Travaux de finition ;

Tableau VII.2 : Détermination des délais.

| OPERATION | TR(jours) | DP | | DPP | | MT |
|-----------|-----------|-----|-----|------|------|-----------|
| | | DCP | DFP | DCPP | DFPP | |
| A | 10 | 0 | 10 | 0 | 10 | 0 |
| B | 12 | 10 | 27 | 10 | 27 | 0 |
| C | 70 | 27 | 97 | 27 | 97 | 0 |
| D | 15 | 97 | 112 | 102 | 117 | 15 |
| E | 20 | 97 | 117 | 97 | 117 | 0 |
| F | 10 | 97 | 107 | 107 | 117 | 10 |
| H | 10 | 117 | 127 | 117 | 127 | 0 |
| I | 10 | 127 | 137 | 127 | 137 | 0 |
| J | 16 | 137 | 153 | 137 | 153 | 0 |
| K | 14 | 153 | 167 | 153 | 167 | 0 |

TR : temps de réalisation.

DCP : date de commencement au plus tôt.

DFP : date de finissement au plus tôt.

DCPP : date de commencement au plus tard.

DFPP : date de finissement au plus tard

MT : marge totale.

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

$$\sum TR = 167 \text{ jours}$$

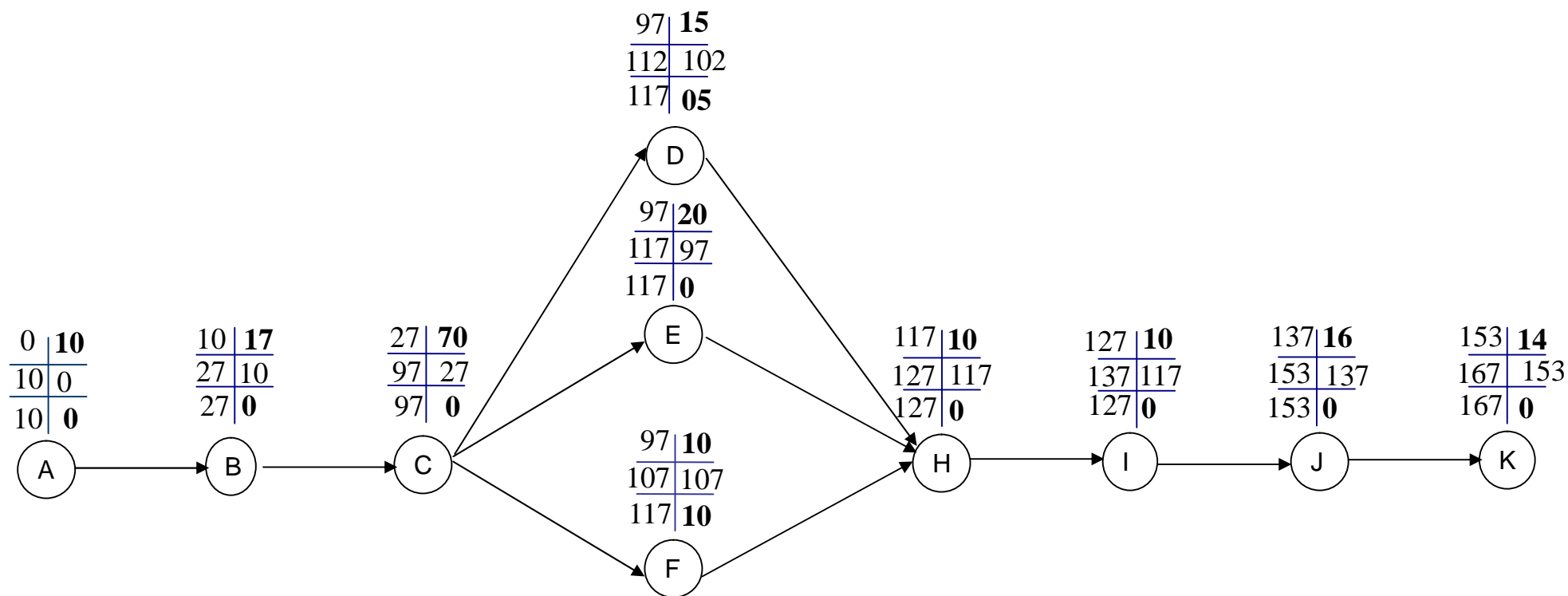


Figure VII.2 : Réseau à nœud

VIII.7 CONCLUSION :

D'après ce chapitre on peut conclure que l'organisation de chantier est nécessaire avant le commencement des travaux, car elle nous permet de définir tous les volumes des travaux nécessaires pour l'élaboration du chantier. D'autre part, on peut avoir une information sur le cout total de projet ainsi que leur temps de réalisation.

L'organisation de chantier définit aussi tous les engins que l'on peut utiliser dans le chantier et le choix final des engins seront basés sur une étude économique.

CONCLUSION GENERALE

Dans ce mémoire de fin d'étude nous avons projeté et dimensionné un réseau D'assainissement du nouveau pôle urbain OUAMRI en reposant sur plusieurs critères Qui dépendent de la nature du terrain, la qualité et la quantité des eaux à évacuer ainsi que la Situation urbanistique du pôle.

Ce projet servira à évacuer les eaux usées et pluviales de ce pôle vers OUED OULIGUE.

Notre choix s'est porté sur un système unitaire et un schéma d'évacuation par déplacement Latéral, La méthode utilisée pour la détermination du débit des eaux pluviales est la méthode Rationnelle, Le matériau des conduites utilisés que nous avons choisi est le béton armé et le vu Les avantages dont il dispose.

Les éléments constitutifs du réseau que nous avons projeté sont.
Les regards de jonction ainsi que les bouches d'égout.

Devis quantitatif et estimatif pour déterminer les quantités de toutes les opérations effectuées sur le terrain pour la réalisation du projet est **49605309.00DA**.

Référence bibliographique

Ouvrages généraux :

[01] **BOURIER. R. 1997** «Les réseaux d'Assainissement. Calcul-Application Perspectives». 11, rue Lavoisier 75384 Paris Cedex 08. France.

[02] **TOUAIBIA. B. 2004** « Manuel pratique d'hydrologie». Presse Madani Frères. Blida. Algérie.

[03] **ANDRE.H. 1976** « Hydrométrie pratique des cours d'eau ». Paris : Eyrolles. France.

[05] **GOMELLA.C ET GUERREE.H. 1986** «Guide technique de l'assainissement dans les agglomérations urbaines et rurales». 61, Boulevard Saint-Germain. 75005 Paris. France.

[12] **BOURRIER. R. 2008** « Les réseaux d'assainissement, calculs application et perspective 5^{ème} EDITION ». Paris. France.

[13] **MARC. S ET BECHIR. S 1990** « Guide technique de l'assainissement 3^{ème} édition ». Le Moniteur Editions ; Paris. France..

Supports de cours :

[06] **SALAH. B. 2012** « Les réseaux d'égout ». Cours magistral. ENSH. BLIDA. Dz.

[07] **SALAH. B. 2011** « Guide d'élaboration d'un projet à l'usage des ingénieurs ». Cours magistral. ENSH. BLIDA. Dz.

[10] **SALAH. B. 1993** « Cours d'assainissement ». Cours magistral. ENSH. BLIDA. Dz.

Web graphie :

[04] www.Wikipédia.fr. (Consulté en Juillet 2013).

[08] <http://www.ingdz.com/vb/showthread.php?t=17787>. (Consulté en Juillet 2013).

[09] http://www.barriquand.fr/pages/metiers/assainissement_fiche.php?specialite=Assainissement+%22outdoor%22&produit=++Fonctionnement+g%E9n%E9ral&ID=123. (Consulté en Juillet 2013).

[11] <http://books.google.fr/>. (Consulté en Juillet 2013).

[14] SOTICI – Préconisations de pose des tubes assainissement. (Consulté en Juillet 2013).

Annexe 1

Les résultats de calcul des dimensions des collecteurs et des paramètres hydrauliques
(Conditions d'écoulement et la vitesse d'auto curage)

Tableau V.1 : Collecteur principal I

| N SB | Tron | Ctam (m) | Ctav (m) | Cram (m) | Crav (m) | L (m) | I (m/m) | Qpl (m³/s) | Qeu (m³/s) | Qt (m³/s) | Dcal (mm) | Dnor (mm) | Vps (m/s) | Qps (m³/s) | Rq | Rqmin | Rv | Rvmin | Rh | Rhmin | V (m/s) | Vmin (m/s) | H (m) | Hmin (m) | Remarque |
|--------------------------------------|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|----------|------------|---------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|------|-------|-------|-------|------|-------|------------|---------------|----------|------------------------|------------------------|
| 1, 3, 5, 8, 9 | R14 - R15 | 859.09 | 857.59 | 857.09 | 855.55 | 32.07 | 0.0480 | 0.0125 | 0.0025 | 0.015 | 112.13 | 300 | 2.92 | 0.206 | 0.07 | 0.01 | 0.589 | 0.31 | 0.18 | 0.08 | 1.720 | 0.916 | 0.054 | 0.024 | Autocura ge vérifie |
| | R15 - R16 | 857.59 | 855.78 | 855.55 | 853.78 | 38.56 | 0.0459 | 0.0120 | 0.0030 | 0.015 | 113.09 | 300 | 2.86 | 0.20 | 0.07 | 0.01 | 0.592 | 0.34 | 0.18 | 0.09 | 1.691 | 0.968 | 0.055 | 0.026 | Autocura ge vérifie |
| | R16 - R17 | 855.78 | 854.53 | 853.78 | 852.5 | 29.72 | 0.0431 | 0.0106 | 0.0044 | 0.015 | 114.44 | 300 | 2.77 | 0.20 | 0.08 | 0.02 | 0.596 | 0.40 | 0.19 | 0.10 | 1.651 | 1.097 | 0.056 | 0.031 | Autocura ge vérifie |
| | R17 - R18 | 854.53 | 853.46 | 852.5 | 851.44 | 29.42 | 0.0360 | 0.0100 | 0.0050 | 0.015 | 118.34 | 300 | 2.53 | 0.18 | 0.08 | 0.03 | 0.609 | 0.43 | 0.20 | 0.11 | 1.542 | 1.097 | 0.059 | 0.034 | Autocura ge vérifie |
| | R18 - R19 | 853.46 | 852.43 | 851.44 | 850.43 | 28.24 | 0.0358 | 0.0140 | 0.0060 | 0.020 | 132.00 | 300 | 2.52 | 0.18 | 0.11 | 0.03 | 0.652 | 0.46 | 0.23 | 0.12 | 1.644 | 1.172 | 0.068 | 0.037 | Autocura ge vérifie |
| | R19 - R20 | 852.43 | 851.31 | 850.43 | 849.3 | 31.18 | 0.0362 | 0.0680 | 0.0070 | 0.075 | 216.15 | 300 | 2.54 | 0.18 | 0.42 | 0.04 | 0.948 | 0.49 | 0.45 | 0.13 | 2.408 | 1.244 | 0.136 | 0.040 | Autocura ge vérifie |
| | R20 - R21 | 851.31 | 850.24 | 849.3 | 848.23 | 29.76 | 0.0360 | 0.0680 | 0.0070 | 0.075 | 216.47 | 300 | 2.53 | 0.18 | 0.42 | 0.04 | 0.949 | 0.49 | 0.45 | 0.13 | 2.401 | 1.240 | 0.136 | 0.040 | Autocura ge vérifie |
| | R21 - R22 | 850.24 | 849.32 | 848.23 | 847.31 | 27.18 | 0.0338 | 0.0680 | 0.0070 | 0.075 | 218.94 | 300 | 2.45 | 0.17 | 0.43 | 0.04 | 0.957 | 0.50 | 0.46 | 0.14 | 2.349 | 1.216 | 0.138 | 0.041 | Autocura ge vérifie |
| | R22 - R23 | 849.32 | 848.47 | 847.31 | 846.45 | 25.31 | 0.0340 | 0.1480 | 0.0080 | 0.156 | 287.94 | 300 | 2.46 | 0.17 | 0.90 | 0.05 | 1.138 | 0.52 | 0.74 | 0.14 | 2.799 | 1.273 | 0.221 | 0.043 | Autocura ge vérifie |
| | R23 - R24 | 848.47 | 847.56 | 846.45 | 845.55 | 27.28 | 0.0330 | 0.1520 | 0.0090 | 0.161 | 292.97 | 300 | 2.42 | 0.17 | 0.94 | 0.05 | 1.139 | 0.54 | 0.76 | 0.15 | 2.760 | 1.307 | 0.229 | 0.046 | Autocura ge vérifie |
| | R24 - R25 | 847.56 | 846.54 | 845.55 | 844.51 | 30.40 | 0.0342 | 0.1510 | 0.0100 | 0.161 | 290.99 | 300 | 2.47 | 0.17 | 0.92 | 0.06 | 1.139 | 0.55 | 0.75 | 0.16 | 2.811 | 1.365 | 0.226 | 0.048 | Autocura ge vérifie |
| | R25 - R26 | 846.54 | 846.43 | 844.51 | 843.76 | 35.22 | 0.0213 | 0.2150 | 0.0110 | 0.226 | 361.17 | 400 | 2.36 | 0.296 | 0.76 | 0.04 | 1.098 | 0.48 | 0.65 | 0.13 | 2.588 | 1.135 | 0.261 | 0.052 | Autocura ge vérifie |
| | R26 - R27 | 846.43 | 846.29 | 843.76 | 843.16 | 31.94 | 0.0188 | 0.2100 | 0.0170 | 0.227 | 370.37 | 400 | 2.21 | 0.28 | 0.82 | 0.06 | 1.119 | 0.56 | 0.69 | 0.17 | 2.478 | 1.247 | 0.275 | 0.066 | Autocura ge vérifie |
| | R27 - R28 | 846.29 | 846.13 | 843.16 | 842.66 | 22.87 | 0.0219 | 0.2090 | 0.0180 | 0.227 | 359.98 | 400 | 2.39 | 0.30 | 0.76 | 0.06 | 1.095 | 0.56 | 0.65 | 0.16 | 2.617 | 1.338 | 0.260 | 0.066 | Autocura ge vérifie |
| | R28 - R29 | 846.13 | 845.25 | 842.66 | 842.16 | 26 | 0.0192 | 0.4520 | 0.0190 | 0.471 | 484.84 | 500 | 2.60 | 0.51 | 0.92 | 0.04 | 1.139 | 0.48 | 0.75 | 0.13 | 2.963 | 1.253 | 0.376 | 0.065 | Autocura ge vérifie |
| | R29 - R30 | 845.25 | 844.31 | 842.16 | 841.46 | 29.55 | 0.0237 | 0.4510 | 0.0210 | 0.472 | 466.63 | 500 | 2.89 | 0.57 | 0.83 | 0.04 | 1.125 | 0.48 | 0.70 | 0.13 | 3.247 | 1.388 | 0.349 | 0.065 | Autocura ge vérifie |
| | R30 - R31 | 844.31 | 843.32 | 841.46 | 840.86 | 31.34 | 0.0191 | 0.4470 | 0.0260 | 0.473 | 486.02 | 500 | 2.59 | 0.51 | 0.93 | 0.05 | 1.139 | 0.53 | 0.75 | 0.15 | 2.956 | 1.387 | 0.377 | 0.076 | Autocura ge vérifie |
| | R31 - R32 | 843.32 | 842.43 | 840.86 | 840.26 | 28.36 | 0.0212 | 0.4460 | 0.0270 | 0.473 | 477.00 | 500 | 2.73 | 0.54 | 0.88 | 0.05 | 1.137 | 0.53 | 0.73 | 0.15 | 3.101 | 1.453 | 0.364 | 0.075 | Autocura ge vérifie |
| R32 - R33 | 842.43 | 841.95 | 840.26 | 839.94 | 16.42 | 0.0195 | 0.4460 | 0.0270 | 0.473 | 484.40 | 500 | 2.62 | 0.51 | 0.92 | 0.05 | 1.139 | 0.54 | 0.75 | 0.15 | 2.982 | 1.412 | 0.375 | 0.077 | Autocura ge vérifie | |
| R33 - R34 | 841.95 | 841.48 | 839.94 | 839.48 | 24.00 | 0.0192 | 0.7980 | 0.0280 | 0.826 | 361.17 | 600 | 2.93 | 0.83 | 1.00 | 0.03 | 1.143 | 0.47 | 0.81 | 0.12 | 3.349 | 1.364 | 0.484 | 0.075 | Autocura ge vérifie | |

Suite tableau V.1.

| N SB | Tron | Ctam (m) | Ctav (m) | Cram (m) | Crav (m) | L (m) | I (m/m) | Qpl (m³/s) | Qeu (m³/s) | Qt (m³/s) | Dcal (mm) | Dnor (mm) | Vps (m/s) | Qps (m³/s) | Rq | Rqmin | Rv | Rvmin | Rh | Rhmin | V (m/s) | Vmin (m/s) | H (m) | Hmin (m) | Remarque |
|---------|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|----------|------------|---------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|------|-------|-------|-------|------|-------|------------|---------------|----------|-------------|------------------------|
| | R34 - R35 | 841.48 | 840.73 | 839.48 | 838.71 | 30.86 | 0.0250 | 0.8670 | 0.0290 | 0.896 | 587.67 | 600 | 3.34 | 0.95 | 0.95 | 0.03 | 1.139 | 0.45 | 0.77 | 0.12 | 3.810 | 1.501 | 0.460 | 0.072 | Autocura ge vérifie |
| | R35 - R39 | 840.73 | 839.98 | 838.71 | 837.97 | 30.69 | 0.0241 | 0.8720 | 0.0290 | 0.901 | 592.70 | 600 | 3.29 | 0.93 | 0.97 | 0.03 | 1.140 | 0.45 | 0.78 | 0.12 | 3.747 | 1.485 | 0.470 | 0.072 | Autocura ge vérifie |
| | R39 - R40 | 839.98 | 839.33 | 837.97 | 837.31 | 28.89 | 0.0228 | 0.8720 | 0.0290 | 0.901 | 598.69 | 600 | 3.20 | 0.90 | 1.00 | 0.03 | 1.142 | 0.46 | 0.81 | 0.12 | 3.656 | 1.460 | 0.483 | 0.073 | Autocura ge vérifie |
| | R40 - R41 | 839.33 | 838.71 | 837.31 | 836.69 | 27.01 | 0.0230 | 0.0230 | 0.871 | 0.03 | 597.97 | 600 | 3.21 | 0.907 | 0.99 | 0.03 | 1.142 | 0.46 | 0.80 | 0.12 | 3.667 | 1.482 | 0.481 | 0.074 | Autocura ge vérifie |
| | R41 - R42 | 838.71 | 838.03 | 836.69 | 836.01 | 28.31 | 0.0240 | 0.0240 | 0.871 | 0.03 | 593.19 | 600 | 3.28 | 0.93 | 0.97 | 0.03 | 1.140 | 0.46 | 0.78 | 0.12 | 3.739 | 1.502 | 0.471 | 0.073 | Autocura ge vérifie |
| | R42 - R43 | 838.03 | 837.42 | 836.01 | 835.42 | 28.06 | 0.0210 | 0.0210 | 0.871 | 0.03 | 608.23 | 800 | 3.72 | 1.87 | 0.48 | 0.02 | 0.989 | 0.35 | 0.49 | 0.09 | 3.678 | 1.297 | 0.391 | 0.072 | Autocura ge vérifie |
| | R43 - R44 | 837.42 | 836.60 | 835.42 | 834.59 | 30.77 | 0.0270 | 0.0270 | 1.041 | 0.03 | 619.09 | 800 | 4.21 | 2.12 | 0.51 | 0.01 | 1.004 | 0.33 | 0.50 | 0.09 | 4.231 | 1.402 | 0.402 | 0.068 | Autocura ge vérifie |
| | R44 - R45 | 836.60 | 835.74 | 834.59 | 833.72 | 29.74 | 0.0290 | 0.0290 | 1.04 | 0.031 | 610.87 | 800 | 4.37 | 2.19 | 0.49 | 0.01 | 0.993 | 0.33 | 0.49 | 0.08 | 4.337 | 1.452 | 0.394 | 0.068 | Autocura ge vérifie |
| | R45 - R46 | 835.74 | 834.78 | 833.72 | 832.77 | 32.87 | 0.0290 | 0.0290 | 1.039 | 0.032 | 610.86 | 800 | 4.37 | 2.19 | 0.49 | 0.01 | 0.993 | 0.34 | 0.49 | 0.09 | 4.337 | 1.469 | 0.394 | 0.069 | Autocura ge vérifie |
| | R46 - R47 | 834.78 | 833.74 | 832.77 | 831.73 | 31.49 | 0.0330 | 0.0330 | 1.039 | 0.032 | 596.25 | 600 | 3.85 | 1.09 | 0.99 | 0.03 | 1.141 | 0.44 | 0.80 | 0.12 | 4.389 | 1.699 | 0.477 | 0.070 | Autocura ge vérifie |
| | R47 - R48 | 833.74 | 832.75 | 831.73 | 830.74 | 30.91 | 0.0320 | 0.0320 | 1.229 | 0.032 | 637.55 | 800 | 4.59 | 2.31 | 0.55 | 0.01 | 1.027 | 0.33 | 0.52 | 0.08 | 4.710 | 1.515 | 0.420 | 0.067 | Autocura ge vérifie |
| | R48 - R49 | 832.75 | 831.76 | 830.74 | 829.75 | 31.96 | 0.0310 | 0.0310 | 1.229 | 0.032 | 641.38 | 800 | 4.52 | 2.27 | 0.56 | 0.01 | 1.031 | 0.33 | 0.53 | 0.08 | 4.655 | 1.500 | 0.423 | 0.068 | Autocura ge vérifie |
| | R49 - R50 | 831.76 | 830.74 | 829.75 | 828.71 | 32.60 | 0.0320 | 0.0320 | 1.228 | 0.033 | 637.57 | 800 | 4.59 | 2.31 | 0.55 | 0.01 | 1.027 | 0.33 | 0.52 | 0.09 | 4.710 | 1.533 | 0.420 | 0.068 | Autocura ge vérifie |
| | R50 - R51 | 830.74 | 829.87 | 828.71 | 827.86 | 29.21 | 0.0290 | 0.0290 | 1.228 | 0.033 | 649.42 | 800 | 4.37 | 2.19 | 0.57 | 0.02 | 1.039 | 0.34 | 0.54 | 0.09 | 4.539 | 1.486 | 0.432 | 0.070 | Autocura ge vérifie |
| | R51 - R52 | 829.87 | 829.52 | 827.86 | 827.5 | 30.50 | 0.0120 | 0.0120 | 1.228 | 0.033 | 766.30 | 800 | 2.81 | 1.41 | 0.89 | 0.02 | 1.138 | 0.40 | 0.73 | 0.11 | 3.197 | 1.135 | 0.587 | 0.085 | Autocura ge vérifie |
| | R52 - R53 | 829.52 | 829.35 | 827.5 | 827.33 | 32.92 | 0.0050 | 0.0050 | 1.228 | 0.033 | 902.99 | 1000 | 2.10 | 1.65 | 0.76 | 0.02 | 1.098 | 0.38 | 0.65 | 0.10 | 2.310 | 0.799 | 0.654 | 0.099 | Autocura ge vérifie |

Suite tableau V.1.

| N SB | Tron | Ctam (m) | Ctav (m) | Cram (m) | Crav (m) | L (m) | I (m/m) | Qpl (m³/s) | Qeu (m³/s) | Qt (m³/s) | Dcal (mm) | Dnor (mm) | Vps (m/s) | Qps (m³/s) | Rq | Rqmin | Rv | Rvmin | Rh | Rhmin | V (m/s) | Vmin (m/s) | H (m) | Hmin (m) | Remarque |
|-------------|-------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------|----------------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|-----------|--------------|-----------|--------------|-----------|--------------|----------------|-------------------|--------------|-----------------|--------------------|
| | R53 - R54 | 829.35 | 829.21 | 827.33 | 827.21 | 30.25 | 0.0040 | 1.228 | 0.033 | 1.261 | 941.55 | 1000 | 1.88 | 1.48 | 0.85 | 0.02 | 1.131 | 0.40 | 0.71 | 0.10 | 2.129 | 0.747 | 0.710 | 0.104 | Autocurage vérifié |
| | R54 - R55 | 829.21 | 828.81 | 827.21 | 826.79 | 38.25 | 0.0110 | 1.207 | 0.054 | 1.261 | 778.89 | 800 | 2.69 | 1.35 | 0.93 | 0.04 | 1.139 | 0.49 | 0.76 | 0.13 | 3.065 | 1.328 | 0.606 | 0.108 | Autocurage vérifié |
| | R55 - R56 | 828.81 | 828.11 | 826.79 | 826.09 | 30.34 | 0.0230 | 2.881 | 0.054 | 2.935 | 931.08 | 1000 | 4.51 | 3.54 | 0.83 | 0.02 | 1.123 | 0.34 | 0.69 | 0.09 | 5.070 | 1.544 | 0.695 | 0.088 | Autocurage vérifié |
| | R56 - R57 | 828.11 | 827.48 | 826.09 | 825.47 | 31.19 | 0.0200 | 2.881 | 0.054 | 2.935 | 955.82 | 1000 | 4.21 | 3.30 | 0.89 | 0.02 | 1.137 | 0.35 | 0.73 | 0.09 | 4.788 | 1.479 | 0.730 | 0.091 | Autocurage vérifié |
| | R57 - R58 | 827.48 | 826.72 | 825.47 | 824.72 | 26.80 | 0.0280 | 3.268 | 0.055 | 3.323 | 940.13 | 1000 | 4.98 | 3.91 | 0.85 | 0.01 | 1.130 | 0.33 | 0.71 | 0.08 | 5.628 | 1.653 | 0.708 | 0.085 | Autocurage vérifié |
| | R58 - R59 | 826.72 | 825.37 | 824.72 | 823.37 | 40.88 | 0.0330 | 3.268 | 0.055 | 3.323 | 911.65 | 1000 | 5.41 | 4.24 | 0.78 | 0.01 | 1.106 | 0.32 | 0.67 | 0.08 | 5.978 | 1.740 | 0.666 | 0.082 | Autocurage vérifié |
| | R59 - EX | 825.37 | 825.12 | 823.87 | 823.6 | 29.56 | 0.0091 | 3.268 | 0.055 | 3.323 | 1159.89 | 1200 | 3.21 | 3.631 | 0.92 | 0.02 | 1.139 | 0.34 | 0.75 | 0.09 | 3.660 | 1.096 | 0.896 | 0.105 | Autocurage vérifié |

Tableau V.2 : Collecteur principal II

| N SB | Tron | Ctam (m) | Ctav (m) | Cram (m) | Crav (m) | L (m) | I (m/m) | Qpl (m³/s) | Qeu (m³/s) | Qt (m³/s) | Dcal (mm) | Dnor (mm) | Vps (m/s) | Qps (m³/s) | Rq | Rqmin | Rv | Rvmin | Rh | Rhmin | V (m/s) | Vmin (m/s) | H (m) | Hmin (m) | Remarque |
|---------------------------------|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|----------|------------|---------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|------|-------|-------|-------|------|-------|------------|---------------|----------|------------------------|------------------------|
| 1 2 5 5 6 8 9 | R36 - R37 | 858.58 | 858.31 | 856.58 | 856.28 | 34.75 | 0.0087 | 0.044 | 0.001 | 0.045 | 289.31 | 300 | 1.24 | 0.088 | 0.91 | 0.01 | 1.139 | 0.31 | 0.74 | 0.08 | 1.418 | 0.382 | 0.223 | 0.023 | Autocura ge vérifie |
| | R37 - R38 | 858.31 | 857.44 | 856.28 | 855.43 | 35.41 | 0.0240 | 0.044 | 0.001 | 0.045 | 239.24 | 300 | 2.07 | 0.15 | 0.55 | 0.01 | 1.027 | 0.26 | 0.52 | 0.06 | 2.122 | 0.540 | 0.157 | 0.018 | Autocura ge vérifie |
| | R38 - R60 | 857.44 | 856.01 | 855.43 | 853.99 | 35.87 | 0.0400 | 0.044 | 0.001 | 0.045 | 217.39 | 300 | 2.67 | 0.19 | 0.42 | 0.01 | 0.952 | 0.24 | 0.46 | 0.05 | 2.540 | 0.652 | 0.137 | 0.016 | Autocura ge vérifie |
| | R60 - R61 | 856.01 | 854.68 | 853.99 | 852.67 | 34.67 | 0.0380 | 0.044 | 0.001 | 0.045 | 219.49 | 300 | 2.60 | 0.18 | 0.44 | 0.01 | 0.959 | 0.25 | 0.46 | 0.05 | 2.494 | 0.639 | 0.139 | 0.016 | Autocura ge vérifie |
| | R61 - R62 | 854.68 | 853.62 | 852.67 | 851.59 | 34.99 | 0.0310 | 0.209 | 0.001 | 0.21 | 322.73 | 400 | 2.84 | 0.36 | 0.57 | 0.00 | 1.035 | 0.22 | 0.53 | 0.04 | 2.945 | 0.612 | 0.214 | 0.015 | Autocura ge vérifie |
| | R62 - R63 | 853.62 | 852.52 | 851.59 | 850.51 | 37.06 | 0.0290 | 0.209 | 0.001 | 0.21 | 326.79 | 400 | 2.75 | 0.35 | 0.58 | 0.00 | 1.043 | 0.22 | 0.54 | 0.04 | 2.870 | 0.595 | 0.218 | 0.015 | Autocura ge vérifie |
| | R63 - R64 | 852.52 | 851.35 | 850.51 | 849.32 | 39.73 | 0.0300 | 0.209 | 0.002 | 0.211 | 324.72 | 400 | 2.80 | 0.35 | 0.57 | 0.01 | 1.039 | 0.25 | 0.54 | 0.05 | 2.908 | 0.696 | 0.216 | 0.022 | Autocura ge vérifie |
| | R64 - R65 | 851.35 | 850.14 | 849.32 | 848.14 | 42.41 | 0.0280 | 0.209 | 0.002 | 0.211 | 328.95 | 400 | 2.70 | 0.34 | 0.59 | 0.01 | 1.047 | 0.25 | 0.55 | 0.06 | 2.830 | 0.678 | 0.220 | 0.022 | Autocura ge vérifie |
| | R65 - R66 | 850.14 | 849.44 | 848.14 | 847.41 | 23.24 | 0.0310 | 0.209 | 0.003 | 0.212 | 322.73 | 400 | 2.84 | 0.36 | 0.57 | 0.01 | 1.035 | 0.28 | 0.53 | 0.07 | 2.945 | 0.790 | 0.214 | 0.026 | Autocura ge vérifie |
| | R66 - R67 | 849.44 | 848.48 | 847.41 | 846.47 | 31.44 | 0.0301 | 0.209 | 0.004 | 0.213 | 324.60 | 400 | 2.80 | 0.35 | 0.57 | 0.01 | 1.039 | 0.31 | 0.54 | 0.08 | 2.910 | 0.860 | 0.216 | 0.031 | Autocura ge vérifie |
| | R67 - R68 | 848.48 | 847.72 | 846.47 | 845.71 | 34.65 | 0.0219 | 0.209 | 0.004 | 0.213 | 409.17 | 500 | 2.78 | 0.55 | 0.59 | 0.01 | 1.044 | 0.27 | 0.55 | 0.06 | 2.899 | 0.740 | 0.273 | 0.031 | Autocura ge vérifie |
| | R68 - R69 | 847.72 | 847.00 | 845.71 | 844.99 | 32.55 | 0.0220 | 0.209 | 0.006 | 0.215 | 472.01 | 500 | 2.78 | 0.55 | 0.86 | 0.01 | 1.132 | 0.30 | 0.71 | 0.08 | 3.149 | 0.844 | 0.357 | 0.038 | Autocura ge vérifie |
| | R69 - R70 | 847.00 | 846.39 | 844.99 | 844.38 | 24.66 | 0.0250 | 0.363 | 0.007 | 0.37 | 460.83 | 500 | 2.96 | 0.58 | 0.81 | 0.01 | 1.115 | 0.31 | 0.68 | 0.08 | 3.306 | 0.929 | 0.340 | 0.039 | Autocura ge vérifie |
| | R70 - R71 | 846.39 | 845.58 | 844.38 | 843.55 | 33.25 | 0.0250 | 0.363 | 0.007 | 0.37 | 502.25 | 600 | 3.35 | 0.95 | 0.62 | 0.01 | 1.056 | 0.27 | 0.57 | 0.06 | 3.534 | 0.894 | 0.340 | 0.037 | Autocura ge vérifie |
| | R71 - R72 | 845.58 | 844.63 | 843.55 | 842.62 | 30.74 | 0.0300 | 0.363 | 0.007 | 0.37 | 485.37 | 500 | 3.25 | 0.64 | 0.93 | 0.01 | 1.139 | 0.30 | 0.75 | 0.08 | 3.700 | 0.985 | 0.376 | 0.038 | Autocura ge vérifie |
| R72 - R73 | 844.63 | 843.64 | 842.62 | 841.64 | 31.73 | 0.0310 | 0.363 | 0.007 | 0.37 | 482.40 | 500 | 3.30 | 0.65 | 0.91 | 0.01 | 1.139 | 0.30 | 0.74 | 0.07 | 3.761 | 0.996 | 0.372 | 0.037 | Autocura ge vérifie | |
| R73 - R74 | 843.64 | 842.80 | 841.64 | 840.8 | 31.26 | 0.0270 | 0.363 | 0.007 | 0.37 | 495.06 | 500 | 3.08 | 0.60 | 0.98 | 0.01 | 1.140 | 0.31 | 0.79 | 0.08 | 3.513 | 0.952 | 0.394 | 0.039 | Autocura ge vérifie | |
| R74 - R75 | 842.80 | 842.03 | 840.8 | 840.01 | 30.19 | 0.0260 | 0.4 | 0.008 | 0.408 | 498.57 | 500 | 3.02 | 0.59 | 0.99 | 0.01 | 1.142 | 0.33 | 0.80 | 0.08 | 3.453 | 0.988 | 0.402 | 0.042 | Autocura ge vérifie | |

Suite tableau V.2.

| N SB | Tron | Ctam (m) | Ctav (m) | Cram (m) | Crav (m) | L (m) | I (m/m) | Qpl (m³/s) | Qeu (m³/s) | Qt (m³/s) | Dcal (mm) | Dnor (mm) | Vps (m/s) | Qps (m³/s) | Rq | Rqmin | Rv | Rvmin | Rh | Rhmin | V (m/s) | Vmin (m/s) | H (m) | Hmin (m) | Remarque |
|---------|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|----------|------------|---------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|------|-------|-------|-------|------|-------|------------|---------------|----------|-------------|------------------------|
| | R75 - R76 | 842.03 | 841.52 | 840.01 | 839.51 | 21.97 | 0.0230 | 0.305 | 0.018 | 0.323 | 407.00 | 500 | 2.84 | 0.56 | 0.58 | 0.03 | 1.041 | 0.46 | 0.54 | 0.12 | 2.959 | 1.300 | 0.271 | 0.061 | Autocura ge vérifie |
| | R76 - R77 | 841.52 | 840.81 | 839.51 | 838.8 | 29.49 | 0.0240 | 0.439 | 0.024 | 0.463 | 462.14 | 500 | 2.90 | 0.57 | 0.81 | 0.04 | 1.117 | 0.50 | 0.68 | 0.14 | 3.246 | 1.460 | 0.342 | 0.069 | Autocura ge vérifie |
| | R77 - R78 | 840.81 | 840.22 | 838.8 | 838.21 | 24.32 | 0.0240 | 0.439 | 0.025 | 0.464 | 462.51 | 500 | 2.90 | 0.57 | 0.81 | 0.04 | 1.118 | 0.51 | 0.69 | 0.14 | 3.248 | 1.480 | 0.343 | 0.070 | Autocura ge vérifie |
| | R78 - R79 | 840.22 | 839.51 | 838.21 | 837.49 | 30.19 | 0.0240 | 0.438 | 0.026 | 0.464 | 462.51 | 500 | 2.90 | 0.57 | 0.81 | 0.05 | 1.118 | 0.52 | 0.69 | 0.14 | 3.248 | 1.499 | 0.343 | 0.072 | Autocura ge vérifie |
| | R79 - R80 | 839.51 | 838.86 | 837.49 | 836.84 | 27.18 | 0.0240 | 0.437 | 0.027 | 0.464 | 462.51 | 500 | 2.90 | 0.57 | 0.81 | 0.05 | 1.118 | 0.52 | 0.69 | 0.15 | 3.248 | 1.517 | 0.343 | 0.073 | Autocura ge vérifie |
| | R80 - R81 | 838.86 | 838.45 | 836.84 | 836.44 | 19.72 | 0.0200 | 0.699 | 0.028 | 0.727 | 566.37 | 600 | 2.99 | 0.846 | 0.86 | 0.03 | 1.132 | 0.46 | 0.71 | 0.12 | 3.391 | 1.382 | 0.428 | 0.074 | Autocura ge vérifie |
| | R81 - R82 | 838.45 | 837.67 | 836.44 | 835.67 | 32.23 | 0.0240 | 0.696 | 0.031 | 0.727 | 547.33 | 600 | 3.28 | 0.93 | 0.78 | 0.03 | 1.106 | 0.46 | 0.67 | 0.12 | 3.629 | 1.520 | 0.400 | 0.075 | Autocura ge vérifie |
| | R82 - R83 | 837.67 | 837.21 | 835.67 | 835.19 | 20.89 | 0.0230 | 0.696 | 0.031 | 0.727 | 551.72 | 600 | 3.21 | 0.91 | 0.80 | 0.03 | 1.113 | 0.47 | 0.68 | 0.13 | 3.574 | 1.500 | 0.407 | 0.075 | Autocura ge vérifie |
| | R83 - R84 | 837.21 | 836.72 | 835.19 | 834.7 | 21.33 | 0.0230 | 0.695 | 0.032 | 0.727 | 551.72 | 600 | 3.21 | 0.91 | 0.80 | 0.04 | 1.113 | 0.47 | 0.68 | 0.13 | 3.574 | 1.517 | 0.407 | 0.076 | Autocura ge vérifie |
| | R84 - R85 | 836.72 | 836.02 | 834.7 | 834.02 | 30.90 | 0.0220 | 1.037 | 0.032 | 1.069 | 642.88 | 800 | 3.80 | 1.91 | 0.56 | 0.02 | 1.032 | 0.35 | 0.53 | 0.09 | 3.928 | 1.349 | 0.425 | 0.073 | Autocura ge vérifie |
| | R85 - R86 | 836.02 | 835.51 | 834.02 | 833.5 | 21.65 | 0.0240 | 1.034 | 0.035 | 1.069 | 632.48 | 800 | 3.97 | 2.00 | 0.54 | 0.02 | 1.021 | 0.36 | 0.52 | 0.09 | 4.056 | 1.434 | 0.415 | 0.075 | Autocura ge vérifie |
| | R86 - R87 | 835.51 | 834.50 | 833.5 | 832.48 | 36.49 | 0.0280 | 1.099 | 0.035 | 1.134 | 628.21 | 800 | 4.29 | 2.16 | 0.53 | 0.02 | 1.015 | 0.35 | 0.51 | 0.09 | 4.358 | 1.504 | 0.410 | 0.072 | Autocura ge vérifie |
| | R87 - R88 | 834.50 | 833.46 | 832.48 | 831.45 | 32.00 | 0.0320 | 1.1 | 0.035 | 1.135 | 612.88 | 800 | 4.59 | 2.31 | 0.49 | 0.02 | 0.996 | 0.34 | 0.49 | 0.09 | 4.568 | 1.567 | 0.396 | 0.070 | Autocura ge vérifie |
| | R88 - R89 | 833.46 | 832.49 | 831.45 | 830.48 | 28.57 | 0.0340 | 1.1 | 0.035 | 1.135 | 605.95 | 800 | 4.73 | 2.38 | 0.48 | 0.01 | 0.986 | 0.34 | 0.49 | 0.09 | 4.665 | 1.597 | 0.389 | 0.069 | Autocura ge vérifie |
| | R89 - R90 | 832.49 | 831.45 | 830.48 | 829.45 | 30.36 | 0.0340 | 1.099 | 0.036 | 1.135 | 605.95 | 800 | 4.73 | 2.38 | 0.48 | 0.02 | 0.986 | 0.34 | 0.49 | 0.09 | 4.665 | 1.614 | 0.389 | 0.070 | Autocura ge vérifie |
| | R90 - R91 | 831.45 | 830.36 | 829.45 | 828.34 | 32.59 | 0.0340 | 1.099 | 0.036 | 1.135 | 605.95 | 800 | 4.73 | 2.38 | 0.48 | 0.02 | 0.986 | 0.34 | 0.49 | 0.09 | 4.665 | 1.614 | 0.389 | 0.070 | Autocura ge vérifie |
| | R91 - R92 | 830.36 | 829.53 | 828.34 | 827.51 | 28.58 | 0.0290 | 1.099 | 0.036 | 1.135 | 624.30 | 800 | 4.37 | 2.19 | 0.52 | 0.02 | 1.011 | 0.35 | 0.51 | 0.09 | 4.414 | 1.537 | 0.407 | 0.073 | Autocura ge vérifie |
| | R92 - R55 | 829.53 | 828.81 | 827.51 | 826.79 | 24.07 | 0.0300 | 1.099 | 0.036 | 1.135 | 620.18 | 800 | 4.45 | 2.23 | 0.51 | 0.02 | 1.005 | 0.35 | 0.50 | 0.09 | 4.469 | 1.553 | 0.403 | 0.072 | Autocura ge vérifie |

Tableau V.3 : Collecteur principal III

| N SB | Tron | Cta m (m) | Ctav (m) | Cram (m) | Crav (m) | L (m) | I (m/m) | Qpl (m ³ /s) | Qeu (m ³ /s) | Qt (m ³ /s) | Dcal (mm) | Dnor (mm) | Vps (m/s) | Qps (m ³ /s) | Rq | Rqmin | Rv | Rvmin | Rh | Rhmin | V (m/s) | Vmin (m/s) | H (m) | Hmin (m) | Remarque |
|-------------|------------|-----------------|-------------|-------------|-------------|----------|------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|--------------|--------------|--------------|----------------------------|------|-------|-------|-------|------|-------|------------|---------------|----------|-------------|------------------------|
| 1 , 5 | R93 - R94 | 854.95 | 853.94 | 852.95 | 851.91 | 30.96 | 0.0334 | 0.019 | 0.001 | 0.020 | 133.71 | 300 | 2.44 | 0.172 | 0.12 | 0.01 | 0.657 | 0.25 | 0.23 | 0.05 | 1.602 | 0.609 | 0.069 | 0.016 | Autocura ge vérifie |
| | R94 - R95 | 853.94 | 852.91 | 851.91 | 850.88 | 32.36 | 0.0320 | 0.018 | 0.002 | 0.020 | 134.78 | 300 | 2.39 | 0.17 | 0.12 | 0.01 | 0.661 | 0.31 | 0.23 | 0.08 | 1.577 | 0.744 | 0.070 | 0.024 | Autocura ge vérifie |
| | R95 - R96 | 852.91 | 852.25 | 850.88 | 850.22 | 29.71 | 0.0220 | 0.018 | 0.002 | 0.020 | 144.59 | 300 | 1.98 | 0.14 | 0.14 | 0.01 | 0.696 | 0.33 | 0.26 | 0.09 | 1.377 | 0.661 | 0.077 | 0.026 | Autocura ge vérifie |
| | R96 - R97 | 852.25 | 851.39 | 850.22 | 849.38 | 27.33 | 0.0310 | 0.161 | 0.004 | 0.165 | 299.15 | 300 | 2.35 | 0.17 | 0.99 | 0.02 | 1.142 | 0.41 | 0.80 | 0.11 | 2.682 | 0.960 | 0.241 | 0.032 | Autocura ge vérifie |
| | R97 - R98 | 851.39 | 850.29 | 849.38 | 848.27 | 30.71 | 0.0360 | 0.21 | 0.004 | 0.214 | 320.67 | 400 | 3.07 | 0.39 | 0.56 | 0.01 | 1.031 | 0.30 | 0.53 | 0.07 | 3.160 | 0.913 | 0.212 | 0.029 | Autocura ge vérifie |
| | R98 - R99 | 850.29 | 849.06 | 848.27 | 847.03 | 35.40 | 0.0350 | 0.209 | 0.005 | 0.214 | 322.37 | 400 | 3.02 | 0.38 | 0.56 | 0.01 | 1.034 | 0.32 | 0.53 | 0.08 | 3.127 | 0.979 | 0.213 | 0.033 | Autocura ge vérifie |
| | R99 - R100 | 849.06 | 847.96 | 847.03 | 845.93 | 32.38 | 0.0340 | 0.233 | 0.006 | 0.239 | 337.84 | 400 | 2.98 | 0.37 | 0.64 | 0.02 | 1.060 | 0.35 | 0.58 | 0.09 | 3.158 | 1.039 | 0.230 | 0.036 | Autocura ge vérifie |
| | R100- R101 | 847.96 | 846.91 | 845.93 | 844.88 | 31.01 | 0.0340 | 0.237 | 0.007 | 0.244 | 340.48 | 400 | 2.98 | 0.37 | 0.65 | 0.02 | 1.063 | 0.37 | 0.58 | 0.10 | 3.168 | 1.103 | 0.234 | 0.039 | Autocura ge vérifie |
| | R101 - R28 | 846.91 | 846.13 | 844.88 | 844.12 | 22.60 | 0.0335 | 0.235 | 0.009 | 0.244 | 341.49 | 400 | 2.96 | 0.37 | 0.66 | 0.02 | 1.065 | 0.41 | 0.59 | 0.11 | 3.147 | 1.211 | 0.235 | 0.043 | Autocura ge vérifie |

Tableau V.4 : Collecteurs secondaires

| N SB | Tron | Ctam (m) | Ctav (m) | Cram (m) | Crav (m) | L (m) | I (m/m) | Qpl (m³/s) | Qeu (m³/s) | Qt (m³/s) | Dcal (mm) | Dnor (mm) | Vps (m/s) | Qps (m³/s) | Rq | Rqmin | Rv | Rvmin | Rh | Rhmin | V (m/s) | Vmin (m/s) | H (m) | Hmin (m) | Remarque |
|------|-------------|----------|----------|----------|----------|-------|---------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------|-------|-------|-------|------|-------|---------|------------|-------|----------|--------------------|
| 2-1 | R102 - R103 | 854.32 | 853.35 | 852.82 | 851.81 | 37.48 | 0.0268 | 0.085 | 0.001 | 0.086 | 240.70 | 300 | 2.19 | 0.154 | 0.56 | 0.01 | 1.031 | 0.26 | 0.53 | 0.06 | 2.254 | 0.562 | 0.159 | 0.017 | Autocurage vérifié |
| | R103 - R96 | 853.35 | 852.25 | 851.81 | 850.72 | 36.04 | 0.0301 | 0.085 | 0.001 | 0.086 | 235.58 | 300 | 2.31 | 0.16 | 0.53 | 0.01 | 1.016 | 0.25 | 0.51 | 0.06 | 2.350 | 0.586 | 0.154 | 0.017 | Autocurage vérifié |
| 2-2 | R108 - R109 | 852.93 | 852.08 | 851.43 | 850.55 | 26.13 | 0.0337 | 0.058 | 0.001 | 0.059 | 200.32 | 300 | 300 | 2.45 | 0.17 | 0.34 | 0.01 | 0.904 | 0.25 | 0.40 | 0.05 | 2.212 | 0.611 | 0.121 | Autocurage vérifié |
| | R109 - R110 | 852.08 | 851.19 | 850.55 | 849.69 | 26.85 | 0.0320 | 0.058 | 0.001 | 0.059 | 202.22 | 300 | 300 | 2.39 | 0.17 | 0.35 | 0.01 | 0.909 | 0.25 | 0.41 | 0.06 | 2.169 | 0.600 | 0.122 | Autocurage vérifié |
| | R110 - R105 | 851.19 | 850.27 | 849.69 | 848.73 | 33.08 | 0.0291 | 0.058 | 0.001 | 0.059 | 205.89 | 300 | 300 | 2.27 | 0.16 | 0.37 | 0.01 | 0.919 | 0.25 | 0.42 | 0.06 | 2.089 | 0.579 | 0.126 | Autocurage vérifié |
| 1-1 | R185 - R186 | 852.52 | 852.54 | 851.52 | 850.98 | 22.30 | 0.0244 | 0.045 | 0.001 | 0.046 | 193.78 | 300 | 2.08 | 0.147 | 0.31 | 0.01 | 0.887 | 0.26 | 0.38 | 0.06 | 1.848 | 0.543 | 0.115 | 0.018 | Autocurage vérifié |
| | R186 - R187 | 852.54 | 852.50 | 850.98 | 849.53 | 23.88 | 0.0606 | 0.045 | 0.001 | 0.046 | 163.41 | 300 | 3.28 | 0.23 | 0.20 | 0.00 | 0.775 | 0.23 | 0.30 | 0.05 | 2.546 | 0.765 | 0.090 | 0.014 | Autocurage vérifié |
| | R187 - R19 | 852.50 | 852.43 | 850.93 | 849.89 | 22.76 | 0.0459 | 0.045 | 0.001 | 0.046 | 172.12 | 300 | 2.86 | 0.20 | 0.23 | 0.00 | 0.813 | 0.24 | 0.32 | 0.05 | 2.323 | 0.687 | 0.096 | 0.015 | Autocurage vérifié |
| 3-1 | R188 - R189 | 849.61 | 849.53 | 848.51 | 848 | 29.76 | 0.0170 | 0.08 | 0.001 | 0.081 | 256.51 | 300 | 1.74 | 0.12 | 0.66 | 0.01 | 1.065 | 0.28 | 0.59 | 0.07 | 1.851 | 0.478 | 0.177 | 0.020 | Autocurage vérifié |
| | R189 - R190 | 849.53 | 849.43 | 848 | 847.51 | 22.63 | 0.0217 | 0.08 | 0.001 | 0.081 | 244.99 | 300 | 1.96 | 0.14 | 0.58 | 0.01 | 1.043 | 0.27 | 0.54 | 0.06 | 2.047 | 0.521 | 0.163 | 0.018 | Autocurage vérifié |
| | R190 - R22 | 849.43 | 849.32 | 847.51 | 847.12 | 19.72 | 0.0199 | 0.08 | 0.001 | 0.081 | 249.01 | 300 | 1.88 | 0.13 | 0.61 | 0.01 | 1.052 | 0.27 | 0.56 | 0.06 | 1.977 | 0.505 | 0.168 | 0.019 | Autocurage vérifié |
| 3-2 | R111 - R112 | 846.75 | 846.69 | 845.25 | 845.18 | 32.91 | 0.0020 | 0.064 | 0.001 | 0.065 | 352.67 | 400 | 0.72 | 0.09 | 0.72 | 0.01 | 1.081 | 0.30 | 0.62 | 0.08 | 0.781 | 0.220 | 0.249 | 0.030 | Autocurage vérifié |
| | R112 - R113 | 846.69 | 846.61 | 845.18 | 845.09 | 29.58 | 0.0030 | 0.064 | 0.001 | 0.065 | 326.85 | 400 | 0.89 | 0.11 | 0.58 | 0.01 | 1.043 | 0.28 | 0.55 | 0.07 | 0.923 | 0.251 | 0.218 | 0.027 | Autocurage vérifié |
| | R113 - R25 | 846.61 | 846.54 | 845.09 | 845.01 | 32.75 | 0.0023 | 0.064 | 0.001 | 0.065 | 342.85 | 400 | 0.78 | 0.10 | 0.66 | 0.01 | 1.066 | 0.30 | 0.59 | 0.07 | 0.831 | 0.231 | 0.236 | 0.029 | Autocurage vérifié |
| 4-1 | R114 - R115 | 844.83 | 843.46 | 843.33 | 841.92 | 43.88 | 0.0321 | 0.07 | 0.001 | 0.071 | 216.63 | 300 | 2.39 | 0.17 | 0.42 | 0.01 | 0.950 | 0.25 | 0.45 | 0.06 | 2.270 | 0.600 | 0.136 | 0.017 | Autocurage vérifié |
| | R115 - R116 | 843.46 | 842.99 | 841.92 | 841.47 | 34.40 | 0.0130 | 0.07 | 0.001 | 0.071 | 256.64 | 300 | 1.52 | 0.11 | 0.66 | 0.01 | 1.066 | 0.29 | 0.59 | 0.07 | 1.621 | 0.436 | 0.177 | 0.021 | Autocurage vérifié |
| | R116 - R117 | 842.99 | 842.61 | 841.47 | 841.08 | 32.67 | 0.0120 | 0.07 | 0.001 | 0.071 | 260.52 | 300 | 1.46 | 0.10 | 0.69 | 0.01 | 1.073 | 0.29 | 0.61 | 0.07 | 1.567 | 0.425 | 0.182 | 0.021 | Autocurage vérifié |
| | R117 - R118 | 842.61 | 842.24 | 841.08 | 840.72 | 27.93 | 0.0130 | 0.07 | 0.001 | 0.071 | 256.64 | 300 | 1.52 | 0.11 | 0.66 | 0.01 | 1.066 | 0.29 | 0.59 | 0.07 | 1.621 | 0.436 | 0.177 | 0.021 | Autocurage vérifié |
| | R118 - R34 | 842.24 | 841.48 | 840.72 | 839.97 | 23.95 | 0.0310 | 0.07 | 0.001 | 0.071 | 218.05 | 300 | 2.35 | 0.17 | 0.43 | 0.01 | 0.954 | 0.25 | 0.46 | 0.06 | 2.242 | 0.593 | 0.137 | 0.017 | Autocurage vérifié |
| | R119 - R120 | 844.28 | 843.58 | 842.78 | 842.04 | 32.14 | 0.0229 | 0.209 | 0.001 | 0.075 | 235.66 | 300 | 2.02 | 0.14 | 0.53 | 0.01 | 1.016 | 0.26 | 0.51 | 0.06 | 2.049 | 0.531 | 0.154 | 0.018 | Autocurage vérifié |

Suite tableau V.4.

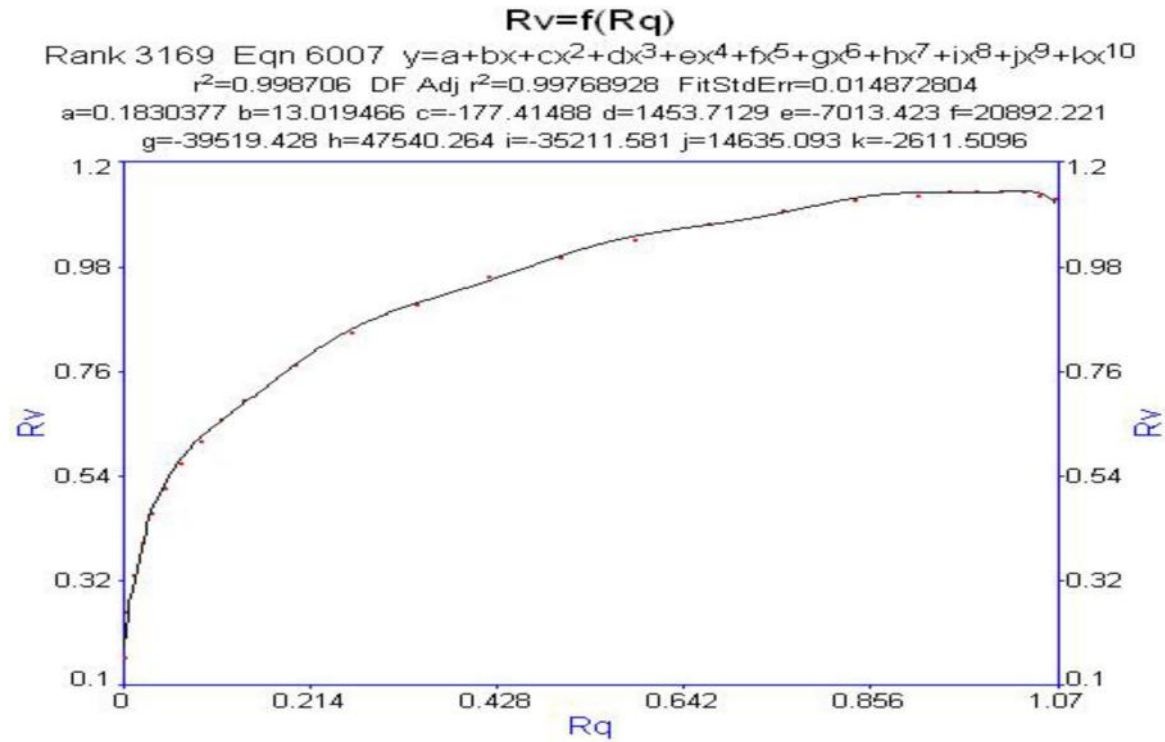
| N SB | Tron | Ctam (m) | Ctav (m) | Cram (m) | Crav (m) | LL (m) | II (m/m) | Qpl (m³/s) | Qeu (m³/s) | Qt (m³/s) | Dcal (mm) | Dnor (mm) | Vps (m/s) | Qps (m³/s) | Rq | Rqmin | Rv | Rvmin | Rh | Rhmin | V (m/s) | Vmin (m/s) | H (m) | Hmin (m) | Remarque |
|------|-------------|----------|----------|----------|----------|--------|----------|------------|--------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------|-------|-------|-------|------|-------|---------|------------|-------|----------|--------------------|
| 4-2 | R120 - R121 | 843.58 | 842.88 | 842.04 | 841.35 | 31.76 | 0.0220 | 0.209 | 0.001 | 0.21 | 349.22 | 400 | 2.40 | 0.301 | 0.70 | 0.00 | 1.075 | 0.22 | 0.61 | 0.04 | 2.577 | 0.530 | 0.245 | 0.016 | Autocurage vérifié |
| | R121 - R122 | 842.88 | 842.07 | 841.35 | 840.56 | 35.54 | 0.0220 | 0.209 | 0.001 | 0.21 | 349.22 | 400 | 2.40 | 0.30 | 0.70 | 0.00 | 1.075 | 0.22 | 0.61 | 0.04 | 2.577 | 0.530 | 0.245 | 0.016 | Autocurage vérifié |
| | R122 - R123 | 842.07 | 841.22 | 840.56 | 839.7 | 31.89 | 0.0270 | 0.209 | 0.001 | 0.21 | 336.06 | 400 | 2.66 | 0.33 | 0.63 | 0.00 | 1.057 | 0.22 | 0.57 | 0.04 | 2.808 | 0.577 | 0.228 | 0.016 | Autocurage vérifié |
| | R123 - R124 | 841.22 | 840.17 | 839.7 | 838.64 | 36.55 | 0.0290 | 0.209 | 0.001 | 0.21 | 331.59 | 400 | 2.75 | 0.35 | 0.61 | 0.00 | 1.051 | 0.22 | 0.56 | 0.04 | 2.892 | 0.595 | 0.223 | 0.015 | Autocurage vérifié |
| | R124 - R125 | 840.17 | 839.29 | 838.64 | 837.77 | 30.14 | 0.0290 | 0.363 | 0.001 | 0.364 | 407.55 | 500 | 3.19 | 0.63 | 0.58 | 0.00 | 1.041 | 0.20 | 0.54 | 0.03 | 3.326 | 0.640 | 0.271 | 0.015 | Autocurage vérifié |
| | R125 - R126 | 839.29 | 838.36 | 837.77 | 836.84 | 32.02 | 0.0290 | 0.363 | 0.001 | 0.364 | 407.55 | 500 | 3.19 | 0.63 | 0.58 | 0.00 | 1.041 | 0.20 | 0.54 | 0.03 | 3.326 | 0.640 | 0.271 | 0.015 | Autocurage vérifié |
| | R126 - R127 | 838.36 | 837.68 | 836.84 | 836.16 | 23.60 | 0.0290 | 0.363 | 0.001 | 0.364 | 407.55 | 500 | 3.19 | 0.63 | 0.58 | 0.00 | 1.041 | 0.20 | 0.54 | 0.03 | 3.326 | 0.640 | 0.271 | 0.015 | Autocurage vérifié |
| | R127 - R43 | 837.68 | 837.42 | 836.16 | 835.91 | 15.37 | 0.0160 | 0.363 | 0.001 | 0.364 | 349.22 | 400 | 2.40 | 0.301 | 0.70 | 0.00 | 1.075 | 0.22 | 0.61 | 0.04 | 2.577 | 0.530 | 0.245 | 0.016 | Autocurage vérifié |
| 5-1 | R142 - R143 | 847.41 | 846.48 | 845.91 | 844.94 | 35.26 | 0.0275 | 0.25 | 0.001 | 0.251 | 358.16 | 400 | 2.68 | 0.336 | 0.75 | 0.00 | 1.091 | 0.22 | 0.64 | 0.04 | 2.922 | 0.582 | 0.257 | 0.016 | Autocurage vérifié |
| | R143 - R144 | 846.48 | 845.63 | 844.94 | 844.11 | 31.84 | 0.0260 | 0.249 | 0.002 | 0.251 | 361.86 | 400 | 2.61 | 0.33 | 0.77 | 0.01 | 1.099 | 0.25 | 0.66 | 0.06 | 2.864 | 0.660 | 0.262 | 0.023 | Autocurage vérifié |
| | R144 - R145 | 845.63 | 845.11 | 844.11 | 843.6 | 19.04 | 0.0270 | 0.249 | 0.002 | 0.251 | 359.31 | 400 | 2.66 | 0.33 | 0.75 | 0.01 | 1.094 | 0.25 | 0.65 | 0.06 | 2.904 | 0.669 | 0.259 | 0.022 | Autocurage vérifié |
| | R145 - R146 | 845.11 | 844.39 | 843.6 | 842.87 | 29.29 | 0.0250 | 0.249 | 0.002 | 0.251 | 364.53 | 400 | 2.55 | 0.32 | 0.78 | 0.01 | 1.105 | 0.25 | 0.67 | 0.06 | 2.824 | 0.650 | 0.266 | 0.023 | Autocurage vérifié |
| | R146 - R147 | 844.39 | 843.66 | 842.87 | 842.14 | 29.32 | 0.0250 | 0.249 | 0.002 | 0.251 | 364.53 | 400 | 2.55 | 0.32 | 0.78 | 0.01 | 1.105 | 0.25 | 0.67 | 0.06 | 2.824 | 0.650 | 0.266 | 0.023 | Autocurage vérifié |
| | R147 - R148 | 843.66 | 842.86 | 842.14 | 841.33 | 32.02 | 0.0250 | 0.35 | 0.003 | 0.353 | 414.26 | 500 | 2.96 | 0.58 | 0.61 | 0.01 | 1.051 | 0.24 | 0.56 | 0.05 | 3.115 | 0.719 | 0.279 | 0.026 | Autocurage vérifié |
| | R148 - R33 | 842.86 | 841.95 | 841.33 | 840.44 | 33.10 | 0.0272 | 0.348 | 0.005 | 0.353 | 407.90 | 500 | 3.09 | 0.61 | 0.58 | 0.01 | 1.042 | 0.28 | 0.54 | 0.07 | 3.219 | 0.853 | 0.272 | 0.033 | Autocurage vérifié |
| 6-1 | R149 - R150 | 845.48 | 844.80 | 843.98 | 843.28 | 26.18 | 0.0269 | 0.065 | 0.004 | 0.21 | 221.51 | 300 | 2.19 | 0.15 | 0.45 | 0.03 | 0.966 | 0.42 | 0.47 | 0.11 | 2.114 | 0.920 | 0.141 | 0.033 | Autocurage vérifié |
| | R150 - R151 | 844.80 | 844.08 | 843.28 | 842.55 | 28.89 | 0.0250 | 0.064 | 0.005 | 0.21 | 224.61 | 300 | 2.11 | 0.15 | 0.46 | 0.03 | 0.977 | 0.46 | 0.48 | 0.12 | 2.060 | 0.979 | 0.143 | 0.037 | Autocurage vérifié |
| | R151 - R152 | 844.08 | 843.63 | 842.55 | 842.11 | 22.02 | 0.0200 | 0.064 | 0.005 | 0.21 | 234.20 | 300 | 1.89 | 0.13 | 0.52 | 0.04 | 1.011 | 0.48 | 0.51 | 0.13 | 1.907 | 0.911 | 0.153 | 0.039 | Autocurage vérifié |
| | R152 - R153 | 843.63 | 842.80 | 842.11 | 841.29 | 34.25 | 0.0240 | 0.134 | 0.006 | 0.21 | 295.10 | 300 | 2.07 | 0.15 | 0.96 | 0.04 | 1.139 | 0.50 | 0.77 | 0.14 | 2.355 | 1.030 | 0.232 | 0.041 | Autocurage vérifié |
| | R153 - R154 | 842.80 | 842.19 | 841.29 | 840.68 | 29.14 | 0.0210 | 0.133 | 0.007 | 0.364 | 302.59 | 400 | 2.34 | 0.29 | 0.48 | 0.02 | 0.985 | 0.41 | 0.49 | 0.11 | 2.307 | 0.953 | 0.194 | 0.043 | Autocurage vérifié |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------|-------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--------------|-----------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|----------------|-------------|---------------|-----------------------------|------------|--------------|------------|------------|------------|------------|----------------|----------------|--------------|-------------|------------------------|
| | R154 - R76 | 842.19 | 841.52 | 840.68 | 840.01 | 34.87 | 0.0194 | 0.133 | 0.007 | 0.140 | 308.07 | 400 | 2.25 | 0.28 | 0.50 | 0.02 | 0.998 | 0.41 | 0.50 | 0.11 | 2.243 | 0.929 | 0.199 | 0.044 | Autocura ge vérifie |
| | R155 - R156 | 843.75 | 842.85 | 842.25 | 841.32 | 35.30 | 0.0264 | 0.088 | 0.001 | 0.089 | 244.64 | 300 | 2.17 | 0.153 | 0.58 | 0.01 | 1.042 | 0.26 | 0.54 | 0.06 | 2.256 | 0.559 | 0.163 | 0.017 | Autocura ge vérifie |
| N SB | | Ctam | Ctav | Cram | Cray | L | I | Qpl | Qcu | Qt | Dcal | Dnor | Vps | Qps | Qsy | Qoain | R07 | R07 | R07 | R07 | V | Vmin | H | Hmin | Retour |
| | R157 - R158 | 842.85 (m) | 842.30 (m) | 841.32 (m) | 840.79 (m) | 26.23 (m) | 0.0200 (m/m) | 0.088 (m ³ /s) | 0.001 (m ³ /s) | 0.089 (m ³ /s) | 257.66 (mm) | 300 (mm) | 1.89 (m/s) | 0.13 (m ³ /s) | 0.57 | 0.00 | 1.067 | 0.22 | 0.54 | 0.04 | 2.013 (m/s) | 0.506 (m/s) | 0.178 (m) | 0.009 | Retour ge vérifie |
| 6-2 | R157 - R158 | 842.30 | 841.49 | 840.79 | 839.96 | 31.89 | 0.0260 | 0.186 | 0.001 | 0.187 | 324.04 | 400 | 2.61 | 0.33 | 0.57 | 0.00 | 1.038 | 0.22 | 0.54 | 0.04 | 2.704 | 0.568 | 0.215 | 0.016 | Autocura ge vérifie |
| | R158 - R159 | 841.49 | 840.73 | 839.96 | 839.22 | 33.95 | 0.0220 | 0.261 | 0.002 | 0.263 | 379.97 | 400 | 2.40 | 0.30 | 0.87 | 0.01 | 1.135 | 0.26 | 0.72 | 0.06 | 2.721 | 0.621 | 0.289 | 0.024 | Autocura ge vérifie |
| | R159 - R160 | 840.73 | 840.09 | 839.22 | 838.59 | 26.01 | 0.0240 | 0.259 | 0.004 | 0.263 | 373.82 | 400 | 2.50 | 0.31 | 0.84 | 0.01 | 1.126 | 0.32 | 0.70 | 0.08 | 2.819 | 0.800 | 0.280 | 0.032 | Autocura ge vérifie |
| | R160 - R161 | 840.09 | 839.54 | 838.59 | 838.04 | 29.18 | 0.0190 | 0.259 | 0.004 | 0.263 | 390.56 | 400 | 2.23 | 0.28 | 0.94 | 0.01 | 1.139 | 0.33 | 0.76 | 0.09 | 2.538 | 0.744 | 0.305 | 0.034 | Autocura ge vérifie |
| | R161 - R162 | 839.54 | 838.91 | 838.04 | 837.39 | 33.91 | 0.0190 | 0.259 | 0.004 | 0.263 | 390.56 | 400 | 2.23 | 0.28 | 0.94 | 0.01 | 1.139 | 0.33 | 0.76 | 0.09 | 2.538 | 0.744 | 0.305 | 0.034 | Autocura ge vérifie |
| | R162 - R81 | 838.91 | 838.45 | 837.39 | 836.94 | 21.91 | 0.0205 | 0.257 | 0.006 | 0.263 | 385.00 | 400 | 2.31 | 0.29 | 0.90 | 0.02 | 1.139 | 0.38 | 0.74 | 0.10 | 2.635 | 0.890 | 0.296 | 0.040 | Autocura ge vérifie |
| 7-1 | R180 - R181 | 835.67 | 834.78 | 834.17 | 833.25 | 31.96 | 0.0287 | 0.08 | 0 | 0.080 | 231.37 | 300 | 2.26 | 0.16 | 0.50 | 0.00 | 1.001 | 0.18 | 0.50 | 0.03 | 2.262 | 0.407 | 0.150 | 0.009 | Autocura ge vérifie |
| | R181 - R182 | 834.78 | 833.83 | 833.25 | 832.32 | 31.04 | 0.0300 | 0.08 | 0 | 0.080 | 229.44 | 300 | 2.31 | 0.16 | 0.49 | 0.00 | 0.994 | 0.18 | 0.49 | 0.03 | 2.297 | 0.416 | 0.148 | 0.009 | Autocura ge vérifie |
| | R182 - R183 | 833.83 | 832.78 | 832.32 | 831.28 | 34.71 | 0.0300 | 0.08 | 0 | 0.080 | 229.44 | 300 | 2.31 | 0.16 | 0.49 | 0.00 | 0.994 | 0.18 | 0.49 | 0.03 | 2.297 | 0.416 | 0.148 | 0.009 | Autocura ge vérifie |
| | R183 - R184 | 832.78 | 831.90 | 831.28 | 830.4 | 29.28 | 0.0300 | 0.08 | 0 | 0.080 | 229.44 | 300 | 2.31 | 0.16 | 0.49 | 0.00 | 0.994 | 0.18 | 0.49 | 0.03 | 2.297 | 0.416 | 0.148 | 0.009 | Autocura ge vérifie |
| | R184 - R175 | 831.90 | 831.32 | 830.4 | 829.81 | 24.33 | 0.0241 | 0.08 | 0 | 0.080 | 239.09 | 300 | 2.07 | 0.15 | 0.55 | 0.00 | 1.027 | 0.18 | 0.52 | 0.03 | 2.125 | 0.373 | 0.157 | 0.009 | Autocura ge vérifie |
| 7-2 | R170 - R171 | 834.75 | 834.05 | 833.25 | 832.52 | 31.23 | 0.0234 | 0.149 | 0.001 | 0.150 | 304.26 | 400 | 2.47 | 0.31 | 0.48 | 0.00 | 0.990 | 0.22 | 0.49 | 0.04 | 2.447 | 0.544 | 0.196 | 0.016 | Autocura ge vérifie |
| | R171 - R172 | 834.05 | 833.37 | 832.52 | 831.85 | 30.36 | 0.0220 | 0.149 | 0.001 | 0.150 | 307.82 | 400 | 2.40 | 0.30 | 0.50 | 0.00 | 0.999 | 0.22 | 0.50 | 0.04 | 2.395 | 0.530 | 0.199 | 0.016 | Autocura ge vérifie |
| | R172 - R173 | 833.37 | 832.70 | 831.85 | 831.17 | 29.33 | 0.0230 | 0.149 | 0.001 | 0.150 | 305.26 | 400 | 2.45 | 0.31 | 0.49 | 0.00 | 0.992 | 0.22 | 0.49 | 0.04 | 2.432 | 0.540 | 0.197 | 0.016 | Autocura ge vérifie |
| | R173 - R174 | 832.70 | 831.97 | 831.17 | 830.44 | 31.93 | 0.0230 | 0.149 | 0.001 | 0.150 | 305.26 | 400 | 2.45 | 0.31 | 0.49 | 0.00 | 0.992 | 0.22 | 0.49 | 0.04 | 2.432 | 0.540 | 0.197 | 0.016 | Autocura ge vérifie |
| | R174 - R175 | 831.97 | 831.32 | 830.44 | 829.81 | 27.18 | 0.0230 | 0.149 | 0.001 | 0.150 | 305.26 | 400 | 2.45 | 0.31 | 0.49 | 0.00 | 0.992 | 0.22 | 0.49 | 0.04 | 2.432 | 0.540 | 0.197 | 0.016 | Autocura ge vérifie |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|-------------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|-------|-------|-------|--------|-----|------|-------|------|------|-------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|------------------------|
| 8-1 | R163 - R164 | 839.33 | 838.37 | 837.83 | 836.83 | 42.79 | 0.0235 | 0.275 | 0.002 | 0.277 | 382.59 | 400 | 2.48 | 0.31 | 0.89 | 0.01 | 1.138 | 0.26 | 0.73 | 0.06 | 2.820 | 0.636 | 0.293 | 0.023 | Autocura ge vérifie |
| | R164 - R165 | 838.37 | 837.77 | 836.83 | 836.26 | 30.15 | 0.0190 | 0.275 | 0.002 | 0.277 | 398.23 | 400 | 2.23 | 0.28 | 0.99 | 0.01 | 1.142 | 0.26 | 0.80 | 0.06 | 2.543 | 0.589 | 0.320 | 0.024 | Autocura ge vérifie |
| | R165 - R166 | 837.77 | 837.12 | 836.26 | 835.59 | 33.18 | 0.0200 | 0.34 | 0.002 | 0.342 | 426.86 | 500 | 2.65 | 0.52 | 0.66 | 0.00 | 1.065 | 0.23 | 0.59 | 0.04 | 2.823 | 0.603 | 0.293 | 0.022 | Autocura ge vérifie |
| | R166 - R84 | 837.12 | 836.72 | 835.59 | 835.2 | 19.97 | 0.0197 | 0.34 | 0.002 | 0.342 | 428.07 | 500 | 2.63 | 0.52 | 0.66 | 0.00 | 1.066 | 0.23 | 0.59 | 0.04 | 2.805 | 0.600 | 0.295 | 0.022 | Autocura ge vérifie |
| 8-2 | R128 - R129 | 838.35 | 837.73 | 836.85 | 836.2 | 31.40 | 0.0208 | 0.088 | 0.001 | 0.089 | 255.81 | 300 | 1.92 | 0.136 | 0.66 | 0.01 | 1.064 | 0.27 | 0.59 | 0.06 | 2.046 | 0.513 | 0.176 | 0.019 | Autocura ge vérifie |
| | R129 - R130 | 837.73 | 836.71 | 836.2 | 835.18 | 42.24 | 0.0240 | 0.278 | 0.001 | 0.279 | 382.19 | 400 | 2.50 | 0.31 | 0.89 | 0.00 | 1.137 | 0.22 | 0.73 | 0.04 | 2.847 | 0.550 | 0.292 | 0.016 | Autocura ge vérifie |
| | R130 - R131 | 836.71 | 836.16 | 835.18 | 834.64 | 28.60 | 0.0190 | 0.277 | 0.002 | 0.279 | 399.30 | 400 | 2.23 | 0.28 | 1.00 | 0.01 | 1.143 | 0.26 | 0.81 | 0.06 | 2.545 | 0.589 | 0.323 | 0.024 | Autocura ge vérifie |
| | R131 - R132 | 836.16 | 835.22 | 834.64 | 833.69 | 32.70 | 0.0290 | 0.299 | 0.002 | 0.301 | 379.52 | 400 | 2.75 | 0.35 | 0.87 | 0.01 | 1.135 | 0.25 | 0.72 | 0.05 | 3.123 | 0.687 | 0.288 | 0.022 | Autocura ge vérifie |
| | R132 - R133 | 835.22 | 834.16 | 833.69 | 832.64 | 31.87 | 0.0330 | 0.299 | 0.002 | 0.301 | 370.43 | 400 | 2.94 | 0.37 | 0.82 | 0.01 | 1.119 | 0.25 | 0.69 | 0.05 | 3.284 | 0.721 | 0.275 | 0.021 | Autocura ge vérifie |

Annexe 2

La relation entre R_q et R_v , ainsi entre R_q et R_h par la méthode des régressions polynomiales



Rh=f(Rq)

Rank 97 Eqn 6706 $y=a+bx^{0.5}+cx+dx^{1.5}+ex^2+fx^{2.5}+gx^3+hx^{3.5}+ix^4+jx^{4.5}+kx^5$

$r^2=0.99971753$ DF Adj $r^2=0.99952333$ FitStdErr=0.0068

$a=0.028869301$ $b=-0.85705408$ $c=32.70112$ $d=-336.44139$ $e=1923.42$ $f=-6621.6483$

$g=14286.026$ $h=-19348.04$ $i=16030.819$ $j=-7406.8538$ $k=1461.6634$

