

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

NATIONAL HIGHER SCHOOL FOR  
HYDRAULICS

"The MujahidAbdellah ARBAOUI"



المدرسة الوطنية العليا للري

"المجاهد عبد الله عرابوي"

ⵎⵓⵔⵉⵏⵉⵙⵓ ⵎⵓⵔⵉⵏⵉⵙⵓ ⵙⵉⵏⵉⵙⵓ ⵙⵉⵏⵉⵙⵓ ⵙⵉⵏⵉⵙⵓ

## MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

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

**THEME :**

**DIAGNOSTIC ET REHABILITATION DU RESAEU D'ASSAINISSEMENT  
DU CHEF-LIEU DE LA COMMUNE DE TIBERGUENT (W.MILA)**

**Présenté par :**

**SAMAH Romyssa**

**Devant les membres du jury**

<b>Nom et Prénoms</b>	<b>Grade</b>	<b>Qualité</b>
MEDDI Hind	M.C.A	Président
KAHLERRAS Djilali	M.C.B	Examineur
HOULI Samia	M.A.A	Examineur
BOUFEKANE Abdelmadjid	M.C.A	Promoteur

**Session Octobre2020**

## Dédicace

Je dédie ce modeste travail en signe du respect et de reconnaissance envers :

- ✚ Celle qui m'a arrosé de tendresse et d'espoir, à la source de la vie, d'amour et d'affection, à ma chère mère, la mère des sentiments fragiles qui m'a bénie par ces prières....
  - ✚ Mon cher père, pour ces sacrifices et ces efforts et leur soutien ;
- ✚ A mes chers frères Salah Eddine, Youcef et ma petite sœur Nour Elhouda source d'espoir et motivation qui sont toujours été à mes côtés pour me soutenir et m'encourager ;
  - ✚ A mon mari Adem qui m'a aidé et m'a encouragé tout le temps ;
- ✚ A la mémoire de grande mère et mon grand-père, que dieu bénisse ses âmes ;
- ✚ A mes meilleures amies: Sabrina, Amira, Nour Elhouda, Soulaf, Hanna, Raziqia, Khaoula;
  - ✚ A tous les amis d'ENSH.

SAMAH Romyssa.

## Remerciement

Tout d'abord, nous tenons à remercier mon « Dieu » le très clément et le miséricordieux, de nous avoir donné la volonté, la force et la patience afin d'accomplir ce travail.

Je tiens à exprimer mes vifs remerciements à ceux qui m'ont aidé de près ou de loin pour l'élaboration de cette étude et particulièrement à :

- Mon promoteur monsieur Boufekane Abdelmadjid pour son aide qu'il m'a offert, ses orientations et son soutien ;
- Mon professeur monsieur Salah Bouelam pour ses conseils, ses applications et ses remarques durant toute l'année ;
- Monsieur Abdich Farès qui m'a aidé dans le domaine professionnel au lieu de stage ;
- Monsieur Oubesir Rafik, ingénieur d'état en hydraulique qui m'a aidé et m'a orienté ;
- A nos professeurs et enseignants qui m'ont guidé et m'ont suivi durant mon cycle d'étude ;
- A toutes mes amies de la promotion 2020 ;
- Aux membres de jury qui ont bien voulu examiner mon travail et l'apprécier à sa juste valeur.

SAMAH Romyssa

## ملخص:

تركز دراستنا على تشخيص شبكة الصرف الصحي لمركز بلدية تيرقنت ولاية ميلة. بالنظر الى معيقات الموقع التي تمت ملاحظتها اثناء زيارة منطقة الدراسة فقد اصبح من الضروري للغاية اجراء دراسة تشخيصية جيدة. الهدف الرئيسي منها اعداد تقرير شامل عن عمل الشبكة القائمة، معرفة هذه المشاكل الحقيقية و من تم تحديد طبيعة العمل الذي يتعين القيام به لعلاج الاختلالات و الاضطرابات الحديثة و اقتراح الحلول التقنية و المستدامة لتحسين الاداء من اجل تلبية حاجة الانسان و الحفاظ على صحته.

**كلمات مفتاحية:** شبكة الصرف الصحي ، تشخيص ، تصريف ، نظام وحدوي ، مهمة...

## Résumé :

Notre étude est portée sur le diagnostic du réseau d'assainissement du chef-lieu de la commune de TIBERGUENT wilaya de Mila.

Vue que les contraintes du site rencontrées lors de la visite de la zone d'étude, il est devenu absolument nécessaire de faire une étude diagnostique, car elle est bonne dont leur objectif principal est de dresser un état exhaustif du fonctionnement du réseau existant, connaître ces problèmes réels et puis identifier la nature des travaux à réaliser pour remédier aux dysfonctionnement et désordres récentes et proposer des solutions techniques et durables pour améliorer le fonctionnement afin de répondre au besoin de l'homme et le maintien de sa santé.

**Mots clés :** réseau d'assainissement, diagnostic, évacuation, Système unitaire, fonctionnement...

## Abstract:

Our study is focused on the diagnostic of the sanitation network of the municipality of TIBERGUENT. Given that the site constraints encountered during the visit to the study area, it became absolutely necessary to carry out a diagnostic study. The main objective is to draw up an exhaustive report on the functioning of the existing network, know the real problems, and then identify the nature of the work to be carried out to remedy the dysfunctions and recent disorders. Finally, technical and lasting solutions are proposed to improve the network functioning in order to meet the human needs and protect health.

**Keywords:** sanitation network, diagnostic, evacuation, unitary system, operation

## Table des matières:

<b>Introduction générale</b>	P01
<b>Chapitre I : Présentation de la zone d'étude</b>	
I-1-Introduction	P03
I.2- But de l'étude	P03
I.3- Peu d'historique	P03
I.4-Situation géographique...	P03
I.5- Données naturelles du site.	P04
I.5.1-Situation géologique	P04
I.5.2-Topographie	P05
I.5.3- Situation climatique	P05
I.5.3.1 -Température	P05
I.5.3.2-Pluviométrie	P06
I.5.3.3- Aridité	P07
I.5.4- Situation hydrologique	P08
I.5.5- Situation hydrographique	P09
I.5.6- Agriculture	P09
I.5.7- Habitat et urbanisation	P10
I.5.8- situation démographique	P10
I.5.8.1- Période envisagée pour l'étude	P10
I.5.8.2- Accroissement de la population	P10
I.5.9- Equipement socio-économique	P10
I.6- Situation hydraulique	P11
I.6.1- Alimentation en eau potable	P11
I.6.2- Assainissement	P11
Conclusion	P12
<b>Chapitre II : Diagnostic du réseau d'assainissement.</b>	
Introduction	P14
II.1- Définition du diagnostic	P14
II.2- Objectifs du diagnostic	P14
II.3-Phases principales d'une étude de diagnostic	P15

II.3.1-Recueil et exploitation des données	P15
II.3.2-Le pré-diagnostic	P16
II.3.3-Reconnaissance approfondie	P16
II.3.4-Etude fonctionnelle des bassins versants élémentaires	P16
II.3.5-conception de la nouvelle structure d'assainissement...	P17
II.3.6- Dysfonctionnement du réseau d'assainissement	P17
II.3.7- La nature des désordres	P17
II.3.8-Conclusion et permanence du processus d'étude...	P17
II.3.9- Avantages du diagnostic	P18
II.4-Etat global du système d'assainissement existant...	P18
II.4.1-Etat actuel des collecteurs	P18
II.4.2-Etat actuel des regards	P32
II.4.3-Etat actuel des rejets	P34
II.4.4-Etat actuel des déversoirs d'orage	P35
II.5- Constatations	P35
II.6-recommandations	P36
Conclusion	P36
<b>Chapitre III : Etude hydrologique.</b>	
III- introduction...	P39
III.1-Définitions	P39
III.1.1-Les petites pluies	P39
III.1.2-Notion d'une averse	P40
III.2-Choix de la période de retour	P40
III.3-la notion du bassin versant	P41
III.4- L'intensité moyenne de précipitation	P43
III.4.1-Analyse des données pluviométriques et le choix du type de la loi d'ajustement	P44
III.4.1.1-Analyse des données statistiques	P44
III.4.2-Choix de la loi d'ajustement	P48
III.4.2.1-Veriication de l'homogénéité de la série	P49
III.4.2.2-Ajustement de la série pluviométrique	P50
III.4.3-Calcul de l'intensité de pluie de durée de 15 minutes et de	P59

période de retour de 10 ans	
Conclusion	P64
<b>Chapitre IV : Calcul de base.</b>	
IV.1-introduction	P66
IV.2-Situation démographique	P66
IV.3-Découpage de l'aire d'étude en sous bassins élémentaires	P67
IV.4.-systeme d'évacuation des eaux usées et pluviales	P67
IV.4.1-systeme unitaire	P68
IV.4.2-systeme séparatif	P69
IV.4.3-systeme pseudo séparatif	P71
IV.5-Choix de la variante d'assainissement	P71
IV.6-Schémas d'évacuation	P72
IV.7-Choix du schéma du réseau d'évacuation	P72
IV.8-Principe du tracé des collecteurs	P75
IV.9-Choix du coefficient de ruissellement	P75
IV.10-Calcul du nombre d'habitants pour chaque sous bassin	P79
Conclusion	P80
<b>Chapitre V : Evaluation des débits à évacuer.</b>	
V.1-Introduction	P82
V.2-Evaluation des débits d'eaux usées	P82
V.2.1-Généralités	P82
V.2.2-Nature des eaux usées à évacuer	P82
V.2.3-Estimation des débits d'eaux usées	P83
V.3-Evaluation des débits d'eaux pluviales	P88
V.3.1-Methode rationnelle	P88
V.3.1.1-Les hypothèses de la méthode rationnelle	P89
V.3.1.2-La critique de la méthode rationnelle	P89
V.3.1.3-Validité de la méthode rationnelle	P89
V.3.1.4.-Temps de concentration	P89
V.3.1.5.-le coefficient réducteur d'intensité	P90
V.3.2-Methode superficielle	P90

V.3.2.1-Critique de la méthode superficielle	P94
V.3.2.2-Validité de la méthode superficielle	P94
V.3.3-Choix de la méthode de calcul	P94
V.4-Calcul des débits pluviaux	P94
Conclusion	P97
<b>Chapitre VI : Calcul hydraulique du réseau d'assainissement</b>	
VI.1-Introduction	P99
VI.2-condition d'implantation des réseaux d'assainissement	P99
VI.3-Condition d'écoulement et de dimensionnement	P99
VI.4-Conception du réseau d'assainissement	P99
VI.5-Dimensionnement du réseau d'assainissement	P100
VI.5.1-Débit	P100
VI.5.2-Formule d'écoulement	P100
VI.5.3-Mode de calcul	P101
Conclusion	P105
<b>Chapitre VII : Les éléments constitutifs du réseau d'égout</b>	
VII.1Introduction	P107
VII.2-Les ouvrages principaux	P107
VII.2.1-Canalisations	P107
VII.2.2-Types de canalisation	P108
VII.2.2.1-Conduites en béton non armé	P108
VII.2.2.2-Cconduites en béton armé	P108
VII.2.2.3-Conduites en amiante ciment	P108
VII.2.2.4-Conduites en grés artificiels	P109
VII.2.2.5-Conduites en fonte	P109
VII.2.2.6-Conduites en chlorure de polyvinyle(PVC) non plastifié	P109
VII.2.3-Choix du type de canalisation	P109
VII.2.4-Les joints	P110
VII.2.5-Differentes actions supportées par la conduite	P111
VII.2.6-Protection des conduites	P111
VII.2.7-Essais des tuyaux préfabriqués	P112

VII.3-Les ouvrages annexes	P113
VII.3.1-Les ouvrages normaux	P113
VII.3.1.1-Les branchements	P113
VII.3.1.2-Les ouvrages de surface et recueillis	P114
VII.3.1.3-Les ouvrages d'accès au réseau(les regards)	P116
VII.3.2-Les ouvrages spéciaux	P118
VII.3.2.1-Les déversoirs d'orage	P118
VII.3.2.1.1- Les fonctions du déversoir d'orage	P118
VII.3.2.1.2-Le positionnement des déversoirs d'orage	P118
VII.3.2.1.3-les types des déversoirs	P119
VII.3.2.1.4-Dimensionnement des déversoirs d'orage	P121
VII.3.2.1.5-Ouvrages annexes des déversoirs d'orage	P123
VII.3.2.2-Bassin de décantation	P125
Conclusion	P126
<b>Chapitre VIII : Organisation de chantier.</b>	
VIII.1- Introduction	P128
VIII.2-Exécution des travaux	P128
VIII.2.1-verification de la manutention des canalisations	P129
VIII.2.2-Décapage de la couche végétale	P130
VIII.2.3-Emplacement des jalons des piquets	P131
VIII.2.4-L'execution des tranchées et des fouilles pour les regards	P131
VIII.2.5-Amenagement du lit de pose	P132
VIII.2.6-Pose de canalisations en tranchées	P132
VIII.2.7-Emboîtement des tuyaux	P132
VIII.2.8-Assemblage des tuyaux	P133
VIII.2.9-Essais d'étanchéité et les joints	P134
VIII.2.10-Execution des regards	P134
VIII.2.11-Réalisation du branchement	P134
VIII.2.12-Exécution de remblai	P135
VIII.2.13-Le choix des engins de terrassement	P135
VIII.2.14-Devis qualitatif estimatif...	P139
VIII.2.14.1-Détermination des différents volumes	P139

VIII.2.14.1.1-Volume de la couche de terre végétale	P139
VIII.2.14.1.2-Volume des déblais des tranchées	P139
VIII.2.14.1.3-Volume du lit de sable	P140
VIII.2.14.1.4-Volume occupé par les conduites	P140
VIII.2.14.1.5-Volume du remblai	P140
VIII.2.14.1.5-Volume excédentaire	P140
VIII.3- Planification des travaux	P142
VIII.3.1 - Techniques de la planification	P142
VIII.3.1.1- Méthodes basées sur le réseau	P142
VIII.3.1.1.1-Définition du réseau :	P142
VIII.3.1.1.2-Construction du réseau :	P142
VIII.3.1.2- Méthodes basées sur le graphique :	P143
VIII.5.2- Les étapes de la planification	P143
VIII.5.2.1- Les paramètres de la méthode C.P.M	P143
VIII.5.2.2- Attribution des durées de chaque opération	P144
VIII.5.2.3- Symboles des différentes opérations	P144
Conclusion	P147
<b>Chapitre IX : Gestion, entretien et exploitation du réseau d'assainissement.</b>	
IX.1- Introduction	P149
IX.2-Objectifs du chapitre	P149
IX.3-Généralités	P149
IX.3.1-Le principe de la gestion du réseau d'assainissement	P149
IX.3.2-Les niveaux de gestion	P149
IX.3.3-Le mode de gestion	P150
IX.4-La connaissance du réseau	P150
IX.5-Surveillance d'un réseau d'assainissement	P150
IX.6-Organisation de l'entretien du réseau	P151
IX.6.1-enlèvement des dépôts	P151
IX.6.2-detection des défauts	P152
IX.6.3-Detection des fuites	P152
IX.6.4- Détection des eaux parasites	P153

IX.6.5-Entretien des joints	P153
IX.6.6-Entretien du réseau par télévision	P153
IX.6.7-La ventilation des égouts	P154
IX.6.8-Travaux spécifiques	P154
IX.7-Exploitation du réseau	P155
IX.7.1-Concept de l'exploitation	P156
IX.7.1.1-Curage mécanique des égouts visitables	P156
IX.7.1.2-Curage des égouts non visitables	P157
IX.7.1.3-Procédés hydrodynamiques	P157
IX.7.1.4-Techniques nouvelles d'exploitation et d'élimination des produits de curage	P158
IX.8-Réhabilitation du réseau	P159
IX.8.1-le fraisage des obstacles	P160
IX.8.2-Le tubage intérieur	P160
IX.8.3-Le gainage intérieur	P160
IX.8.4-Le chemisage extérieur	P160
IX.8.5-L'injection des produits comatants	P161
IX.9-Les risques courus pour les travailleurs de l'eau usée	P161
IX.10-Maladies liées à l'eau usée	P161
IX.11- Recommandations pour la gestion et l'exploitation de notre réseau	P162
IX.12-Hygiène et sécurité	P162
IX.13-Formation et protection des personnels	P162
Conclusion	P162
Conclusion générale	P164
Bibliographie.	P165
Annexes	

## **Table des figures :**

<b>CHAPITRE I : Présentation de la zone d'étude</b>	
Figure I-1 : Précipitations moyennes saisonnières durant la période:2003-2007	P06
Figure I-2 : Diagramme Ombro thermique	P06
<b>CHAPITRE II: Diagnostic du réseau d'assainissement</b>	
Figure II-1 : Regard contient un peu de terre, sans échelle et sans tampon	P32
Figure II-2 : Regard plein de déchets et sans échelle	P32
Figure II-3 : Regard contient peu de terre, de déchet et sans tampon	P33
Figure II-4 : Regard contient un peu de terre, avec une échelle	P33
Figure II-5 : Regard contient un peu de terre, et envasement 0.2m	P33
Figure II-6 : Etat des regards	P34
Figure II-7 : Ouvrage de rejet (à ciel ouvert)	P35
<b>CHAPITRE III: Etude hydrologique</b>	
Figure III-1 : Le cycle de l'eau	P39
Figure III-2 : Caractéristiques du bassin versant de Tiberquent	P41
Figure III-3 : Ajustement graphique à la loi Gumbel	P55
Figure III-4 : Ajustement graphique à la loi Log normal	P56
Figure III-5: Ajustement graphique à la loi GEV	P58
Figure III-6: Les courbes des pluies de courte durée	P64
Figure III-7: Les courbes des intensités de courte durée	P64
<b>CHAPITRE IV: Calcul de base</b>	
Figure IV-1 : schéma représentatif du système unitaire	P68
Figure IV-2 : schéma représentatif du système séparatif	P69
Figure IV-3 : schéma représentatif du système pseudo-séparatif	P69
Figure IV-4 : Schéma perpendiculaire	P73
Figure IV-5 : Schéma par déplacement latéral	P73
Figure IV-6 : Schéma à collecteur transversal ou oblique	P74
Figure IV-7 : Schéma par zones étagées	P74
Figure IV-8 : Schéma radial	P75
<b>CHAPITRE VII: Eléments constitutifs du réseau d'assainissement</b>	
Figure VII-1 : Différents types des joints	P110
Figure VII-2 : Joint mécanique	P111
Figure VII-3 : Les branchements	P114
Figure VII-4 : Les bouches d'égout (absorption par le haut)	P115
Figure VII-5 : Les bouches d'égout (absorption du coté latéral)	P115
Figure VII-6 : Emplacement des bouches d'égout	P115
Figure VII-7 : Regard simple	P116
Figure VII-8 : Regard de jonction	P117
Figure VII-9 : Regard double	P117
Figure VII-10: Schéma du dessableur couloir	P124
<b>CHAPITRE VIII: Organisation du chantier</b>	
Figure VIII-1 : Interdiction lors de manutention	P129
Figure VIII-2 : Les ancrs de manutention	P130
Figure VIII-3 : Les pipelayers	P133
Figure VIII-4 : La pelleuse	P136
Figure VIII-5 : La chargeuse	P137

Figure VIII-6 : Le bulldozer	P137
Figure VIII-7 : La décapeuse	P138
Figure VIII-8 : Le rouleau compacteur	P138
Figure VIII-9 : Réseau à nœuds (méthode CPM)	P145
Figure VIII-10 : Chemin critique	P145
Figure VIII-11: Diagramme de GANT	P146

### Liste des tableaux :

<b>Chapitre I : Présentation de la zone d'étude</b>	
Tableau I-1 : Températures moyennes mensuelles en C° durant la période : 2003-2007	P05
Tableau I-2 : Précipitations moyennes mensuelles en mm durant la période : 2003-2007	P05
Tableau I-3 : Type de climat selon l'indice d'aridité	P07
Tableau I-4 : La répartition de la SAU selon les cultures et la production engendrée	P08
<b>CHAPITRE II: Diagnostic du réseau d'assainissement</b>	
Tableau II-1 : Caractéristiques des canalisations du réseau d'assainissement	P18
Tableau II-2 : Caractéristiques du collecteur n°I	P19
Tableau II-3 : Caractéristiques du collecteur n°II	P19
Tableau II-4 : Caractéristiques du collecteur n°III	P19
Tableau II-5 : Caractéristiques du collecteur n°IV	P21
Tableau II-6 : Caractéristiques des collecteurs secondaires et tertiaires I	P23
Tableau I-7 : Caractéristiques des collecteurs secondaires et tertiaires II	P24
Tableau I-8 : Caractéristiques des collecteurs secondaires et tertiaires III	P27
Tableau I-9 : Caractéristiques des collecteurs secondaires et tertiaires IV	P30
Tableau I-10:Etat des regards	P34
Tableau I-11:nombre des regards selon l'état et l'identification	P34
<b>CHAPITRE III: Etude hydrologique</b>	
Tableau III-1 : Le récapitulatif des résultats	P43
Tableau III-2 : Identification de la station pluviométrique de HAMMA BOUZIANE	P44
Tableau III-3 : Précipitation mensuelles et les maxima journaliers pour 46 années d'observation	P44
Tableau III-4 : Caractéristiques empiriques de la série	P47
Tableau III-5 : Différentes lois d'ajustement	P48
Tableau III-6 : Détermination du fréquence et variable réduite	P52
Tableau III-7 : Résultats de l'ajustement à la loi de Gumbel (Hyfran)	P53
Tableau III-8 : Résultats de l'ajustement à la loi Log normale (Hyfran)	P55
Tableau III-9: Résultats de l'ajustement à la loi GEV (Hyfran)	P57
Tableau III-10:Résultat du test de Pearson $\chi^2$	P59
Tableau III-11:Pluie et intensité de courte durée	P62
<b>CHAPITRE IV: Calcul de base</b>	
Tableau IV-1: Résultats de la répartition de la population à différents horizons de calcul	P67
Tableau IV-2 : Les avantages et les inconvénients du système unitaire	P70
Tableau IV-3 : Les avantages et les inconvénients du système séparatif	P70
Tableau IV-4 : Les avantages et les inconvénients du système pseudo-séparatif	P71
Tableau IV-5 : critères d'évaluation pouvant influencer sur le choix de la variante d'assainissement	P72

Tableau IV-6 : Coefficient de ruissellement en fonction de la catégorie d'urbanisation	P75
Tableau IV-7 : Coefficient de ruissellement relatif à la zone d'influence	P76
Tableau IV-8 : Coefficient de ruissellement en fonction de la surface drainée	P77
Tableau IV-9 : Nombre d'habitant de chaque sous bassin	P78
Tableau IV-10 : Nombre d'habitant de chaque sous bassin	P79
<b>CHAPITRE V: Evaluation des débits à évacuer</b>	
Tableau V-1: Estimation des débits des eaux usées domestiques	P85
Tableau V-2 : Estimation des débits des eaux usées des équipements	P86
Tableau V-3 : Estimation des débits d'infiltration	P87
Tableau V-4 : Débits totaux des eaux usées pour chaque sous bassin	P87
Tableau V-5 : Coefficient d'influence en fonction du coefficient d'allongement	P92
Tableau V-6 : Formules du groupement des bassins versants en série ou en parallèle	P93
Tableau V-7: Débits des eaux pluviaux à évacuer	P95
Tableau V-8: Débits totaux pour chaque sous bassin	P96
<b>CHAPITRE VI: Calcul hydraulique du réseau d'assainissement</b>	
Tableau VI-1 : Coefficient de rugosité de Manning et Strickler pour divers types de matériaux	P102
<b>CHAPITRE VII: Les éléments constitutifs du réseau d'égouts</b>	
Tableau VII-1 : Caractéristiques des conduites en béton armé	P108
Tableau VII-2 : Vitesses de sédimentation en fonction des diamètres des particules	P124
<b>CHAPITRE VIII: Organisation de chantier</b>	
Tableau VIII-1 : Coefficient de foisonnement pour différente nature de sol	P140
Tableau VIII-2 : Volume des travaux	P140
Tableau VIII-3 : Détermination du devis quantitatif et estimatif du projet	P141
Tableau VIII-4 : les paramètres de la méthode CPM	P143
Tableau VIII-5: Les durées de différentes opérations	P144
Tableau VIII-6 : l'opération précède et succède de chaque opération	P145
Tableau VIII-7 : Détermination des délais	P146

## Liste des planches :

**Planche N°1** : Plan de masse.

**Planche N°2**: Plan de masse avec le réseau existant.

**Planche N°3** : Plan de masse avec le réseau projeté.

**Planche N°4** : Profil en long du collecteur principal.

**Planche N°5** : les éléments du réseau d'égout.

## **La liste des annexes :**

- Annexe n°1 : Tableau des coefficients d'allongement et de pentes.
- Annexe n°2: Tableaux du calcul hydraulique.
- Annexe n°3 : Tableau du calcul de volumes des travaux.
- Annexe n°4 : Figure pour le calcul de  $R_v$  et  $R_h$ .

# **Introduction générale**

On entend par assainissement, l'ensemble des moyens de collecte, de traitement et d'évacuation. Il est défini aussi comme étant l'amélioration de la gestion de ces effluves dans une démarche pérenne, qui réduit leurs impacts sanitaires et environnementaux.

L'assainissement est essentiel pour :

- L'évacuation des eaux usées et pluviales afin de limiter les nuisances et les dégâts dans les centres urbains et d'assurer leur rejets dans le milieu récepteur après traitement ;
- La sauvegarde de la qualité environnementale et surtout la qualité des ressources en eaux ;
- Protéger et améliorer la santé humaine en brisant le cycle de transmission des maladies hydriques.

La période de vie du réseau d'assainissement peut atteindre une quarantaine d'années (théoriquement), mais suit à son fonctionnement en quelques années, le réseau peut se dysfonctionner. Les dysfonctionnements ont à leurs origines des dégradations structurelles ou fonctionnelles, d'un ou plusieurs éléments constitutifs du réseau d'assainissement.

Dans ce cas, les études diagnostiques sont obligatoires. L'étude diagnostique est une nécessité pour diagnostiquer le réseau, déceler le maximum des anomalies qui est susceptibles de restreindre la pérennité des ouvrages et de nuire l'environnement et de trouver des solutions techniques mieux adaptés à la collecte, au traitement et au rejet.

Dans ce stade, notre étude est portée sur le diagnostic du réseau d'assainissement de l'agglomération du chef-lieu de la commune de Tiberguent (Wilaya de Mila). Cette zone d'étude a connu des grands problèmes dont le réseau d'assainissement a présenté des anomalies qui perturbent le fonctionnement du système d'évacuation, des dégradations et des désordres des structures des collecteurs.

A cet effet, l'objectif de cette étude est de faire un diagnostic sur tout le réseau existant, remédier les problèmes et de mettre en place les améliorations nécessaires au bon fonctionnement et de permettre aussi d'avoir un cadre de vie propre et sain.

Pour bien mener cette étude et mieux cerner ce problème, le travail est bordé en neuf chapitres :

- I- Présentation de la zone d'étude ;
- II- Diagnostic du réseau d'assainissement ;
- III- Etude hydrologique ;
- IV- Calcul de base ;
- V- Evaluation des débits du réseau d'assainissement ;
- VI- Dimensionnement du réseau d'assainissement ;
- VII- Eléments constitutifs du réseau d'assainissement ;
- VIII- Organisation du chantier ;
- IX- Gestion, entretien et maintenance du réseau d'assainissement.

# **Chapitre I :**

**Présentation de la zone  
d'étude**

## **I.1- Introduction**

Les projets d'assainissement nécessitent toujours une étude rigoureuse et détaillée de la zone où auront lieu les travaux, dans le but de connaître les caractéristiques physiques du site ainsi que les facteurs influençant la conception du projet. Pour cela nous devons disposer de certaines données, notamment les données :

- naturelles du site ;
- relatives à l'agglomération ;
- relatives au développement futur de l'agglomération ;
- propres à l'assainissement.

La présentation de l'agglomération est une étape indispensable dans tous projets d'étude pour procéder au diagnostic du réseau d'assainissement existant, et pour une gestion efficace et durable.

## **I.2- Le but de l'étude :**

L'objectif de la présente étude consiste à assainir la ville de Tiberguent en objet et par conséquent mettre fin aux risques des inondations et des maladies à transmission hydriques, issus des eaux usées des eaux usées rejetées par l'habitation.

## **I.3- Peu d'historique :**

Le centre de colonisation de Tiberguent a été créé le 5 février 1881 dans la commune mixte de Fedj M'Zala. Le village accueillait la justice de paix de Fedj M'Zala ainsi qu'un relais télégraphique

Le village sera ensuite intégré à la commune de Lucet, en 1963 la commune est intégrée à celle de Ferdjioua. La commune de Tiberguent a été créée en 1984.

## **I.4- Situation géographique :**

### **I-4-1- Situation géographique de la wilaya de Mila :**

Mila est située dans le nord-est algérien. Elle s'étend sur une superficie de 3481 km<sup>2</sup>, et enregistre d'après le recensement de l'année 2008, une population de 5441 habitants.

Les wilayas limitrophes sont :

- Au nord, les wilayas de Jijel et de Skikda.
- A l'est, la wilaya de Constantine.
- Au sud, les wilayas de Batna et d'Oum Albouaghi.
- A l'ouest, la wilaya de Sétif.

### **I-4-2 Situation géographique de la zone d'étude :**

Tiberguent est une ville algérienne, située dans le daïra de Rouached de la wilaya de Mila. La ville s'étend sur une superficie de 47,8 km<sup>2</sup> et compte 9 282 habitants depuis le dernier recensement de la population (2008). La densité de la population est de 194,3 habitants par km<sup>2</sup> sur la ville. La commune de Tiberguent est située au Nord-Ouest de la wilaya de Mila. Elle se trouve au cœur d'un

bassin fertile ; ce qui lui confère ainsi l'aspect d'une succession de reliefs allant des plaines et collines au nord, massif montagneux abrupt au centre et parcours steppiques au sud; située à l'extrême de la wilaya.

La commune de Tiberguent est limitée au :

- Nord, par les communes de Rouached.
- Nord-Est, par la commune d'Oued Endja.
- Est et Sud-Est, par la commune d'Ahmed Rachdi.
- Ouest, par les communes de Yahya Beni Guecha.
- Sud, par la commune de Bouhatem.

## **I.5- Données naturelles du site :**

### **I.5.1- Situation géologique :**

Une bonne connaissance de la géologie nous permettra non seulement de prendre les dispositions indispensables lors de la réalisation des tranchées, mais aussi de choisir les engins de terrassement à utiliser pour organiser les travaux.

La ville de Tiberguent repose sur plusieurs stratifications qui sont représentés par :

#### **a) Nappes pénis-telliennes unité méridionales à nummulites**

Elles sont caractérisées par une alternance de carbonate et de vase du Lias au Paliocène. Nous citons les formations suivantes :

- Lias : calcaires massif.
- Dogger : calcaire oolithique, osparites dont l'épaisseur peut atteindre 300 m.
- Crétacé inférieure : politico-marneux, micritique et à rare niveaux gréseux.
- Crétacé moyenne : calcaire silex noires en petits bancs.
- Sénonien supérieure : il débute par une barre conglomérates de 50 à 100 m d'épaisseur.

#### **b) Séries poste-nappes**

Ce terme correspond aux formations du Moi-Pliocène et du Quaternaire qui constituent les bassins de Constantine et de Mila.

### **I.5.2- La topographie :**

La topographie de la commune de Tiberguent présente des reliefs uniformes et une pente qui varie entre (0.5% à 10%).

L'occupation du sol est à dominance urbaine.

L'espace bâtiment du chef-lieu de la commune de Tiberguent occupe presque près de 2280 ha soit 48% de la superficie totale (4750 ha).

### **I.5.3- Situation climatique :**

Nous prenons en compte dans notre étude de la station climatologique de barrage de Beni Haroun qui est la plus représentative de la zone d'étude. La ville de Tiberguent appartient à une zone

climatique de type méditerranéen caractérise par des étés chauds et des hivers froids avec une sécheresse accentuée de l'air et de grands écarts de température. La concentration des pluies, en chutes brèves et violentes sur de courtes périodes d'automne et de printemps et venu de Sud. Le vent chaud qui souffle par intermittence de juin à août, favorisent la grande luminosité du ciel et la rareté du brouillard.

Les précipitations s'étagent de 900 mm par an sur les crêtes septentrionales à 400 mm pour les crêtes méridionales qui sont déjà en zone subaride. Les éléments principaux à prendre en compte sont :

- ✓ La température ;
- ✓ La pluviométrie ;
- ✓ L'aridité.

### I.5.3.1- La température :

La température est un facteur très important. Elle influe directement sur le régime d'écoulement et augmente l'évaporation ainsi que l'évapotranspiration durant les périodes chaudes. Pour les données de la température nous avons utilisé les données de la station métrologique de Béni Haroun à la wilaya de Mila. Dans cette zone, la température moyenne interannuelle est égale à 17,8 °C. La valeur la plus petite est de l'ordre de 8,90 °C au mois de janvier qui est le mois le plus froid, tandis que le mois le plus chaud est celui de juillet à une température moyenne de 27,40 °C.

**Tableau I-1 :** Température moyennes mensuelles en (°C) à la station de Béni Haroun (Période : 2003-2007)

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Moy interan
T (°C)	8,9	9,6	12,39	16,53	18,53	24,3	27,4	27,0	23,7	21,07	14,35	10,03	17,8

### I.5.3.2- Pluviométrie :

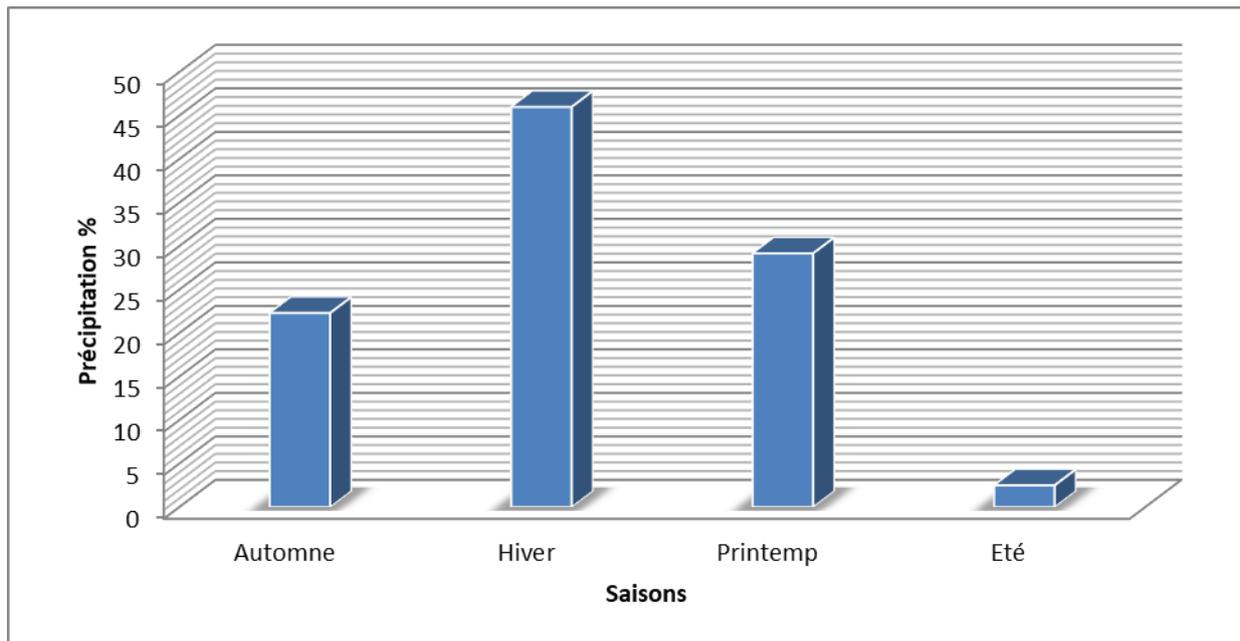
L'étude des précipitations joue un très grand rôle pour le choix du type de réseau d'assainissement à adapter. Pour notre région la période la plus pluvieuse s'étend entre le mois de Septembre et le mois de Mars.

La moyenne des précipitations annuelles varie entre 700 et 800 mm.

Le mois le plus pluvieux est celui de Décembre avec une moyenne de 136,83 mm ; tandis que le mois le moins pluvieux et celui de Juillet avec une minimum moyenne de précipitation égale à 0,35.

**Tableau I-2 :** Précipitations moyennes mensuelles en (mm) à la station de Béni Haroun (Période : 2003-2007)

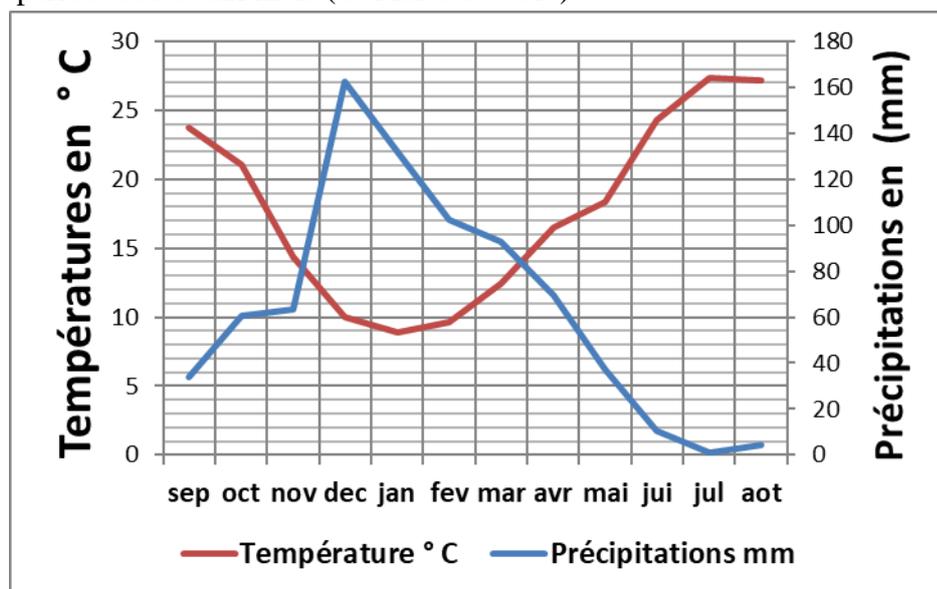
Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
P (moy)	29,36	39,44	65,8	136,8	73,26	67,3	0,35	50,56	31,06	11,0	94,3	3,75



**Figure I-1 :** Précipitations moyennes saisonnières en (%) à la station de Béni Haroun (Période : 2003-2007)

**Diagramme Ombro-thermique :**

L'analyse du diagramme Ombro-thermique représenté dans la figure ci-après (Figure I-6) montre que la période humide s'étend entre le mois de Novembre et le mois d'Avril, qui fait six mois humides et une période sec de six mois (de Mai à Octobre).



**Figure I-2 :** Diagramme Ombro thermique à la station de Béni Haroun (Période : 2003-2007)

### I.5.3.3- L'Aridité

L'aridité est exprimée par l'indice d'aridité (I) d'E. Mortonne, qui est le quotient de la somme des précipitations moyennes annuelles par la moyenne des températures annuelles augmentées de 10 °C donné par la formule :

$$I = \frac{P_{\text{moy}}}{T_{\text{moy}} + 10} \dots\dots\dots (I-1)$$

I : Indice d'aridité d'E. Mortonne.

$P_{\text{moy}}$  : Précipitation moyenne annuelle (mm).

$T_{\text{moy}}$  : Température moyenne annuelle (°C).

L'indice d'aridité nous permet de positionner la région d'étude dans son contexte climatique grâce à un abaque dit abaque de Martonne (1983) (Tableau).

L'indice de l'aridité de la zone d'étude de Tiberguent est égal à 15.

D'après l'abaque, la zone d'étude a un climat semi-aride ( $10 < I < 20$ ).

**Tableau I-3** : Type de climat selon l'indice d'aridité

I	< 5	5 < I < 7,5	7,5 < I < 10	10 < I < 20	20 < I < 30
Type de climat	Hyperaride	Désertique	Steppique	Semi-aride	Tempéré

### I.5.4- Situation hydrologique :

L'eau utilise pour les besoins domestique de la commune ceux d'agriculture provident essentiellement des sources et des nappes. Au niveau de la zone d'étude, le cours d'eau le plus important est oued El Maleh traversant le territoire communal de l'ouest à l'est et que se jette à l'oued Endja. Il est noté l'existence d'autre oueds et chaabats moins important tel Hammam oued Ben Araba et oued El Chaabats El Maaden.

La commune possède également des dizaines de puits et d'eau superficielles relativement de fontaine ainsi bien qu'elle dispose de ressources en eaux importantes qui constituent un palliatif pour l'alimentation des agglomérations en eau potable de la commune de Tiberguent, reste peu dotée de cette denrée vitale.

### I.5.5- Situation hydrographique :

Le réseau hydrographique est caractérisé par la présence de plusieurs cours d'eau qui travers le territoire de la commune :

- Oued El Maleh qui traverse la commune de nord-ouest au nord sur une longueur de 5,4 km.
- Chaabatelhassi qui travers la commune de sud-est au nord sur une longueur de 7,5 km
- Chaabat El Hammam traverse la commune sur une longueur de 3.95 km.
- Chaabat El Megsous traverse la commune sur une longueur de 2,35 km.
- Chaabat el kasba traverse la commune sur une longueur de 6,00 km.
- Chaabat el bhira traverse la commune sur une longueur de 1,00km.

- Chaabatbentazaba traverse la commune sur une longueur de 4,10 km.
- Chaabatbouchiba traverse la commune sur une longueur de 2,50 km.

Toutes ces cours d'eau se jettent dans oued elmelah.

- Il faut signaler aussi la présence d'une retenue collinaire envasée à Merdj El Kebir qui a une capacité de 50 000 m<sup>3</sup>.
- Il faut noter enfin la présence de sources et puits d'eau.

#### **I.5.6- Agriculture :**

La zone d'étude constituer une entité homogène la plus fertiles de la wilaya de Mila. La configuration géomorphologique, topographique et les conditions édaphiques plaident pour une kyrielle de productions et d'activités économiques.

La surface agricole utile est de l'ordre de 4405 ha ce qui représente 88 % de la surface total. La répartition de la SAU selon les cultures et la production engendrée figurent dans le tableau suivant.

**Tableau I-4 :** La répartition de la SAU selon les cultures et la production engendrée

<b>Année</b>	<b>Culture herbacée</b>	<b>Arboriculture (ha)</b>	<b>Culture fourragère</b>	<b>Légumes (ha)</b>	<b>Culture maraichère</b>	<b>Jachère (ha)</b>
2000-2001	2327	66.75	155	31	07	2006.25
2001-2002	2364	17.25	50	09	04	1966.70
2002-2003	2257.05	17.25	101	35	00	2103
2003-2004	2144	17.25	27	04	00	2186
2004-2005	2016	17.25	06	06	04	2314
2005-2006	2145	17.25	-	00	06	2203
2006-2007	2002	17.25	-	00	00	2050

Sur une superficie agricole utile estimée à 4405 ha, 49,46 % est exploitée annuellement en cultures herbacée et 48,08 % exploitée à la jachère. Les autres spéculations occupent les faibles surfaces.

#### **I.5.7- Habitat et urbanisation :**

Devant l'ampleur des mutations sociales, économique et culturelles que connaissant la majorité des villes algériennes, il est impératif de remédier aux anomalies qui caractérisent nos centre urbains ou ruraux par une prise en charge, réfléchi et courageuse en vue de préserver l'ordre urbain menace. En effet l'urbanisation incohérente en tache d'huile qui défigure la périphérie urbaine, les centres engorges et un mitage désastreux des espaces agricoles de hautes valeurs.

#### **I.5.8- Situation démographique :**

La population est un paramètre déterminant et statistique dans toute L'étude de planification et d'élaboration d'un projet d'assainissement, donc son exploitation ultérieure, pour les besoins en eau varient non seulement avec l'évolution démographique, le niveau de vie de la population, mais aussi avec la diversité des activités locales et les extensions. La population de référence qui sera

prise dans notre étude est celle obtenue par le RGPH 2008 et sur laquelle on se basera pour l'évaluation de la population pour les différents termes.  $P_0 = 5994$  habitants (données de L'A.P.C du Tiberquent).

#### **I.5.8.1- Période envisagée pour l'étude :**

D'une part l'horizon prévu pour cette étude est l'année **2045** soit au bout de 37 ans. D'autre part au-delà de cet horizon, l'estimation devient grossière en raison des incertitudes sur les différentes évolutions de l'agglomération.

#### **I.5.8.2- Accroissement de la population :**

La croissance démographique est la variation de la population dans le temps. Le taux d'accroissement de la ville de Tiberquent est de l'ordre de 2,50 %.

#### **I.5.9- Equipements socio-économiques :**

L'équipement est une portion d'espace constitué d'une surface occupée et/ou libre, et d'un volume bâti ou a lieu les activités déterminées avec leur propre organisation, leur structure et leur modalité de fonctionnement au service de la collectivité. La commune de Tiberquent ne dispose pas encore de tous les atouts en matière d'équipements. Le développement des équipements devrait donc davantage répondre à de nouvelles ambitions qu'un réel grand déficit.

##### **➔ L'équipement existant**

- a) Equipements scolaires.
- b) les équipements sportifs.
- c) Les équipements administratifs.
- d) Les équipements culturels et culturels.
- e) Les équipements commerciaux.

##### **a) Equipements scolaires :**

La commune de Tiberquent ne contient que 03 établissements scolaires : deux primaires et un secondaire. Elle ne compte pas des lycées qui même les élèves à se déplace vers les communes voisines pour terminer leurs étude. Il faut signaler que la réalisation d'un lycée est en cours.

##### **b) Les équipements sportifs**

La commune de Tiberquent est dépourvue d'équipements sportifs à part l'existence de 01 terrain matico au chef-lieu.

##### **c) Les équipements administratifs**

Le chef-lieu de la commune regroupe tous les services administratifs ainsi que tous les services édilitaires. Les agglomérations secondaires et la zone éparses sont entièrement dépendantes du chef-lieu en matière d'équipements administratifs et édilitaires.

**d) Les équipements culturels et culturels**

On relève l'existence de 01 mosquée.

**e) Les équipements commerciaux**

Les équipements commerciaux sont représentés par le commerce de détails comme l'alimentation générale les cafés à travers la commune.

**I.6- Situation hydraulique :**

**I.6.1- Alimentation en eau potable :**

L'agglomération chef – lieu est alimentée à partir de trois (03) réservoirs situés en sud de l'agglomération 02 x 500 m<sup>3</sup> et 250 m<sup>3</sup>.

Les réservoirs 02 x 500 m<sup>3</sup> et 250 m<sup>3</sup> sont alimenté à partir de deux forages (F05 et F06) situe à Bourouh (Ferdjioua). F05 dont le débit d'exploitation est de 13 l/s et F06 avec un débit de 20 l/s.

Il y a d'autre forage dont le débit d'exploitation est de 10 l/s.

Le réseau de distribution est de type mixte (maille et ramifié) dont les diamètres varient entre 40 et 200 mm en fonte et en PVC.

**I.6.2- Assainissement :**

Les eaux usées et pluviales de l'ensemble des agglomérations de la commune de Tiberguent sont évacuées directement dans les oueds et chaabats sans épuration préalables.

L'agglomération chef-lieu est assainie par un réseau de type unitaire dont les diamètres varient entre 300 et 1200 mm. L'ensemble du réseau débouche en plusieurs rejets vers oued El Maleh.

**Conclusion :**

On s'intéresse dans ce chapitre à toutes les données de notre zone d'étude, du point de vue climatique, hydrogéologie, démographie ainsi que la situation hydraulique, afin de pouvoir entamer notre étude de projet.



## **Chapitre II :**

### **Diagnostic du réseau d'assainissement**

## **Introduction :**

Le réseau d'assainissement et l'ensemble des installations associées sont soumis à des sollicitations en continu qui les détériorent peu à peu, les canalisations s'engorgent et se dégradent, les matériels se détériorent rapidement et les mises en état nécessaires au bon fonctionnement deviennent de plus en plus coûteuses et alors le réseau d'assainissement ne répond plus à ces fonctions. Vu que tous ses problèmes de réseau, le diagnostic est une phase inévitable et la solution de ses anomalies. Dans ce chapitre, notre but est de connaître le diagnostic, ses objectifs, fournir une méthodologie pour réaliser un diagnostic local de l'assainissement et de faire le diagnostic de notre réseau (les collecteurs, les ouvrages, ...).

### **II.1- Définition du diagnostic :**

Un diagnostic est un jugement porté sur une situation sur la base d'analyse d'indicateurs. Il doit donner une vision d'ensemble de la situation, simplifiée mais réaliste, qui permettra aux diverses parties prenantes :

- D'avoir une vision partagée de la situation ;
- De préciser et de prioriser les enjeux et défis à relever ;
- De définir les axes du travail pour la mise en place du service d'assainissement.

Le chapitre de diagnostic du réseau d'assainissement est un chapitre très important sachant que si le diagnostic est mal fait, les solutions proposées au cours de la réhabilitation risquent d'être mal adaptées, et le service de mal fonctionner (ou pas du tout).

Le diagnostic doit comporter :

- L'examen de l'état actuel du réseau (étanchéité, état mécanique) et les désordres constatés ;
- L'inventaire des industries et les établissements raccordés, la composition et le volume des principaux effluents ;
- La quantification des débits et flux de pollution collectés ;
- L'évaluation des principaux rejets et des déversoirs d'orage ;
- Les conditions dans lesquelles le système peut être modifié ou remis en état.

### **II.2- Objectifs du diagnostic :**

Une réflexion sur les objectifs doit toujours présider à toute étude de diagnostic. Alors l'objectif de l'étude diagnostique est d'acquérir une bonne connaissance de l'état actuel et du fonctionnement des réseaux et des installations en vue de les réhabiliter, de les restructurer et de prévoir les extensions liées au développement urbain pour mettre en place les améliorations nécessaires au bon fonctionnement des systèmes d'assainissement.

Ces études permettent de garantir à la population présente et à venir des solutions durables pour l'évacuation et le traitement des eaux usées, en tenant compte des objectifs de développement de l'urbanisme et des contraintes du site.

### **II.3- Phases principales d'une étude de diagnostic :**

Le diagnostic peut servir à des nombreuses étapes de mise en place du réseau d'assainissement et à travers une méthodologie présentée ici à titre indicatif, comportant des grandes phases dont les principales étapes sont :

#### **II.3.1- Recueil et exploitation des données :**

Le recueil des données est un scénario d'interventions sur la prise de connaissance et les visites des ouvrages in situ qui doivent être menées tout le long du processus d'étude pour recueillir des informations dans un contexte topographique, géologique, hydrogéologique, hydrologique, écologique et de collecte.

En effet, tous les documents graphiques et les informations techniques s'y rapportant doivent être coordonnés et complétés par des contrôles in situ. On distingue deux sortes des données nécessaires d'une étude de diagnostic :

#### **&- Données de base :**

Elles constituent l'ensemble des données nécessaires à un bon diagnostic, ce dernier étant l'acte qui vise à déterminer, dans un premier temps, la nature et les causes d'un dysfonctionnement et dans un deuxième temps les conséquences qui en découlent. Les données de base sont définies comme :

a) Données relatives à la collecte :

- Le nombre d'habitants pour chaque sous bassin et leur consommation en eau potable ;
- La surface totale drainée de chaque sous bassin et ses caractéristiques (degré d'imperméabilisation, intensité des pluies et la pente).

b) Données relatives au réseau et à ces ouvrages annexes :

Station de relevage, déversoir d'orage, dessableur, déshuileur, bassin de retenue, ...).

c) Données relatives au traitement :

- Bilan du traitement ;
- Etat de fonctionnement des ouvrages de traitement.

d) Données relatives au milieu récepteur :

- Qualité actuelle ;
- Objectifs tracés.

#### **&- Données d'orientation :**

Elles sont relatives aux conséquences que peuvent avoir les différents dysfonctionnements : impact sur les bâtis et les réseaux voisins, pollution de la nappe, etc. Elles sont qualifiées des données d'orientation, car elles servent à définir les lieux et les types de pré-diagnostic à mettre en place. On distingue comme données d'orientation :

- **Signe** : Toute manifestation extérieure au réseau physique (structurel) ; comme par exemple, les plaintes des riverains et des usagers, les effondrements de chaussées, ... ;
- **Symptôme** : Toute marque intérieure au réseau physique, comme par exemple les fissures, les déboîtements, les effritements de l'enduit, ... . Les symptômes et les signes sont ceux qu'interprète un diagnostic, par les auscultations, pour trouver les causes d'un dysfonctionnement ou d'une panne.

### II.3.2- Le pré- diagnostic :

Dans cette phase et après recueil des données, un examen à entreprendre sur le réseau d'assainissement et les ouvrages tout en procédant à une mise à jour des plans et de cartographie des patrimoines.

Ce pré-diagnostic est destiné à découvrir les points faibles du système d'assainissement et à appréhender la sensibilité des milieux récepteurs.

### II.3.3- Reconnaissance approfondie :

Cette phase consiste à faire une reconnaissance approfondie et détaillée des réseaux et des ouvrages élémentaires ce qui permet de :

- Quantifier les fuites de pollutions dans le milieu récepteur et les exfiltrations vers la nappe, prise dans l'impact des rejets ;
- Détecter les apports des eaux parasites ;
- Rechercher l'origine d'éventuelles pollutions toxiques d'origine industrielles, des graisses, et des métaux lourds ;
- Vérification de la présence de l' $H_2S$  aux débouchées des conduites de refoulement, car la libération de ce gaz provoque une oxydation et une fermentation de l' $H_2SO_4$  qui provoque à son tour une attaque des matériaux constituant les ouvrages d'assainissement.

Cette phase d'étude représente un pas très important, car elle nous apporte les renseignements nécessaires de tout ce qui concerne le fonctionnement des réseaux d'assainissement et des ouvrages annexes.

### II.3.4- Etude fonctionnelle des bassins versants élémentaires :

Elle consiste à délimiter les bassins élémentaires, sous bassins hydrologiques, et à déterminer les zones d'occupation des sols homogènes pour permettre :

- L'étude démographique, nombre d'habitants, d'emploi sur une zone ayant des caractéristiques physiques et socio-économiques homogènes ;
- Les consommations d'eau domestiques, des activités industrielles et commerciales ;
- La définition des coefficients de ruissellement ;
- La localisation des tronçons suspects, des points noirs, débordements ;
- La répartition des indications de la pollution.

Pour faire le découpage, on doit prendre en considération les paramètres suivants :

- Les routes et les voiries existantes ;
- La nature d'occupation du sol, pour avoir des coefficients de ruissellement proches que possible ;
- Les limite naturelles : les oueds, talweg, collines,... ;
- La densité des habitations.

### **II.3.5- Conception de la nouvelle structure d'assainissement:**

Cette phase comprend les dispositions de réhabilitation, de restrictions et d'extension. D'autres dispositions particulières sont à étudier, tel que les rétentions de pollution, les traitements spécifiques aux eaux pluviales déversées par le réseau unitaire.

### **II.3.6- Dysfonctionnement du réseau d'assainissement :**

Ce dysfonctionnement est une perturbation du service rendu, sans son arrêt, entraînant une désorganisation de l'un ou de plusieurs de son environnement.

Les facteurs de dégradations sont de deux types : externes à l'ouvrage, ou internes à celui-ci. Les facteurs externes comprennent tous les facteurs qui jouent un rôle dans l'apparition de perturbations géotechniques, les contraintes de surface, ainsi que celles qui interviennent dans la transmission de ces dernières à l'ouvrage : type de sol, qualité et fluctuation du niveau de la nappe, qualité de l'interface sol-ouvrage, type de voirie et de circulation en surface, profondeur de l'ouvrage.

Les facteurs internes de dégradation sont l'ensemble des données relatives à l'ouvrage pris hors de son contexte environnemental : géométrie, matériau et type de construction, période de construction, type d'effluent, fonctionnement (mise en charge ou non), etc.

### **II.3.7- La nature des désordres :**

Les enquêtes sur l'état réel des ouvrages permettent de diagnostiquer l'un des désordres suivants sur un réseau d'évacuation :

- Cavités, effondrement au droit des joints ;
- Manque d'étanchéité au droit des joints ;
- Fissures sur les canalisations, joints décalés, déboîtés ;
- Désalignement, contre-pentes, pentes insuffisantes ;
- Poinçonnement des regards sur les canalisations, cisaillement ;
- Branchements défectueux ;
- Dégradations dues à la présence de fluides corrosifs, d'émanations gazeuses par transformation des matières organiques entraînant des corrosions chimiques.

### **II.3.8- Conclusion et permanence du processus d'étude :**

L'étude de diagnostic permet de hiérarchiser les réparations du réseau existant de la zone étudiée, planifier un programme de réhabilitation, préparer en fonction des capacités de la collectivité un

programme de remise en conformité du système de collecte ainsi de prévoir la gestion du système d'assainissement afin de le maintenir en conformité.

### II.3.9- Les avantages du diagnostic :

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

- Mieux connaître le fonctionnement réel du réseau afin d'optimiser le fonctionnement du système ;
- Envisager les actions ultérieures sur le réseau (rénovation, entretien, méthodes de gestion...).

### II.4-Etat global du réseau d'assainissement existant :

Le réseau d'assainissement existant du chef-lieu de la commune de Tiberguent totalise un linéaire de 47.5 km. Il est doté d'un ancien réseau de type unitaire avec un schéma d'évacuation... ; mais ce réseau au fil du temps a subi plusieurs changements, c'est un réseau qui rejette les eaux collectées directement vers l'oued El Maleh sans épuration préalable.

#### &- Analyse de l'état physique et fonctionnelle du réseau :

Cette partie d'analyse nous permet de connaître :

- Etat actuel des collecteurs ;
- Etat actuel des regards ;
- Etat actuel des rejets ;
- Etat actuel des déversoirs d'orage.

#### II.4.1-Etat actuel des collecteurs :

Après une enquête sur le terrain et la collecte des données auprès des services concernés, le réseau d'assainissement du chef-lieu de la commune de Tiberguent se compose de quatre (04) collecteurs principaux.

Le système d'assainissement de la zone d'étude comporte des ouvrages comme le déversoir d'orage, le bassin de décantation par contre ne comporte pas de station de relevage ou station d'épuration.

Ce réseau est composé de collecteurs circulaires de diamètre variant de 300 à 1200 mm, sur une longueur totale du réseau de 17455 m.

**Tableau II-1** : Caractéristiques des canalisations du réseau d'assainissement

Diamètre des collecteurs (mm)	Longueur (m)
300	8640
400	2800
500	1560
600	2635
800	1610
1200	210

Source : DREW Mila

**➔ Caractéristiques du collecteur n° 1**
**Tableau II-2 : Caractéristiques du collecteur n° 1**

Collecteur	Tronçon		Forme	Diamètre (mm)	Matériau	Longueur (m)	Observation
<b>I</b>	A05	R06	Circulaire	500	Béton	63,70	ME
	R06	R05	Circulaire	500	Béton	22,60	ME
	R05	R04	Circulaire	500	Béton	24,30	ME
	R04	A07	Circulaire	500	Béton	45,05	ME
	A07	A08	Circulaire	500	Béton	47,70	ME
	A08	A09	Circulaire	500	Béton	46,85	ME
	A09	A10	Circulaire	500	Béton	38,85	ME
	A10	A11	Circulaire	500	Béton	45,05	ME
	A11	A12	Circulaire	500	Béton	49,80	ME
	A12	A13	Circulaire	500	Béton	55,95	ME
	A13	A20	Circulaire	500	Béton	35,85	ME
	A20	A29	Circulaire	500	Béton	15,30	ME
	A29	A33	Circulaire	500	Béton	26,90	ME
	A33	A34	Circulaire	500	Béton	32,90	ME
	A34	A35	Circulaire	500	Béton	42,85	ME

Source : DREW Mila

**➔ Caractéristiques du collecteur n° II**
**Tableau II-2 : Caractéristiques du collecteur n° II**

Collecteur	Tronçon		Forme	Diamètre (mm)	Matériau	Longueur (m)	Observation
<b>II</b>	R38	B01	Circulaire	300	Béton	37,75	ME
	B01	B02	Circulaire	300	Béton	60,40	ME
	B02	B03	Circulaire	300	Béton	42,35	ME
	B03	B04	Circulaire	300	Béton	46,15	ME
	B04	B05	Circulaire	300	Béton	31,15	ME
	B05	B13	Circulaire	300	Béton	41,70	ME
	B13	B14	Circulaire	300	Béton	48,85	ME
	B14	B15	Circulaire	300	Béton	36,65	ME
	B15	B28	Circulaire	300	Béton	49,35	ME
	B28	B29	Circulaire	300	Béton	39,50	ME
	B29	B30	Circulaire	300	Béton	28,25	ME
	B30	B34	Circulaire	300	Béton	25,00	ME
	B34	R50	Circulaire	400	Béton	55,65	ME
	R50	B38	Circulaire	400	Béton	26,65	ME
	B38	B45	Circulaire	400	Béton	32,50	ME
	B45	B57	Circulaire	400	Béton	57,30	ME
	B57	B58	Circulaire	400	Béton	36,00	ME
	B58	B63	Circulaire	400	Béton	21,90	ME
	B63	B68	Circulaire	400	Béton	58,30	ME
	B68	B69	Circulaire	400	Béton	43,25	ME
B69	B70	Circulaire	400	Béton	41,50	ME	
B70	C80	Circulaire	400	Béton	39,40	ME	

Source : DREW Mila

➔ **Caractéristiques du collecteur n° III****Tableau II-4** : Caractéristiques du collecteur n° III

Collecteur	Tronçon		Forme	Diamètre (mm)	Matériau	Longueur (m)	Observation
<b>III</b>	R16	B87	Circulaire	400	Béton	22,55	BE
	B87	C30	Circulaire	500	Béton	35,00	BE
	C30	C31	Circulaire	500	Béton	41,60	BE
	C31	C32	Circulaire	800	Béton	50,00	BE
	C32	C33	Circulaire	800	Béton	45,20	BE
	C33	C34	Circulaire	800	Béton	50,00	BE
	C34	C35	Circulaire	800	Béton	50,00	BE
	C35	C36	Circulaire	800	Béton	47,00	BE
	C36	R80	Circulaire	800	Béton	48,90	BE
	R80	C37	Circulaire	800	Béton	48,70	BE
	C37	C38	Circulaire	800	Béton	50,00	BE
	C38	R81	Circulaire	800	Béton	50,00	BE
	R81	C39	Circulaire	800	Béton	44,70	BE
	C39	C40	Circulaire	800	Béton	54,40	BE
	C40	R82	Circulaire	800	Béton	50,00	BE
	R82	C41	Circulaire	800	Béton	50,00	BE
	C41	C42	Circulaire	800	Béton	58,15	BE
	C42	C43	Circulaire	800	Béton	40,00	BE
	C43	C44	Circulaire	800	Béton	40,00	BE
C44	R83	Circulaire	800	Béton	49,40	BE	

Source : DREW Mila

➔ **Caractéristiques du collecteur n° IV****Tableau II-5 : Caractéristiques du collecteur n° IV**

Collecteur	Tronçon		Forme	Diamètre (mm)	Matériau	Longueur (m)	Observation
<b>IV</b>	A95	R73	Circulaire	300	Béton	42,50	ME
	R73	R64	Circulaire	300	Béton	50,45	ME
	R64	A97	Circulaire	300	Béton	43,50	ME
	A97	A98	Circulaire	300	Béton	30,80	ME
	A98	A99	Circulaire	300	Béton	29,45	ME
	A99	C63	Circulaire	300	Béton	58,75	ME
	C63	C64	Circulaire	600	Béton	51,00	BE
	C64	C65	Circulaire	600	Béton	44,65	BE
	C65	C66	Circulaire	600	Béton	50,00	BE
	C66	C67	Circulaire	600	Béton	43,85	BE
	C67	C68	Circulaire	600	Béton	27,40	BE
	C68	C69	Circulaire	600	Béton	50,00	BE
	C69	C70	Circulaire	600	Béton	50,00	BE
	C70	C71	Circulaire	600	Béton	29,80	BE
	C71	C72	Circulaire	600	Béton	29,80	BE
	C72	C73	Circulaire	600	Béton	31,25	BE
	C73	C74	Circulaire	600	Béton	40,00	BE
	C74	C75	Circulaire	600	Béton	40,00	BE
	C75	C76	Circulaire	600	Béton	16,70	BE
	C76	C77	Circulaire	600	Béton	34,45	ME
	C77	C78	Circulaire	600	Béton	35,00	ME
C78	C79	Circulaire	600	Béton	50,00	ME	
C79	C80	Circulaire	600	Béton	50,00	ME	
C80	C81	Circulaire	600	Béton	32,15	ME	
C81	C82	Circulaire	600	Béton	30,00	ME	

Source : DREW Mila

➔ **Caractéristiques des collecteurs secondaires et tertiaires****Tableau II-6** : Caractéristiques des collecteurs secondaires et tertiaires I

Collecteur	Tronçon		Forme	Diamètre (mm)	Matériau	Longueur (m)	Observation
I-1	A01	R03	Circulaire	400	Béton	33,85	ME
	A01	A02	Circulaire	400	Béton	46,55	ME
	A02	R04	Circulaire	400	Béton	46,3	ME
I-2	A03	R09	Circulaire	600	Béton	43,8	BE
	R09	A04	Circulaire	600	Béton	52,35	BE
	A04	R07	Circulaire	600	Béton	47	BE
	R07	A05	Circulaire	600	Béton	45,65	BE
I-3	R08	A06	Circulaire	300	Béton	39,25	ME
	A06	A05	Circulaire	300	Béton	40,5	ME
I-4	A32	A31	Circulaire	300	Béton	75,55	ME
I-5	A30	A31	Circulaire	300	Béton	54,75	ME
	A31	A16	Circulaire	300	Béton	38,85	ME
I-6	A14	A15	Circulaire	300	Béton	52,3	ME
	A15	A16	Circulaire	300	Béton	27,25	ME
	A16	A20	Circulaire	300	Béton	14,7	ME
I-7	A17	A18	Circulaire	300	Béton	32,8	ME
	A18	A19	Circulaire	300	Béton	29,35	ME
	A19	A20	Circulaire	300	Béton	32,75	ME
I-8	A21	A22	Circulaire	300	Béton	43,35	ME
	A22	A24	Circulaire	300	Béton	43,35	ME
I-9	A23	A24	Circulaire	300	Béton	37,45	ME
	A24	A25	Circulaire	300	Béton	38,9	ME
	A25	A26	Circulaire	300	Béton	27,65	ME
	A26	A27	Circulaire	300	Béton	33,95	ME
	A27	A28	Circulaire	300	Béton	18,75	ME
	A28	A29	Circulaire	300	Béton	50,65	ME

I-10	A37	R36	Circulaire	300	Béton	42,25	ME
I-11	A36	R37	Circulaire	300	Béton	30,4	ME
	R37	R36	Circulaire	300	Béton	45,5	ME
	R36	A35	Circulaire	300	Béton	63,75	ME
	A35	A38	Circulaire	500	PVC	21,45	ME
I-12	A39	A40	Circulaire	300	Béton	42,2	ME
	A40	A47	Circulaire	300	Béton	49,85	ME
I-13	A41	A42	Circulaire	300	Béton	43,15	ME
	A42	A45	Circulaire	300	Béton	48,95	ME
I-14	A43	A44	Circulaire	300	Béton	41,25	ME
	A44	A45	Circulaire	300	Béton	46,55	ME
	A45	A46	Circulaire	300	Béton	29,75	ME
	A46	A47	Circulaire	300	Béton	46,2	ME
	A47	A38	Circulaire	300	Béton	53,95	ME
I-15	A48	A49	Circulaire	300	Béton	50,4	ME
	A49	A50	Circulaire	300	Béton	38,4	ME
	A50	A51	Circulaire	300	Béton	33,05	ME
	A51	A52	Circulaire	300	Béton	28,7	ME
	A52	A53	Circulaire	300	Béton	23,4	ME
I-16	A54	A55	Circulaire	300	Béton	28,25	ME
	A55	A56	Circulaire	300	Béton	25,9	ME
I-17	A57	A58	Circulaire	300	Béton	59,9	ME
	A58	A61	Circulaire	300	Béton	32,75	ME
I-18	A59	A60	Circulaire	300	Béton	24,7	ME
	A60	A61	Circulaire	300	Béton	30,75	ME
I-19	A63	A64	Circulaire	300	Béton	44,35	ME
	A64	A65	Circulaire	300	Béton	32,95	ME
I-20	A61	A62	Circulaire	300	Béton	23,6	ME
	A62	A65	Circulaire	300	Béton	20,2	ME

	A65	A66	Circulaire	300	Béton	38,45	ME
I-21	A67	A68	Circulaire	315	PVC	48,55	ME
I-22	A69	A70	Circulaire	300	Béton	47,4	ME
	A70	A71	Circulaire	300	Béton	43,9	ME
	A71	A72	Circulaire	300	Béton	49,1	ME
	A72	R18	Circulaire	300	Béton	40,45	ME
	R18	A73	Circulaire	300	Béton	49,5	ME
	A73	A74	Circulaire	300	Béton	25,75	ME
	A74	A79	Circulaire	300	Béton	70,55	ME
I-23	A75	A74	Circulaire	315	PVC	16,95	ME
I-24	A76	A78	Circulaire	315	PVC	57,1	ME
I-25	A77	A78	Circulaire	315	PVC	21,05	ME
	A78	A79	Circulaire	315	PVC	20,8	ME
	A79	A80	Circulaire	315	PVC	19,1	ME
	A80	A81	Circulaire	315	PVC	72,2	ME
I-26	A38	A53	Circulaire	600	Béton	38,05	ME
	A53	A56	Circulaire	600	Béton	75,65	ME
	A56	A66	Circulaire	600	Béton	69,65	ME
	A66	A68	Circulaire	600	Béton	30,35	ME
	A68	A81	Circulaire	600	Béton	25,3	ME
	A81	A82	Circulaire	600	Béton	42,25	ME
	A82	A83	Circulaire	600	Béton	49,85	ME
	A83	A84	Circulaire	600	Béton	53,45	ME
	A84	C51	Circulaire	600	Béton	45	ME
	C51	C52	Circulaire	600	Béton	45	ME
	C52	C53	Circulaire	600	Béton	45	ME
	C53	C54	Circulaire	600	Béton	55,55	ME
	C54	C55	Circulaire	600	Béton	50,45	ME
I-27	A86	A87	Circulaire	300	Béton	39,5	ME
	A87	A88	Circulaire	300	Béton	46,15	ME
	A88	A89	Circulaire	300	Béton	22,3	ME
	A89	A93	Circulaire	300	Béton	25,35	ME

I-28	R57	A90	Circulaire	300	Béton	40,25	ME
	A90	A93	Circulaire	300	Béton	40,8	ME
	A92	A91	Circulaire	300	Béton	39,25	ME
	A91	A84	Circulaire	300	Béton	66,35	ME

Source : DREW Mila

**Tableau I-7 : Caractéristiques des collecteurs secondaires et tertiaires II**

Collecteur	Tronçon		Forme	Diamètre (mm)	Matériau	Longueur (m)	Observation
II-1	B06	B07	Circulaire	300	Béton	23,15	ME
	B07	B08	Circulaire	300	Béton	63,55	ME
	B08	B09	Circulaire	300	Béton	8,00	ME
	B09	B10	Circulaire	300	Béton	42,65	ME
	B10	B11	Circulaire	300	Béton	44,15	ME
	B11	B12	Circulaire	300	Béton	24,60	ME
	B12	B05	Circulaire	300	Béton	24,50	ME
II-2	R74	B08	Circulaire	300	Béton	34,40	ME
II-3	B07	B09	Circulaire	300	Béton	23,50	ME
II-4	R71	R70	Circulaire	300	Béton	29,15	ME
	R70	R75	Circulaire	300	Béton	66,40	ME
	R75	B19	Circulaire	300	Béton	53,05	ME
	B19	B18	Circulaire	300	Béton	33,60	ME
II-5	R76	R67	Circulaire	300	Béton	49,75	ME
II-6	R65	R67	Circulaire	300	Béton	63,20	ME
	R67	B16	Circulaire	300	Béton	39,40	ME
	B16	B17	Circulaire	300	Béton	21,40	ME
	B17	B18	Circulaire	300	Béton	52,95	ME
	B18	R68	Circulaire	300	Béton	41,50	ME
II-7	R69	R68	Circulaire	300	Béton	15,50	ME

II-8	R68	B20	Circulaire	400	Béton	28,35	ME
	B20	B21	Circulaire	400	Béton	27,80	ME
	B21	B22	Circulaire	400	Béton	26,50	ME
	B22	B24	Circulaire	400	Béton	33,65	ME
II-9	B23	B24	Circulaire	300	Béton	50,00	ME
	B24	B15	Circulaire	300	Béton	55,35	ME
II-10	B25	B26	Circulaire	300	Béton	40,85	ME
	B26	B27	Circulaire	300	Béton	50,40	ME
	B27	B28	Circulaire	300	Béton	31,95	ME
II-11	B31	B32	Circulaire	300	Béton	40,80	ME
	B32	B33	Circulaire	300	Béton	42,90	ME
	B33	B34	Circulaire	300	Béton	27,25	ME
II-12	R53	B35	Circulaire	300	Béton	44,30	ME
	B35	B36	Circulaire	300	Béton	30,00	ME
	B36	R52	Circulaire	300	Béton	49,35	ME
	R52	R51	Circulaire	300	Béton	9,30	ME
	R51	B37	Circulaire	300	Béton	25,55	ME
	B37	R50	Circulaire	300	Béton	41,55	ME
II-13	R55	B39	Circulaire	300	Béton	21,30	ME
	B39	B40	Circulaire	300	Béton	43,20	ME
	B40	B41	Circulaire	300	Béton	48,55	ME
	B41	B42	Circulaire	300	Béton	35,10	ME
	B42	B43	Circulaire	300	Béton	43,60	ME
	B43	B44	Circulaire	300	Béton	34,00	ME
	B44	B45	Circulaire	300	Béton	64,60	ME
II-14	B46	B47	Circulaire	300	Béton	47,25	ME
	B47	B48	Circulaire	300	Béton	67,75	ME
	B48	B54	Circulaire	300	Béton	19,55	ME
	B54	B49	Circulaire	300	Béton	47,30	ME
	B49	B50	Circulaire	300	Béton	50,30	ME
	B50	B51	Circulaire	300	Béton	54,40	ME
	B51	B52	Circulaire	300	Béton	49,40	ME
	B52	B53	Circulaire	300	Béton	33,00	ME
	B53	R58	Circulaire	300	Béton	42,00	ME
	R58	B55	Circulaire	400	Béton	44,50	ME
	B55	B56	Circulaire	400	Béton	33,30	ME

	B56	B57	Circulaire	400	Béton	29,15	ME
II-15	B54	R58	Circulaire	300	Béton	30,60	ME
II-16	B59	B60	Circulaire	300	Béton	58,35	ME
	B60	R56	Circulaire	300	Béton	54,00	ME
	R56	B61	Circulaire	300	Béton	43,00	ME
	B61	B62	Circulaire	300	Béton	47,75	ME
	B62	B63	Circulaire	300	Béton	34,65	ME
II-17	B64	B65	Circulaire	300	Béton	50,35	ME
	B65	B67	Circulaire	300	Béton	69,00	ME
	B67	B68	Circulaire	300	Béton	86,30	ME

Source : DREW Mila

**Tableau I-8 : Caractéristiques des collecteurs secondaires et tertiaires III**

Collecteur	Tronçon		Forme	Diamètre (mm)	Matériau	Longueur (m)	Observation
III-1	R10	R11	Circulaire	300	Béton	53,95	ME
III-2	R12	R11	Circulaire	300	Béton	56,30	ME
III-3	B78	R13	Circulaire	300	Béton	38,40	ME
III-4	R11	R13	Circulaire	500	Béton	26,95	ME
	R13	B79	Circulaire	500	Béton	26,95	ME
	B79	B80	Circulaire	500	Béton	47,65	ME
	B80	B83	Circulaire	500	Béton	52,95	ME
	B83	B84	Circulaire	500	Béton	62,90	ME
	B84	R16	Circulaire	500	Béton	61,50	ME
III-5	B81	B82	Circulaire	300	Béton	43,60	ME
	B82	B83	Circulaire	300	Béton	40,55	ME
III-6	B85	R15	Circulaire	300	Béton	46,15	ME
	R15	B87	Circulaire	300	Béton	44,70	ME
III-7	R29	B88	Circulaire	200	Béton	63,85	ME
	B88	B89	Circulaire	400	Béton	54,50	ME

	B89	R31	Circulaire	400	Béton	37,05	ME
	R31	B90	Circulaire	500	Béton	61,90	ME
	B90	B91	Circulaire	500	Béton	53,70	ME
	B91	B92	Circulaire	500	Béton	56,95	ME
	B92	C21	Circulaire	500	Béton	32,80	ME
III-8	R30	R31	Circulaire	300		78,40	ME
III-9	C22	C23	Circulaire	300	Béton	70,55	ME
	C23	C24	Circulaire	300	Béton	56,70	ME
	C24	R35	Circulaire	300	Béton	34,25	ME
	R35	R34	Circulaire	300	Béton	34,30	ME
III-10	R32	R33	Circulaire	300	Béton	66,80	ME
	R33	R34	Circulaire	300	Béton	55,75	ME
	R34	C25	Circulaire	300	Béton	49,70	ME
	C25	C26	Circulaire	300	Béton	44,15	ME
III-11	B93	B95	Circulaire	300	Béton	80,80	ME
III-12	B94	B95	Circulaire	400	Béton	63,90	ME
	B95	B96	Circulaire	400	Béton	43,80	ME
	B96	B97	Circulaire	400	Béton	32,55	ME
	B97	R27	Circulaire	400	Béton	29,45	ME
	R27	R28	Circulaire	400	Béton	47,15	ME
	R28	B99	Circulaire	400	Béton	46,15	ME
	B99	C01	Circulaire	400	Béton	45,65	ME
	C01	C02	Circulaire	400	Béton	45,35	ME
	C02	C03	Circulaire	400	Béton	41,35	ME
	C03	C04	Circulaire	400	Béton	51,00	ME
C04	R20	Circulaire	400	Béton	46,35	ME	
III-13	B98	R27	Circulaire	400	Béton	80,70	ME
III-14	R24	B99	Circulaire	300	Béton	77,75	ME
III-15	C05	R17	Circulaire	300	Béton	39,00	ME
	R17	R26	Circulaire	300	Béton	36,40	ME

III-16	C06	C07	Circulaire	300	Béton	43,25	ME
	C07	R23	Circulaire	300	Béton	45,00	ME
III-17	C09	C10	Circulaire	400	Béton	37,35	ME
	C10	R22	Circulaire	400	Béton	47,45	ME
III-18	C12	C13	Circulaire	39,00	Béton	400	ME
	C13	R21	Circulaire	47,90	Béton	400	ME
III-19	R26	R25	Circulaire	400	Béton	35,85	ME
	R25	R23	Circulaire	400	Béton	56,10	ME
	R23	C08	Circulaire	500	Béton	38,15	ME
	C08	R22	Circulaire	500	Béton	53,75	ME
	R22	C11	Circulaire	500	Béton	40,80	ME
	C11	R21	Circulaire	500	Béton	49,65	ME
	R21	R19	Circulaire	500	Béton	50,55	ME
III-20	C14	C15	Circulaire	600	Béton	41,50	BE
	C15	R19	Circulaire	600	Béton	48,05	BE
	R19	C16	Circulaire	800	Béton	41,80	BE
	C16	R20	Circulaire	800	Béton	52,05	BE
	R20	C17	Circulaire	800	Béton	32,50	BE
	C17	C20	Circulaire	800	Béton	48,35	BE
III-21	C18	C19	Circulaire	300	Béton	60,90	ME
	C19	C20	Circulaire	300	Béton	63,15	ME
	C20	C21	Circulaire	800	Béton	33,60	BE
	C21	C26	Circulaire	800	Béton	51,75	BE
	C26	R81	Circulaire	800	Béton	42,30	BE

Source : DREW Mila

**Tableau II-9 : Caractéristiques des collecteurs secondaires et tertiaires IV**

Collecteur	Tronçon		Forme	Diamètre (mm)	Matériau	Longueur (m)	Observation
IV- 1	D01	R19	Circulaire	300	Béton	47,05	ME
	R19	R61	Circulaire	300	Béton	50,90	ME
	R61	D03	Circulaire	300	Béton	63,75	ME
	D03	D04	Circulaire	300	Béton	30,00	ME
	D04	D10	Circulaire	300	Béton	39,80	ME
IV- 2	D02	R19	Circulaire	300	Béton	33,30	ME
IV- 3	R59	D03	Circulaire	300	Béton	43,50	ME
IV- 4	D05	D06	Circulaire	300	Béton	39,30	ME
	D06	D07	Circulaire	300	Béton	31,90	ME
	D07	D08	Circulaire	300	Béton	27,20	ME
	D08	D09	Circulaire	300	Béton	41,30	ME
	D09	D10	Circulaire	300	Béton	43,90	ME
	D10	D11	Circulaire	300	Béton	55,70	ME
	D11	D12	Circulaire	300	Béton	39,10	ME
	D12	C67	Circulaire	300	Béton	30,90	ME
IV- 5	R72	R64	Circulaire	300	Béton	41,15	ME
IV- 6	R66	A96	Circulaire	300	Béton	21,70	ME
	A96	A97	Circulaire	300	Béton	23,30	ME
IV- 7	R63	A99	Circulaire	300	Béton	41,15	ME
IV- 8	B71	B72	Circulaire	300	Béton	18,00	ME
	B72	B74	Circulaire	300	Béton	46,70	ME
	B74	B76	Circulaire	300	Béton	50,00	ME
	B76	C75	Circulaire	300	Béton	35,00	ME
IV- 9	B73	B74	Circulaire	300	Béton	24,60	ME
IV- 10	B75	B76	Circulaire	300	Béton	37,40	ME

Source : DREW Mila

### &- Nomenclature

- ME : mauvais état ;
- BE : bon état.

### II.4.2- Etat actuel des regards :

Pour l'état des regards du réseau d'assainissement de la zone d'étude (Tiberguent), on a constaté :

- Renferme dans sa totalité 336 regards, dont la plus part sont en fonte ;
- Les regards ont une forme circulaire ;
- La profondeur varie de 0.5 m à 2.70 m ;
- L'espacement entre les regards est de l'ordre de 8 m à 86 m.

Après le suivi du tracé des collecteurs, plusieurs constatations ont été faites, à savoir :

- Plusieurs regards sont sans couverture, ni dalle ni tampon (risque d'obtention et dangers divers) ;
- Des regards sont non identifiés ;
- L'absence d'échelle pour les regards un peu profonds ;
- Plusieurs regards sont pleins de déchets, de sable, ... ;
- L'existence de l'envasement dans plusieurs regards.

Alors, la majorité des regards sont en état lamentable, ceci est dû au manque de l'entretien et de maintenance, et la négligence exorbitante dans le domaine de la gestion a rendu des regards dans un état non identifié et couvert par la chaussée.



**Figure II-1** : Regard n° 87 contient un peu de terre, sans échelle et sans tampon (diamètre d'entrée et de sortie est 600 mm et de profondeur de 2.7 m). (Source DRE Mila 2016).



**Figure II-2** : Regard n° 16 plein de déchets et sans échelle (diamètre entré de 300 mm et de diamètre de sortie de 400 mm, de profondeur de 2.5 m).  
(Source DRE Mila 2016).



**Figure II-3 :** Regard n°14 contient peu de terre, de déchet et sans tampon (diamètre d'entrée et de sortie est de 500 mm, profondeur de 1.5 m).  
(Source DRE Mila 2016).



**Figure II-4 :** Regard n° 05 contient un peu de terre avec une échelle (diamètre d'entrée et de sortie est 500 mm, de profondeur de 2.1 m).  
(Source DRE Mila 2016).



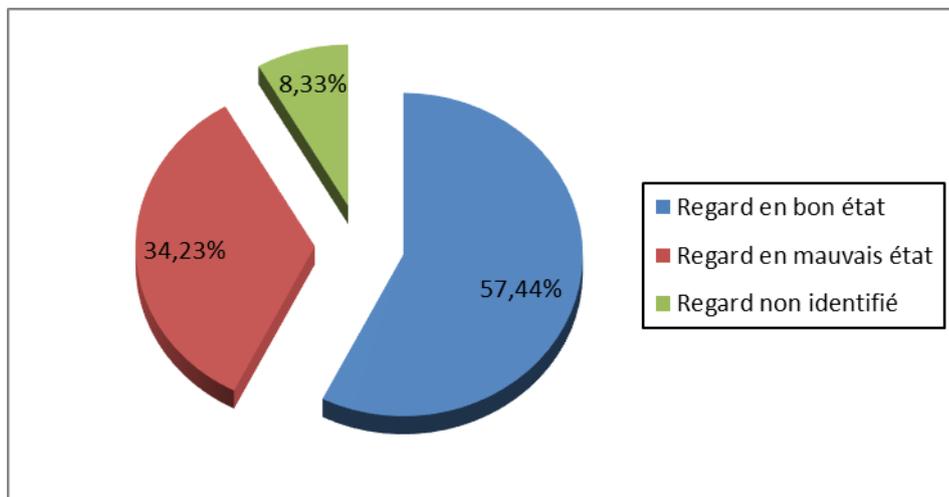
**Figure II-5 :** Regard n°25 contient un peu de terre et envasement 0.2 m, (diamètre d'entrée de 500 mm et de diamètre de sortie de 500 mm, de profondeur de 2.00 m).  
(Source DRE Mila 2016).

**Tableau I-10:** Etat des regards

Nombre et état des regards				
Collecteur principal	Nombre des regards	Bon état	Mauvais état	Non identifié
I	106	66	34	6
II	89	50	30	9
III	50	25	20	5
IV	91	52	31	8

**Tableau I-11:** Nombre des regards selon l'état et l'identification

L'état	Nombre selon l'état	Nombre selon l'identification
Regard en bon état	193	308
Regard en mauvais état	115	
Regard non identifié	28	28
total	336	336



**Figure II-6 :** Etat des regards

#### II.4.3-Etat actuel des rejets :

Le réseau d'assainissement de chef-lieu de la commune de Tiberguent comporte deux points de rejets sur l'oued El Maleh. Ils se font directement dans le bassin de décantation par temps sec avec une partie qui sont déversé vers l'oued El Maleh par temps de pluie.



**Figure II-7 :** Ouvrage de rejet (à ciel ouvert), en mauvais état (source DREW Mila 2016).

#### **II.4.4- Etat actuel des déversoirs d'orage :**

IL existe un seul déversoir d'orage à seuil déversant du type latéral. Le rôle prévu de ce déversoir d'orage est de décharger la partie aval de trois collecteurs tout en déversant les pointes des crues dans l'oued El Maleh.

Actuellement ce déversoir d'orage ne remplit pas ses fonctions et cela est dû à l'accumulation des débris solides et végétaux à l'amont du seuil. Il est devenu inidentifiable ce qui confirme l'absence totale de l'entretien.

#### **II.5- Constatations :**

Après avoir terminé l'analyse des données disponibles sur le réseau d'assainissement du chef-lieu de la commune de Tiberguent, les conclusions suivantes peuvent être tirées :

- ✚ Comme la zone d'étude est résidentielle et rurale, il n'y a pas le risque des pollutions toxiques d'origine industrielles,
- ✚ Le problème des regards non identifiés empêche le suivi d'état des collecteurs ;
- ✚ Le problème des regards qui sont sans couverture ni tampon ni dalle,
- ✚ Le problème des regards qui ne sont pas munis d'échelle et qui sont profonds,
- ✚ Le problème des regards envasés,
- ✚ Plusieurs regards sont en état dégradés, bouchés et endommagés ce qui provoque l'écoulement des eaux usées à ciel ouvert,
- ✚ L'absence de l'assainissement des certains maisons malgré le développement urbanisme en futur,
- ✚ L'absence de l'entretien et la maintenance périodique des éléments du réseau d'égout,
- ✚ Rejet à ciel ouvert ce qui provoque la pollution ;
- ✚ Incapacité des quelques tronçons pour évacuer tous les débits apportés (sont en charge).

## **II.6- Recommandations :**

Pour remédier aux problèmes cités précédemment, plusieurs solutions sont envisageables parmi lesquelles on peut citer :

- Planifier des programmes de curage et d'entretien périodiques afin d'assurer le bon fonctionnement du réseau ;
- Couvrir les regards non couverts par des tampons pour éviter les divers dangers, et faire apparaître ceux qui sont sous bitume ;
- Réhabiliter les collecteurs endommagés ;
- Pour les éléments du réseau d'assainissement, nous avons mis des regards de chute utilisés dans quelques points de pente très importantes ;
- Redimensionner quelques tronçons ;
- Remplacer le matériau des collecteurs en état dégradé (en béton armé) par le matériau PVC ;
- Eliminer les rejets en ciel ouvert le maximum pour éviter la pollution ;
- Education et sensibilisation des habitants en matière d'assainissement ;
- On propose de faire une station d'épuration.

## **Conclusion :**

L'étude diagnostique est un bon moyen de repérage du réseau d'assainissement, elle nous permet au premier-lieu de connaître l'état actuel du réseau (structurel et fonctionnel) afin d'identifier leurs dysfonctionnements, ces anomalies en vue de les remédier et les restructurer et faire améliorer le fonctionnement en proposant des solutions efficaces et techniques.

Comme conclusion de notre diagnostic physique et hydraulique :

En raison de l'incapacité des certains tronçons et pour éviter le risque de débordement, l'altération des éléments constitutifs du réseau et la contamination de l'environnement, on est obligé de changer les canalisations en charge et ce qui endommagées ainsi que les regards en mauvais état.

# **Chapitre III :**

**Etude hydrologique**

## Introduction :

D'une façon générale, l'hydrologie est la science qui étudie l'hydrosphère. Elle mène à l'étude des cycles de l'eau, dont les processus comprennent les précipitations, l'infiltration, le stockage, la redistribution, le ruissellement, le drainage, l'évaporation et la transpiration.

L'hydrologie au sens large regroupe : l'hydrométéorologie, l'hydrologie de surface (ou des sols), les études de bassin de drainage, de gestion et de qualité de l'eau, là où l'eau joue un rôle central.

Dans le domaine de l'assainissement, l'étude hydrologique est une phase inévitable dont le but principal de cette étude est de déterminer l'intensité moyenne maximale d'après l'étude des averses qui revêt une importance capitale en hydrologie dont l'intérêt est d'évaluer la quantité des eaux pluviales pour un bassin versant donné.

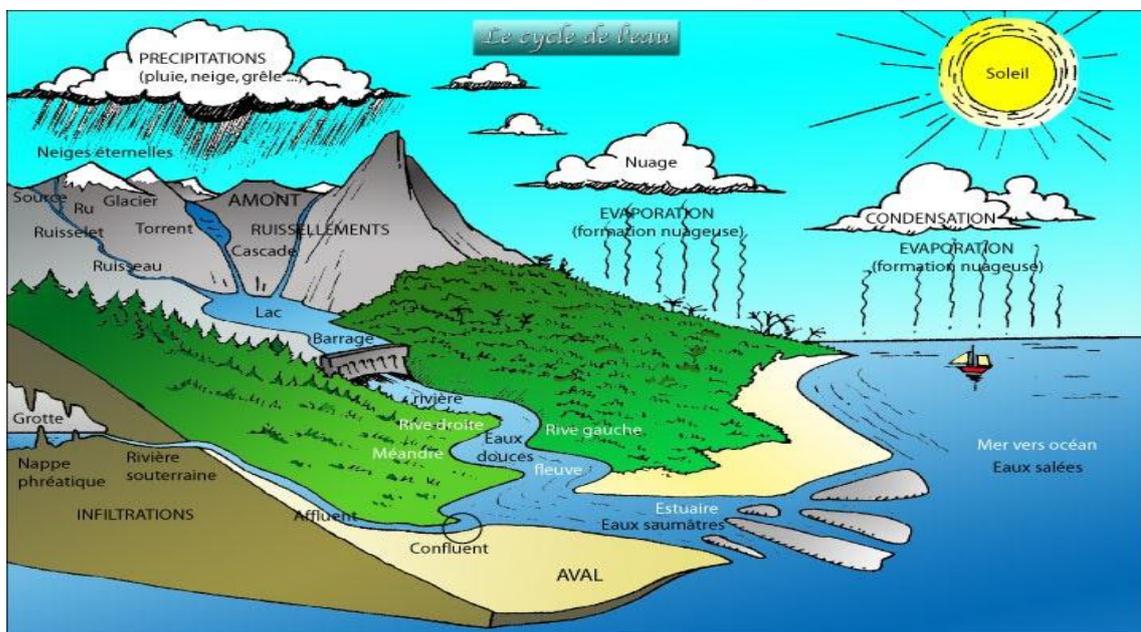


Figure III-1 : Le cycle de l'eau

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

### III.1- Définitions :

#### III.1.1- Les petites pluies :

Sont les précipitations comprises entre les bruines (hauteur d'eau très faible ne provoquant pas de ruissellement) et les averses orageuses. Les petites pluies : se définissent également selon la directive européenne de 21 mai 1991, par les eaux résiduaires urbaines, en l'occurrence les eaux de ruissellement mélangées aux eaux usées, sauf la pluie forte, dans la limite des contraintes économiques de traitement.

### III.1.2- Notion d'une averse :

Une averse est un ensemble de pluies associées à une même perturbation météorologique bien définie. Elle est subite et abondante. La durée de ce phénomène varie entre quelques minutes et plusieurs dizaines d'heures.

Les averses sont ressenties différemment en raison de leur soudaineté, leur intensité parfois très forte et leur caractère très éphémère.

Aussi, on distingue :

- Les pluies-cycloniques que l'on observe partout en France, plus rarement dans les régions méditerranéennes et qui sont en général plus violentes, de longue durée et ne sont pas celles qui conditionnent le dimensionnement d'un réseau, mais concernent son fonctionnement.
- Les orages qui sont des perturbations locales spontanées convectives, de fortes intensités, de faible durée et qui concernent une superficie limitée avec un épicycle et une décroissance spatiale de la précipitation.

Les éléments averses considérés dans les études se caractérisent soit par :

- Une hauteur d'eau importante.
- Une forte intensité par unité de temps.
- Un épicycle orageux, un déplacement du foyer et une diffusion dans l'espace.
- Une transformation pluie brute/pluie nette généralement le débit
- Une érosion ou un apport de pollution liée au ruissellement.

La mesure de ces averses est effectuée à l'aide des appareils suivants :

- Les pluviométriques qui relèvent les hauteurs d'eau tombées en 24 heures.
- Les pluviographes qui enregistrent la hauteur d'eau d'éléments d'averses à intervalle donné toutes les cinq ou six ou dix minutes.

Ces appareils effectuent des séries de mesures bien adaptées aux études hydrologie urbaine.

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

### III.2- Le choix du période de retour :

Elle est définie comme étant le temps que met une averse d'une intensité donnée pour se manifester. C'est une notion très importante pour caractériser les risques naturels comme la crue ou l'inondation, la tempête, l'orage.

Une pluie de période de retour de 10 ans est une pluie qui peut se manifester une fois tous les 10 ans. Pour les projets d'assainissement, nous optons généralement pour une pluie décennale. Le choix de la période de retour est le résultat d'un compromis entre le coût du réseau d'égout, l'entretien et la protection de ce dernier contre les risques auxquels il est exposé et ceux qu'il risque de provoquer en cas d'insuffisance.

Dans le domaine d'Assainissement, le choix de la période de retour se fait à partir des situations générales ou particulières, de degrés de protection ou de compromis dont l'évaluation appartient

aux responsables locaux. Il est en effet préférable d'obtenir sur l'ensemble d'un réseau un degré de protection, par exemple  $T=5$ ans, plutôt que de réaliser des extensions de fréquence décennale, sachant que les collecteurs en aval seront insuffisants.

En Algérie, nous optons généralement pour une période de retour décennale ( $T=10$  ans).

### III.3- La notion de bassin versant :

La définition : bassin versant ou bassin d'alimentation au droit d'une section de mesure, représente en principe, l'unité géographique sur laquelle se base l'analyse du cycle hydrologique et de ses effets :

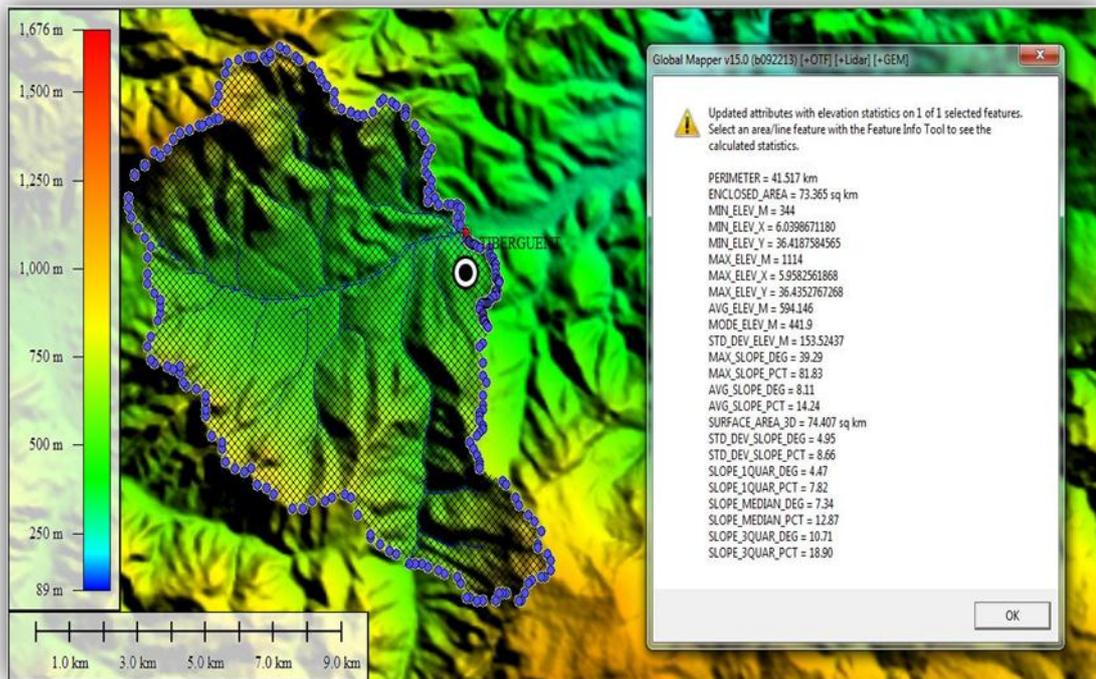


Figure III-2 : Caractéristiques du bassin versant de Tiberguent

#### Description du bassin versant :

La zone d'étude (Tiberguent) se situe dans un bassin versant qui est caractérisé par :

##### 1- Surface :

La superficie d'un bassin versant est la première et la plus importante des caractéristiques. Elle est la base de tous les calculs hydrologiques. Après délimitation du bassin versant par la ligne de partage des eaux et avec une superficie planimétrique de  $73,30 \text{ km}^2$ , on distingue 02 sous bassins contrôlés par des stations hydrométriques.

$$S = 73,30 \text{ Km}^2$$

##### 2- Périmètre du bassin versant :

L'exactitude du périmètre P du bassin versant dépend de l'échelle de la carte, plus ce dernier est

bien marqué, plus la délimitation est bien nette et plus le calcul des divers paramètres sont précis. Le périmètre est déterminé par curvimètre en parcourant les limites du bassin versant.

$$P = 75 \text{ Km}$$

**3- la forme :**

La forme d'un bassin versant influence sur l'écoulement et sur l'allure de l'hydrogramme decrue à l'exutoire du bassin versant. Il existe différents indices morphologiques permettant de caractériser la forme, mais aussi de comparer les bassins versant entre eux. Citons à titre d'exemple l'indice de compacité de Gravelius (1914)  $K_c$ , définit comme le rapport du périmètre du cercle ayant la même surface :

L'indice de compacité  $K_c$  nous renseigne sur la forme du bassin versant, il est déterminé par la formule ci-après :

$$K_c = \frac{P}{2\sqrt{\pi S}} = 0,28 \frac{P}{\sqrt{S}} \dots\dots\dots (III-1)$$

Avec :

- $K_c$ : Indice de compacité de Gravelius.
- $S$  : Surface du bassin versant (km<sup>2</sup>).
- $P$  : Périmètre du bassin (km).

$$K_c = 1,63$$

**4- Rectangle équivalent :**

Le bassin versant est assimilé à un rectangle, la notion du rectangle équivalent permet de comparer facilement des bassins versants entre eux, en ce qui concerne l'influence de leur caractéristique sur l'écoulement. Le bassin rectangulaire résulte d'une transformation géométrique du bassin réel dans laquelle on conserve la même superficie, le même périmètre (ou le même indice de compacité), et donc par conséquent la même répartition hypsométrique. Les courbes de niveau deviennent des droites parallèles aux petits côtés du rectangle. Si L et l respectivement la longueur et la largeur du rectangle équivalent, alors :

$$P=2(L+l) \dots\dots\dots (III-2)$$

$$S= (L \times l) \dots\dots\dots (III-3)$$

$$\text{Et } K_c = 0,28 \frac{P}{\sqrt{S}} \dots\dots\dots (III-4)$$

En combinant ces trois relations, on obtient :

Si  $K_c > 1,12$  :

$$L, l = K_c \cdot \frac{\sqrt{S}}{1,12} \left[ 1 \pm \sqrt{1 - \left( \frac{1,12}{K_c} \right)^2} \right] \dots\dots\dots (III-5)$$

$$l = 3,407 \text{ Km}$$

$$L = 21,51 \text{ Km}$$

Avec :

- L : longueur du rectangle équivalent,
- l : largeur du rectangle équivalent,
- $K_c$  : l'indice de compacité de Gravelius,
- S : surface du bassin versant ( $\text{km}^2$ ).

**Tableau III-1 : Le récapitulatif des résultats**

Caractéristiques	Symboles	Unités	Valeurs
Superficie	S	$\text{Km}^2$	73,30
Périmètre	P	Km	41,52
Indice de compacité	C	/	1,63
Longueur du rectangle équivalent	L	Km	21,51
Largeur du rectangle équivalent	L	Km	3,407
Altitudes caractéristiques	$H_{5\%}$	m	344
	$H_{50\%}$	m	594
	$H_{95\%}$	m	1114
Longueur de talweg principale	$L_p$	Km	11.3
Dénivelé utile	Du	m	55
Indice de pente globale	$I_g$	m/Km	2,14
Dénivelé spécifique	$D_s$	m	21,78
Temps de concentration	$T_c$	Heure	07,36

#### III.4- Intensité moyenne de précipitation :

L'estimation de l'intensité moyenne maximale est obligatoire pour tout projet d'assainissement. L'intensité moyenne maximale c'est la lame d'eau précipitée (mm) rapportée à un intervalle de référence Dt (h). Elle est exprimée en mm/h, Cette intensité s'exprime par unité de temps, généralement en mm/h.

Avant de mettre toutes les données pluviométriques nous procédons au calcul de l'intensité moyenne de précipitation pour une durée «T» et une fréquence «F», soit :

$$i_m = \frac{\Delta h}{\Delta t} \dots\dots\dots (III-6)$$

Avec :

- $i_m$  : intensité moyenne en mm/h.
- $\Delta h$  : hauteur de pluie tombée pendant la durée.

Pour le calcul de l'intensité, on doit :

- Analyser les données pluviométriques et faire le choix du type de la loi à laquelle il faut ajuster nos résultats.

- Calculer les paramètres de la loi choisie et vérifier son adéquation.
- Calculer la valeur de l'intensité moyenne de précipitation.

### III.4.1- Analyse des données pluviométriques :

Généralement le premier pas à franchir dans l'étude d'un projet d'assainissement, c'est l'analyse des données disponibles. Cette analyse est basée sur les relevés pluviométriques effectués dans une station sur surface topographique considérée. La station de Hamma Bouziane est prise comme station de référence, son identification est présentée dans le tableau :

**Tableau III-2 :** Identification de la station pluviométrique de Hamma Bouziane

Code de la station	Station	Période d'observation	Nombre des années	Coordonnées de la station
<b>100603</b>	Hamma Bouziane	1969-2015	46	X (km) : 848.5
				Y (km) : 352.8
				Z (m) : 460

Source : ANRH Alger

#### III.4.1.1-Analyse des données statistiques :

Pour cette station, on dispose d'une série de données comportant les totaux des précipitations mensuelles et les maxima journaliers pour 46 années d'observation. Les valeurs de cette série sont reportées dans le tableau.

Les précipitations mensuelles et les maxima journaliers pour 46 années d'observation sont représentés dans le tableau suivant :

**Tableau III-3 : Précipitation mensuelles et les maxima journaliers pour 46 années d'observation**

Année	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	PJ max (mm)
1970	2,2	16,6	0,9	10	39,5	37,9	20,6	13,9	26,7	0	0	0	39,5
1971	44,1	24,3	10,3	11	42,8	10,3	27,5	16,8	32,5	8,6	0,9	0	44,1
1972	33,2	26,9	1,6	23,2	53	8,3	19,7	15,3	0,6	24,8	3,7	1,8	53
1973	27	20,3	3	14,7	8,8	16,9	21,1	21,7	14,4	2	9,7	1,9	27
1974	18	16,7	9,2	7,3	8,1	37,7	8,5	4,9	21	1,9	0	6,4	37,7
1975	12,8	5,4	33,5	13,2	17	14	31	22	29,5	7	25,5	22,2	33,5
1976	34	22	39,6	40,5	14,3	6	8,5	20,5	62,2	10	0	7,6	62,2
1977	7,1	4,8	21,7	1,7	19,9	21	25,5	18	13,8	4	0	17,2	25,5
1978	0	14,2	21,7	7,8	21	21,8	16	53	3,6	15,6	2	1	53
1979	37	6,6	11,1	27	15	24	29,7	19,1	23,8	5,2	2	6	37
1980	26,3	8,2	36	43,6	11,9	0	13,7	15,5	8	11,5	0	6	43,6
1981	17	6,6	8	29	16	14	21,5	17	18,2	9,6	5,5	7,8	29
1982	8,9	64,9	30	20,6	1,5	20	35,5	4	11,4	9,5	0	10,5	64,9
1983	12,4	13,8	13,1	9	37,1	48,6	21,9	13,2	9,5	5	0	0,6	48,6
1984	20,3	15,7	51,6	49,6	47	28,5	50,3	48,7	24,1	20,9	0,8	8,7	51,6
1985	35,9	33,4	100	117,8	50,8	79,3	37,5	27,8	6,7	20,2	0,3	0,0	117,8
1986	30,6	30,8	21,1	77,5	104,4	70,6	105,3	47,3	55,5	13,6	5,4	0,6	105,3
1987	45,9	44,6	93,9	111,8	7,5	23,9	58,3	6,2	5,5	6,3	0,0	0,0	111,8
1988	15,2	0,6	12,2	56,7	24,5	17,2	25	12,7	6,4	12,5	2,1	7,6	56,7
1989	16,9	36	17,2	6,1	39,1	0	17,9	13,7	14,3	7,1	2,1	6,5	39,1
1990	0,5	7,1	20,3	32	13,5	22,4	38,4	20,2	13,6	5,9	3,1	12,3	38,4
1991	12,9	30,2	15,7	7,9	18,3	19,9	16,2	46,6	63,4	8,2	8,1	1,3	63,4
1992	7,2	5,2	30,1	54	19,5	11,1	10,6	3,9	25,5	17,3	0,4	5,6	54
1993	4,1	10,7	17,2	44,3	18,8	23,8	5,9	13	1,4	0,6	1,7	0,7	44,3
1994	7,3	21,5	3,7	27,4	59,9	7,1	21,2	14,9	3,8	11,9	0	7,8	59,9
1995	10,2	10,2	12,2	11,7	36,1	28,3	17,4	24,5	30,8	4,2	7	3,9	36,1
1996	8,1	8,4	9	16,5	21,4	5,6	22,8	14,8	3	13,7	0,4	11,4	22,8
1997	17,3	33,5	25,3	17,2	9,7	36,8	6,6	32,1	25,5	6,4	0,4	6,6	36,8
1998	21,9	12,8	48	15,2	32,2	18	10,4	20,5	15,9	10,9	4,2	1,2	48
1999	45,4	7,9	14	35,3	10,6	4,6	5,8	7,8	43,3	18,5	2,8	3,9	45,4
2000	7,9	41,3	13	12,1	45	25,6	8,7	9,5	16,7	0	0	1,2	45
2001	16,6	11,8	5,5	7,3	8,8	23,6	12,5	8,9	4,4	2,3	11,2	5,2	23,6
2002	4,8	14,2	27,9	25,7	50,2	12,7	7,5	44,9	14,1	2,2	1,1	0,8	50,2
2003	40,5	18,2	10,1	31,7	19,7	8,7	12,3	21,9	11,7	16,9	0	1,7	40,5
2004	17,7	12,6	72,3	37,5	17,1	16,6	21,1	28,7	4,4	3,1	3,5	2,3	72,3
2005	10,3	5,3	6,1	18,8	22,5	17,3	13,3	10,3	35,4	2,2	2,3	4,8	35,4
2006	19,9	28,3	19,8	35,7	6,3	13,2	25,8	16	6,2	7,9	1,4	1,3	35,7
2007	25,2	12,4	11,8	57,8	6,4	8,3	41,6	7,8	24,1	4,1	4	2,3	57,8
2008	9,7	5,4	31,1	9,4	28,7	15,4	19,7	25,4	26,1	1,4	6,9	9,2	31,1
2009	58,1	58,1	33,3	31,6	88,9	67,0	58,1	89,1	55,5	1,1	0,0	3,4	89,1
2010	12,5	20,3	55,9	12,8	4,8	47	29,3	14,7	38,9	11	11,7	6,8	55,9
2011	6,8	40,5	17,1	17	16,5	19,1	22,9	31,2	5,2	2,4	0	15,2	40,5
2012	53,5	53,5	87,2	91,8	67,2	53,2	77,1	44,4	23,5	5,9	2,6	1,1	91,8
2013	24,4	24,4	51,2	71,3	99,3	77,2	58,9	49,9	34,8	8,9	5,2	2,1	99,3
2014	45,2	45,2	88,9	98,2	77,6	65,3	48,9	50,1	29,9	9,2	1,8	0,0	98,2
2015	38,5	49,3	93,4	87,7	67,8	58,9	44,3	99,2	33,2	6,7	1,2	0,0	99,2

Source : ANRH Alger

La série a une période de fonctionnement de 1969 à 2015 qui a été fournie par l'ANRH d'Alger. L'analyse statistique des données pluviométriques consiste à déterminer les caractéristiques empiriques d'un échantillon d'une série d'observations de précipitations mensuelles et maximales journalières, de 46 années.

Pour notre étude, nous avons travaillé avec le logiciel HYFRAN dans les procédés d'ajustement selon les étapes suivantes :

- 1/ Classer la série des précipitations par ordre croissant.
- 2/ La vérification de l'homogénéité de la série.
- 3/ Choisir la formule de probabilité empirique dans notre cas (Hazan).
- 4/ Calculer des caractéristiques de la série.
- 5/ Choix des lois d'ajustement.
- 6/ Calculer le quantile et son intervalle de confiance.
- 7/ Ajuster graphiquement les lois choisies.

**Les caractéristiques de cette série sont :**

❖ **La somme** : des précipitations maximales journalières durant 46 ans d'observations :

$$\sum_{i=1}^n P_{\max,j} = 2495,6 \text{ mm} \dots\dots\dots (III-7)$$

❖ La moyenne interannuelle des précipitations maximales journalières

$\overline{P_{\max,j}}$  durant 46 ans d'observations :

$$\overline{P_{\max,j}} = \frac{\sum_{i=1}^n P_{\max,j}}{n} \dots\dots\dots (III-8)$$

$$\overline{P_{\max,j}} = \frac{\sum_{i=1}^n P_{\max,j}}{n} = \frac{2495,6}{46} = 54,25 \text{ mm}$$

n : le nombre d'années d'observations (n = 46ans).

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

Pour n supérieur à 30 ans on a :

$$\sigma_{P_{\max,j}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{i=n} (P_{\max,j} - \overline{P_{\max,j}})^2}{n}} \dots\dots\dots (III-9)$$

$$D'où : \sigma_{P_{\max,j}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{29} (P_{\max,j} - 36,24)^2}{46}} = 24,61 \text{ mm}.$$

❖ Coefficient de variation «  $C_v$  » :

$$C_v = \frac{\sigma_{P_{\max,j}}}{P_{\max,j}} \dots\dots\dots (III-$$

$$10) C_v = \frac{\sigma_{P_{\max,j}}}{P_{\max,j}} = \frac{24,61}{54,25} = 0,45$$

## ❖ La médiane :

La médiane est un paramètre de position tel que la moitié des observations lui sont inférieures (ou égales) et la moitié supérieures (ou égales) dans une série ; la série doit être rangée. Lorsque n est pair (n=46) ; on prend la moyenne entre la (N/2)ième valeur et la (N/2+1)ième valeur.

$$x = \frac{45,4+48}{2} = 46,7, \text{ alors la médiane est : } \mathbf{M} = 46,7 \text{ mm.}$$

## ❖ L'exposant climatique :

Selon les études régionales de l'agence nationale des ressources humaines d'Alger (ANRH) on a : b = 0,37.

**Tableau III-4** : Caractéristiques empiriques de la série d'observation

Caractéristiques	Valeurs
<b>Nombre d'observation</b>	<b>46</b>
<b>La somme des PJmax (mm)</b>	2495,6
<b>Maximum (mm)</b>	117,8
<b>Minimum (mm)</b>	22,8
<b>Moyenne (mm)</b>	54,25
<b>Ecart-type (mm)</b>	24,61
<b>Médiane (mm)</b>	46,7
<b>Coefficient de variation</b>	0,45
<b>Exposant climatique</b>	0,37

### III.4.2- Choix de la loi d'ajustement :

On voit que les régimes pluviométriques sont très irréguliers, c'est pour ça il existe plusieurs méthodes d'ajustement des séries pluviométriques. Les différentes lois d'ajustement sont présentées ci-dessous :

**Tableau III-5** : Différentes lois d'ajustement

Loi	Fonction de densité de probabilité
Exponentielle	$f(x) = \frac{1}{\alpha} \exp\left\{-\frac{x-m}{\alpha}\right\}$
GEV	$f(x) = \frac{1}{\alpha} \left[1 - \frac{k}{\alpha}(x-u)\right]^{1/k-1} \exp\left\{-\left[1 - \frac{k}{\alpha}(x-u)\right]^{1/k}\right\}$
Gumbel	$f(x) = \frac{1}{\alpha} \exp\left[-\frac{x-u}{\alpha} - \exp\left(\frac{x-u}{\alpha}\right)\right]$
Normal	$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left\{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right\}$
Log-Normal 2	$f(x) = \frac{1}{x\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left\{-\frac{(\ln x - \mu)^2}{2\sigma^2}\right\}$
Log-Normal 3	$f(x) = \frac{1}{(x-m)\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left\{-\frac{[\ln(x-m) - \mu]^2}{2\sigma^2}\right\}$
Weibull	$f(x) = \frac{c}{\alpha} \left(\frac{x}{\alpha}\right)^{c-1} \exp\left[-\left(\frac{x}{\alpha}\right)^c\right]$
Gamma	$f(x) = \frac{\alpha^\lambda}{\Gamma(\lambda)} x^{\lambda-1} e^{-\alpha x}$

Pour notre travail, l'ajustement sera fait par les trois lois:

- la loi de GUMBEL.
- la loi de GALTON.
- la loi GEV.

Mais avant de passer à l'ajustement, on doit vérifier l'homogénéisation de la série car il y a plusieurs lois d'ajustement et ne peuvent pas être appliquées que si les conditions homogénéité-stationnarité sont réunies.

#### III.4.2.1- Vérification de l'homogénéité de la série :

L'homogénéisation des données est une analyse statistique de l'information aidant à une prise de décision conséquente. Elle consiste en :

- La détection des anomalies dans la série hydrologique.
- La correction de ces anomalies par des méthodes appropriées.

Pour cette vérification, on va utiliser le test de médiane :

➔ **Test de médiane (test de Mood) :**

On vérifie l'homogénéité de notre série par la méthode de test de la médiane dont le principe est :

- \* Classer l'échantillon par ordre croissant ;
- \* Déterminer la médiane  $M_e$  ;
- \* Remplacer la série des valeurs non classées par un signe (-) ou un signe (+) ;
  - (-) pour  $X_i > M_e$  ;
  - (+) pour  $X_i < M_e$  ;
- \* Calculons les quantités  $N_s$  et  $T_s$ , avec :
  - $N_s$  : nombre totale de séries de + ou de - ;
  - $T_s$  : taille de la plus grande série de + ou de - ;

$$N_s > \frac{1}{2} \left( n + 1 - u_{1-\alpha/2} \sqrt{n + 1} \right) \dots \dots \dots (III-11)$$

$$T_s < 3.3 (\log n + 1) \dots \dots \dots (III-12)$$

Si les conditions sont vérifiées donc l'homogénéité de l'échantillon est vérifiée.

➔ **Teste de la médiane :**

Après le classement de la série de la plus petite valeur jusqu'à la plus grande et après le calcul, on a trouvé :

- La médiane :  $M = 46,7$  mm.
- $N$  : la taille de l'échantillon dans notre cas  $N = 46$ .
- $U_{1-\alpha/2} = 1,96$  (à l'aide du table de gauss).

On obtient que :  $\begin{cases} N_s = 24 \\ T_s = 7 \end{cases}$

- $N_{the} = 1/2(46 + 1) - 1,96 \times \sqrt{46 - 1} = 10,35$ .
- $T_{the} = 3,3(\log 46 + 1) = 8,78$ .

Les deux conditions sont vérifiées :

- ✓  $N_{the} < N_s$
- ✓  $T_{the} > T_s$

Donc on peut dire que notre série est homogène.

**III.4.2.2- Ajustement de la série pluviométrique :**

**1.1 . Ajustement de la série pluviométrique à la loi de GUMBEL :**

**&- La loi de GUMBEL :**

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

$$F(x) = e^{-e^{-y}} \dots\dots\dots (III-13)$$

Tel que :  $y = a (x - x_0)$ ..... (III-14)

Avec :

- \*  $1/a$  : La pente de la droite de GUMBEL.
- \*  $y$  : Variable réduite de GUMBEL.
- \*  $x$  : Précipitation maximale journalière (mm).
- \*  $x_0$  : Ordonnée à l'origine en (mm).

On peut écrire :  $y = - \ln (- \ln (F (x)))$ ..... (III-15)

Avant de procéder à l'ajustement il faut suivre les étapes suivantes :

- classer les valeurs des précipitations par ordre croissant avec attribution d'un rang 1, 2,3, .....m.
- calculer pour chaque valeur de précipitation la fréquence expérimentale par la formule de HAZEN.

$$F(x) = \frac{m - 0.5}{n} \dots\dots\dots (III-16)$$

- $m$  : rang de précipitation.
- $n$  : nombre d'observations (46)

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

$$y = - \ln (-\ln (F(x))) \dots\dots\dots (III-17)$$

- Calculer les paramètres d'ajustement «  $a$  » et «  $x_0$  »
- Représenter graphiquement les couples  $(x_i, y_i)$  sur papier GUMBEL.

**Calcul des paramètres de l'ajustement de la loi de GUMBEL :**

La droite de GUMBEL est donnée par la formule :

$$x = (1/a)y + x_0 \dots\dots\dots (III-18)$$

Avec :

$(1 / a)$  : la pente de la droite de GUMBEL.

$$\frac{1}{a} = \left( \frac{\sqrt{6}}{\pi} \right) \sigma_x = (0,78)(24.61) = mm \dots\dots\dots (III-19)$$

Et  $x_0$  Représente l'ordonnée à l'origine  $x_0 = \bar{x} - \frac{1}{a} \bar{y}$  ..... (III-20)

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

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^{N=46} y}{N} = 0,56 \text{ mm} \dots\dots\dots \text{(III-21)}$$

$$x_0 = 54,25 - (19,18) \cdot (0,56) = 43,5 \text{ mm} \dots\dots\dots \text{(III-22)}$$

Donc la droite de GUMBEL devient :

$$x = 19,18 y + 43,5 \dots\dots\dots \text{(III-23)}$$

$$P_{\max,j}(p \%) = 19,18 y + 43,5 \dots\dots\dots \text{(III-24)}$$

**&- Calcul du coefficient de corrélation :**

$$r = \frac{\sum_{i=1}^{N=29} (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x_i - \bar{x})^2 \sum (y_i - \bar{y})^2}} = 0,93 \dots\dots\dots \text{(III-25)}$$

**Conclusion :**

On voit que  $r = 0,93 > 0,8$ , donc la corrélation est acceptable. A partir du graphe nous tirons la précipitation maximale journalière pour une fréquence au non-dépassement de 10%. Le tracé de la droite est représenté sur papier GUMBEL.

La variable réduite égale  $y = -\ln(-\ln F(90\%)) = 2,25$

L'intervalle de confiance du quantile :  $P_{\max,j}(10\%) : P(72 < 86 < 117) = 95\%$

**Tableau III-6 : Détermination du fréquence et variable réduite**

<b>39,5</b>	22,8	1	0,01	-1,52717963
<b>44,1</b>	23,6	2	0,03	-1,2546349
<b>53</b>	25,5	3	0,054	-1,07116272
<b>27</b>	27	4	0,076	-0,94663444
<b>37,7</b>	29	5	0,097	-0,84717398
<b>33,5</b>	31,1	6	0,11	-0,79175868
<b>62,2</b>	33,5	7	0,14	-0,67605842
<b>25,5</b>	35,4	8	0,16	-0,60572561
<b>53</b>	35,7	9	0,18	-0,53929554
<b>37</b>	36,1	10	0,206	-0,45734833
<b>43,6</b>	36,8	11	0,228	-0,39096695
<b>29</b>	37	12	0,25	-0,32663426
<b>64,9</b>	37,7	13	0,271	-0,26669063
<b>48,6</b>	38,4	14	0,293	-0,20504693
<b>51,6</b>	39,1	15	0,315	-0,14425846
<b>117,8</b>	39,5	16	0,33	-0,10315445
<b>105,3</b>	40,5	17	0,35	-0,04862074
<b>111,8</b>	40,5	18	0,38	0,03295301
<b>56,7</b>	40,5	19	0,402	0,09287963
<b>39,1</b>	43,6	20	0,42	0,14213911
<b>38,4</b>	44,1	21	0,44	0,19725586
<b>63,4</b>	44,3	22	0,46	0,25292156
<b>54</b>	45,4	23	0,48	0,30928825
<b>44,3</b>	48	24	0,51	0,39549811
<b>59,9</b>	48,6	25	0,53	0,454322
<b>36,1</b>	50,2	26	0,55	0,51443714
<b>22,8</b>	51,6	27	0,57	0,57604185
<b>36,8</b>	53	28	0,59	0,6393548
<b>48</b>	53	29	0,619	0,73469859

<b>45,4</b>	54	30	0,641	0,81029732
<b>45</b>	55,9	31	0,663	0,88921002
<b>23,6</b>	56,7	32	0,684	0,96811743
<b>50,2</b>	57,8	33	0,706	1,05515046
<b>40,5</b>	59,9	34	0,728	1,14742163
<b>72,3</b>	62,2	35	0,75	1,24589932
<b>35,4</b>	63,4	36	0,771	1,34681635
<b>35,7</b>	64,9	37	0,793	1,46131081
<b>57,8</b>	72,3	38	0,815	1,58685892
<b>31,1</b>	89,1	39	0,836	1,71966209
<b>89,1</b>	91,8	40	0,858	1,87632974
<b>55,9</b>	98,2	41	0,88	2,05702765
<b>40,5</b>	99,2	42	0,902	2,27166063
<b>91,8</b>	99,3	43	0,923	2,52415433
<b>99,3</b>	105,3	44	0,945	2,87227026
<b>98,2</b>	111,8	45	0,967	3,39451624
<b>99,2</b>	117,8	46	0,991	4,70601373

Les résultats de calcul obtenus par le logiciel **Hyfran** sont définis dans le tableau ci-dessous.

**Tableau III-7** : Résultats de l'ajustement à la loi de Gumbel (Hyfran)

<b>10000,0</b>	0.9999	204	19,7	165 - 242
<b>2000,0</b>	0.9995	176	16,5	143 - 208
<b>1000,0</b>	0.9990	164	15,1	134 - 193
<b>200,0</b>	0.9950	135	11,9	112 - 159
<b>100,0</b>	0.9900	123	10,5	103 - 144
<b>50,0</b>	0.9800	111	9,13	93,3 - 129
<b>20,0</b>	0.9500	95,0	7,33	80,7 - 109
<b>10,0</b>	<b>0.9000</b>	<b>82,5</b>	<b>5,97</b>	<b>70,8 - 94,2</b>
<b>5,0</b>	0.8000	69,4	4,64	60,3 - 78,5
<b>3,0</b>	0.6667	59,0	3,69	51,8 - 66,3
<b>2,0</b>	0.5000	49,7	3,00	43,8 - 55,6
<b>1,4286</b>	0.3000	40,1	2,60	35,0 - 45,2
<b>1,2500</b>	0.2000	35,1	2,57	30,0 - 40,1
<b>1,1111</b>	0.1000	28,8	2,71	23,5 - 34,1
<b>1,0526</b>	0.0500	24,3	2,93	18,5 - 30,0
<b>1,0204</b>	0.0200	19,6	3,23	13,3 - 25,9
<b>1,0101</b>	0.0100	16,8	3,44	10,0 - 23,5
<b>1,0050</b>	0.0050	14,3	3,64	7,20 - 21,5
<b>1,0010</b>	0.0010	9,72	4,04	1,80 - 17,6
<b>1,0005</b>	0.0005	8,05	4,19	-0,160 - 16,3
<b>1,0001</b>	0.0001	4,71	4,51	-4,12 - 13,5

<b>T</b>	<b>Fréquence</b>	<b>Pj max</b>	<b>Intervalle de confiance</b>	<b>u</b>	<b>alpha</b>
<b>10</b>	0,9	82,5	70,8 – 94,2	43,3404	13,397

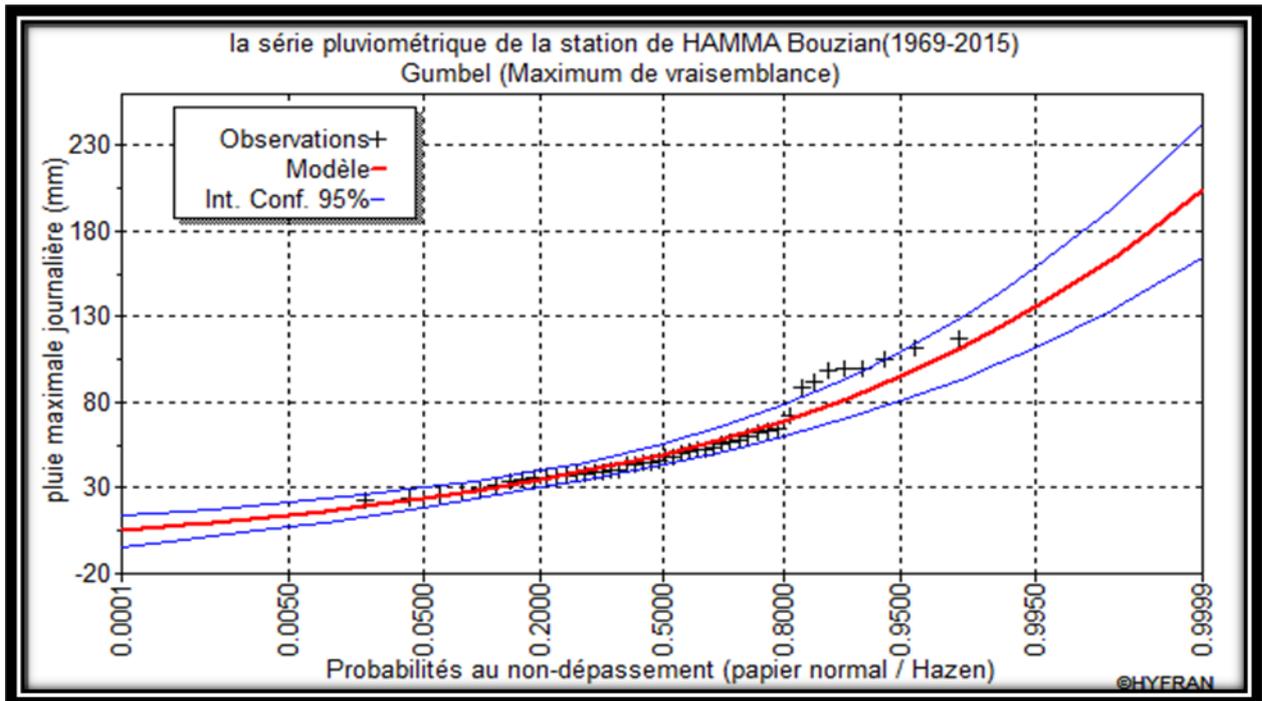


Figure III-3 : Ajustement graphique à la loi Gumbel

### 1.2 Ajustement à la loi de Galton (Log-normale)

Le procédé d'ajustement est identique à celui établi pour la loi de Gumbel, seul la représentation graphique change ou elle est faite sur du papier log-normale. La fonction de répartition de la de Galton est la suivante :

$$F(x) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^x e^{-1/2u^2} du \dots \dots \dots (III-26)$$

Où :  $u = \frac{x - \bar{x}}{\sigma} \dots \dots \dots (III-27)$

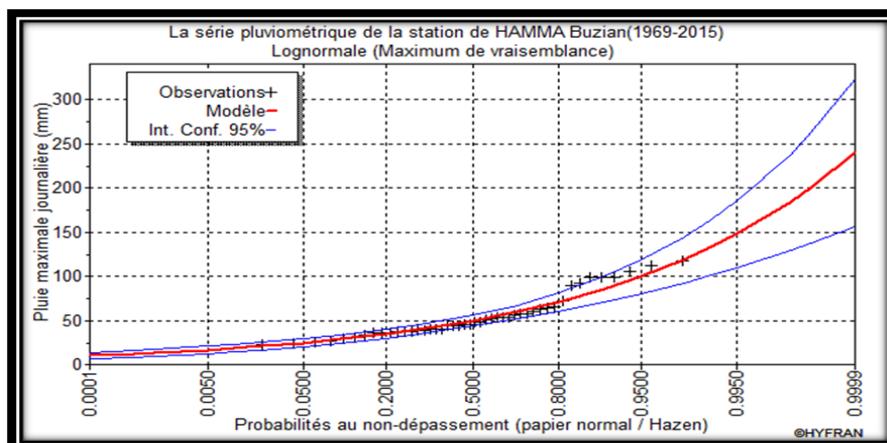
L'équation de la droite de Galton est donnée par :

$$\text{Log}_{xp\%} = \overline{\log x} + \sigma \text{log} u_{(p\%)} \dots \dots \dots (III-28)$$

**Tableau III-8 : Résultats de l'ajustement à la loi Log normale (Hyfran)**

10000,0	0,9999	239	42,5	156 - 323
2000,0	0,9995	200	31,9	137 - 262
1000,0	0,9990	183	27,8	129 - 238
200,0	0,9950	148	19,3	110 - 185
100,0	0,9900	133	16,1	101 - 164
50,0	0,9800	118	13,1	92,5 - 144
20,0	0,9500	99,4	9,59	80,6 - 118
10,0	0,9000	85,2	7,22	71,1 - 99,4
5,0	0,8000	70,7	5,16	60,6 - 80,8
3,0	0,6667	59,4	3,88	51,8 - 67,0
2,0	0,5000	49,5	3,09	43,4 - 55,6
1,4286	0,3000	39,7	2,65	34,5 - 44,8
1,2500	0,2000	34,7	2,53	29,7 - 39,6
1,1111	0,1000	28,8	2,44	24,0 - 33,5
1,0526	0,0500	24,7	2,38	20,0 - 29,3
1,0204	0,0200	20,7	2,30	16,2 - 25,2
1,0101	0,0100	18,5	2,24	14,1 - 22,9
1,0050	0,0050	16,6	2,18	12,4 - 20,9
1,0010	0,0010	13,4	2,03	9,39 - 17,3
1,0005	0,0005	12,3	1,96	8,43 - 16,1
1,0001	0,0001	10,2	1,82	6,68 - 13,8

T	Fréquence	Pjmax	Intervalle de confiance	alpha	u
10	0,9	85,2	71,1- 99,4	19,5455	42,3941



**Figure III-4 : Ajustement graphique à la loi Log normale**

**1.3 Ajustement à la loi GEV :**

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

$$F(x) = e^{-e^{-y}} \dots\dots\dots (III-29)$$

Sachant que « y » est la variable réduite :

$$y = -1/k \ln [1 - (x-u)] \dots\dots\dots (III-30)$$

Avec :

- x : variable étudiée (Pmax,j).
- u : paramètre de position.
- α : paramètre de dispersion (α>0).
- k : paramètre de forme appelé indice des valeurs extrêmes.

❖ L'expression de quantile est alors:

$$x = u + \alpha k (1 - e^{-ky}) \dots\dots\dots (III-31)$$

❖ Les paramètres de la loi par la méthode des moments:

u = 43,05 mm,

α = 19,4 ;

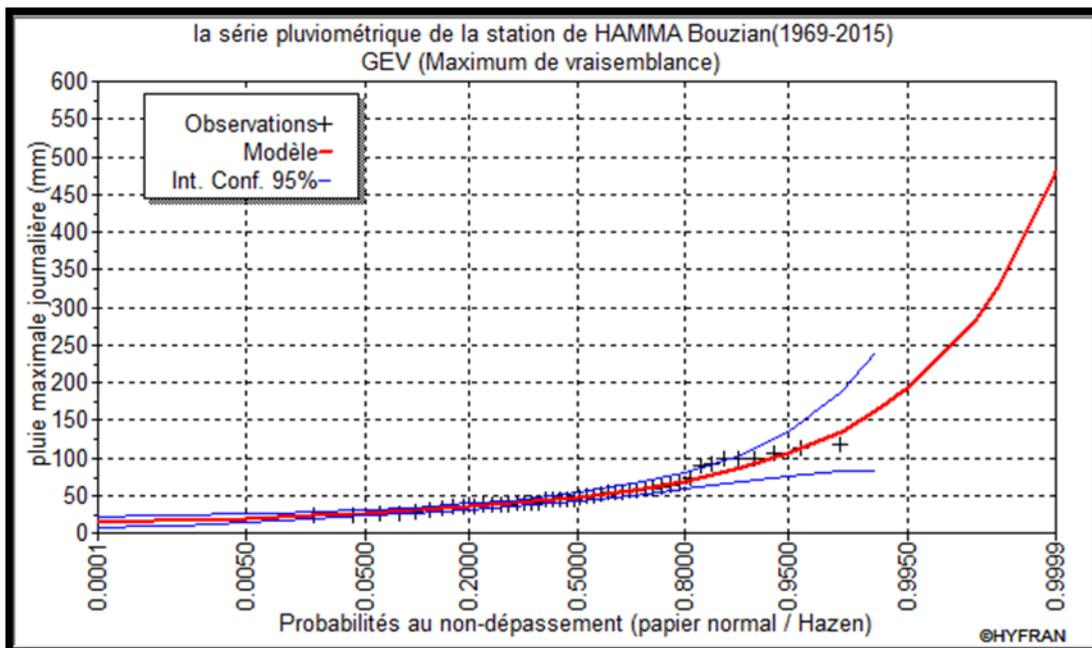
k = 0,0165.

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

**Tableau III-9 : Résultats de l'ajustement à la loi GEV (Hyfran)**

<b>100,0</b>	0,9900	162	40,5	82,2 - 241
<b>50,0</b>	0,9800	135	27,2	81,9 - 188
<b>20,0</b>	0,9500	105	15,1	75,7 - 135
<b>10,0</b>	<b>0,9000</b>	<b>86,1</b>	<b>9,31</b>	<b>67,9 - 104</b>
<b>5,0</b>	0,8000	68,9	5,67	57,8 - 80,0
<b>3,0</b>	0,6667	57,0	4,01	49,2 - 64,9
<b>2,0</b>	0,5000	47,5	3,06	41,6 - 53,5
<b>1,4286</b>	0,3000	38,9	2,37	34,2 - 43,5
<b>1,2500</b>	0,2000	34,7	2,12	30,5 - 38,8
<b>1,1111</b>	0,1000	29,9	2,00	26,0 - 33,8
<b>1,0526</b>	0,0500	26,6	2,10	22,5 - 30,7
<b>1,0204</b>	0,0200	23,4	2,36	18,8 - 28,0
<b>1,0101</b>	0,0100	21,5	2,60	16,4 - 26,6
<b>1,0050</b>	0,0050	20,0	2,84	14,4 - 25,6
<b>1,0010</b>	0,0010	17,2	3,38	10,6 - 23,8
<b>1,0005</b>	0,0005	16,2	3,60	9,18 - 23,3
<b>1,0001</b>	0,0001	14,3	4,06	6,39 - 22,3

<b>T</b>	<b>Fréquence</b>	<b>P max</b>	<b>intervalle de confiance</b>	<b>alpha</b>	<b>u</b>
<b>10</b>	0,9	86,1	67,9 - 104	15,4227	41,6701



**Figure III-5 : Ajustement graphique à la loi GEV**

Lorsqu'on a procédé à un ajustement d'une loi de probabilité théorique, le problème qui se pose est de savoir si cette loi s'adapte ou non. Les critères de choix d'une loi sont liés à un ajustement graphique et un test de dispersion.

#### **i- Le test graphique :**

La comparaison entre les lois d'ajustement est une phase importante, car elle nous permet de choisir la meilleure loi qui s'ajuste bien.

Le test visuel (graphique) est lié directement à l'ajustement graphique ; il nous donne information si la loi est acceptable ou non.

Ce test est basé sur une observation visuelle des graphes d'ajustement ; il consiste à examiner l'allure des points sur le papier de probabilité, et vérifier s'il s'agit d'un bon alignement sans existence de mauvaises courbures.

#### **i.1- Interprétation graphique :**

La loi GEV donne un mauvais ajustement par rapport aux deux autres lois, vu que l'allure des intervalles de confiance compte des valeurs négatives et autres non définies  $\square$  la loi est inadéquate ; à rejeter.

- L'ajustement graphique à la loi de Gumbel et à celle de Galton est meilleur ; les points sont très proches de la droite théorique avec une bonne convergence.

D'après les deux graphiques, on peut dire que les deux lois pourraient très bien s'ajuster( il n'y a pas de mauvaise cassure ou sinuosité), mais on ne peut pas vraiment choisir la loi la plus adéquate à l'aide de ce test, et c'est pour cela on doit faire un autre test : le test d'adéquation.

Il y a plusieurs tests d'adéquation pour la vérification, mais on a choisi comme test celui de Khi 2.

**&- Test de Khi<sup>2</sup> (PEARSON) :**

Comme critère de comparaison, la variable X<sup>2</sup> est utilisé pour un risque de a = 5% et un nombre de degré de liberté Y= k-1-m

Avec :

K : nombre de classe

m : nombre de paramètres de loi

$$X^2_{calculé} = \sum_{i=1}^k \frac{(n_i - u_i)^2}{u_i} \dots\dots\dots (III-32)$$

Où :

- n<sub>i</sub> : nombre d'observation contenue de classe i

- u<sub>i</sub> : nombre d'observation théorique calculés dans la classe i (≥5)

X<sup>2</sup> : variable aléatoire variant de 0 à ∞.

$$X^2_{calculé} < X^2_{théorique} \text{ soit : } \sum_{i=1}^k \frac{(n_i - u_i)^2}{u_i} < X^2_{(1-a)} \dots\dots\dots (III-33)$$

On propose de testé l'ajustement aux pluies annuelle de la loi de Gumbel et Galton. D'après le logiciel « Hyfron », les résultats du test sont donné comme suit :

**Tableau III-10:** Résultat du test de Pearson  $\chi$

Loi d'ajustement	Nombre de paramètres m	Degré de liberté $\gamma$	X <sup>2</sup> calculé	X <sup>2</sup> théorique	Observation
Gumbel	2	6	7,22	12,592	X <sup>2</sup> calculé < X <sup>2</sup> théorique Condition vérifiée
Galton	2	6	8,78	12,592	X <sup>2</sup> calculé < X <sup>2</sup> théorique Condition vérifiée

**&- L'interprétation des résultats de test d'adéquation :**

La condition du test est vérifiée pour les deux lois. Donc, le test de Khi-deux montre que les lois Log-normale et de Gumbel sont adéquates. Sachant que l'adéquation de l'ajustement par les deux lois est confirmée, et que les valeurs théoriques X<sub>t</sub> sont très proches pour les deux, alors on va prendre la loi qui a la plus grande précipitation.

Après la comparaison entre les deux lois on a trouvé que la loi de log-normale est la plus adéquate.

**III.4.3- Calcul de la valeur de l'intensité de pluie de courte durée et de période de retour 10 ans :**

Pour le bon dimensionnement du réseau d'assainissement ; on prend la valeur de l'intensité de pluies qui correspond à la loi de bon ajustement (la loi de Galton) pour l'évaluation des débits pluviaux. D'après la formule de Montanari, l'intensité de pluie de durée t et de période de retour p% est donnée par la relation suivante :

$$I_{0.25(p\%)} = I_{24(p\%)} \left(\frac{t}{24}\right)^{b-1} \dots\dots\dots (III-34)$$

- **I<sub>0,25 (p%)</sub>**: Intensité moyenne de précipitation pour une averse de durée 15 min et de fréquence (p%) ;

- $I_{24(p\%)}$ : Intensité moyenne de précipitation pour une journée de fréquence (p%) donnée ;
- $t$  : Durée de l'averse en heures,  $t = 15 \text{ min} = 0,25\text{h}$  pour une période de retour de 10 ans ;
- $b$  : Exposant climatique de la région ( $b = 0,37$ ) qui est donné par l'ANRH (Alger).

A partir de l'équation de Galton  $P_{\text{max } 10\%} = 85,2 \text{ mm}$ .

En calculant l'intensité de pluies pour une averse de durée 15min et une fréquence de 10%.

$$i(15 \text{ min}, 1\%) = \frac{P_{24(10\%)}}{24} \left(\frac{0,25}{24}\right)^{0,37-1} \dots\dots\dots (III-35)$$

$$i(15 \text{ min}, 10\%) = \frac{85,2}{24} \left(\frac{0,25}{24}\right)^{-0,63} = 62,95 \text{ mm/h}$$

$$i_{(15 \text{ min}, 10\%)} = 62,95 \text{ mm/h}$$

### III.5.3 : Pluies de courtes durées et leur intensité à différentes fréquences :

Le passage des pluies journalières maximales aux pluies de courtes durées est effectué au moyen de la formule K. Body.

$$P_{ct} = P_{\text{max},j} \left(\frac{t}{24}\right)^b$$

Avec :

$P_{tc}$ : pluies de courte durée (mm) de fréquence égale à celle de  $P_{\text{max},j}$ .

$P_{\text{max},j}$  : pluies maximales fréquentielles.

$t$  : temps en heure.

$b$  : exposant climatique ( $b=0.37$ ).

Les intensités maximales de période  $t$  (h) et période de retour  $T$  (ans) sont calculées par la relation suivante :

$$I_t = \frac{P_{ct}}{t}$$

Les précipitations et les intensités pour les différentes fréquences sont regroupées dans le **Tableau III-11**

**Tableau III-11 : pluie et intensité de courte durée**

	10000		1000		100		50		10		5	
F%	<b>0,9999</b>		<b>0,999</b>		<b>0,99</b>		<b>0,98</b>		<b>0,9</b>		<b>0,8</b>	
P <sub>jm</sub> ax	239		183		133		118		85,2		70,7	
T(h)	P		P	T	P	T	P	T	P	T	P	T
0,5	57,027	28,51355 31	43,66510 65	21,83255 32	31,73474 95	15,86737 48	28,15564 24	14,07782 12	20,32932 83	10,16466 41	16,86952 47	8,434762 37
1	73,699	73,69914 22	56,43072 4	56,43072 4	41,01249 34	41,01249 34	36,38702 42	36,38702 42	26,27266 49	26,27266 49	21,80137 81	21,80137 81
1,3	81,2121	105,5759 08	62,18342 84	80,83845 69	45,19342 06	58,75144 68	40,09641 83	52,12534 38	28,95097 32	37,63626 52	24,02387 1	31,23103 22
2	95,2452	190,4905 9	72,92840 59	145,8568 12	53,00261 19	106,0052 24	47,02487 37	94,04974 75	33,95355 29	67,90710 58	28,17507 26	56,35014 53
3	110,61	331,9850 69	84,73259 09	254,1977 73	61,58160 98	184,7448 29	54,63631 55	163,9089 46	39,44927 18	118,3478 16	32,73548 73	98,20646 19
4	123,090	492,3621 07	94,24923 18	376,9969 27	68,49807 55	273,9923 02	60,77272 87	243,0909 15	43,87997 02	175,5198 81	36,41213 49	145,6485 4
5	133,6845 86	668,4229 29	102,3610 01	511,8050 04	74,39351 43	371,9675 71	66,00326 83	330,0163 42	47,65659 71	238,2829 86	39,54602 6	197,7301 3
6	143,0139 48	858,0836 88	109,5044 04	657,0264 22	79,58516 77	477,5110 06	70,60939 69	423,6563 82	50,98237 81	305,8942 69	42,30579 97	253,8347 98
7	151,4079 6	1059,855 72	115,9316 18	811,5213 25	84,25631 25	589,7941 87	74,75372 08	523,2760 46	53,97472 05	377,8230 43	44,78888 19	313,5221 73
8	159,0763 91	1272,611 12	121,8032 61	974,4260 92	88,52368 18	708,1894 54	78,53980 79	628,3184 63	56,70840 37	453,6672 29	47,05732 56	376,4586 05
9	166,1621 72	1495,459 55	127,2287 76	1145,058 99	92,46681 57	832,2013 41	82,03822 74	738,3440 47	59,23438 12	533,1094 3	49,15341 25	442,3807 13
10	172,7676 53	1727,676 53	132,2865 29	1322,865 29	96,14266 88	961,4266 88	85,29951 06	852,9951 06	61,58913 82	615,8913 82	51,10741 87	511,0741 87
11	178,9689	1968,658	137,0348	1507,382	99,59360	1095,529	88,36124	971,9737	63,79981	701,7979	52,94186	582,3605

Chapitre III : Etude hydrologique

	65	62	14	96	82	69	64	1	52	67	54	2
12	184,8244 81	2217,893 77	141,5183 26	1698,219 91	102,8521 17	1234,225 4	91,25225 4	1095,027 05	65,88722 07	790,6466 48	54,67402	656,0882 4
13	190,3800 66	2474,940 86	145,7721 85	1895,038 4	105,9437 19	1377,268 35	93,99517 92	1221,937 33	67,86770 56	882,2801 73	56,31745 06	732,1268 57
14	195,6725 06	2739,415 08	149,8245 55	2097,543 76	108,8888 84	1524,444 38	96,60818 27	1352,514 56	69,75438 28	976,5613 59	57,88303 83	810,3625 36
15	200,7318 09	3010,977 14	153,6984 15	2305,476 22	111,7043 12	1675,564 68	99,10608 16	1486,591 22	71,55795 04	1073,369 26	59,37966 07	890,6949 11
16	205,5828 24	3289,325 18	157,4127 9	2518,604 64	114,4038 31	1830,461 29	101,5011 43	1624,018 29	73,28726 6	1172,596 26	60,81466 79	973,0346 87
17	210,2463 84	3574,188 52	160,9836 33	2736,721 75	116,9990 34	1988,983 57	103,8036 54	1764,662 11	74,94975 68	1274,145 87	62,19422 31	1057,301 79
18	214,7401 54	3865,322 77	164,4244 69	2959,640 45	119,4997 51	2150,995 52	106,0223 35	1908,402 04	76,55172 02	1377,930 96	63,52355 18	1143,423 93
19	219,0792 6	4162,505 94	167,7468 81	3187,190 74	121,9144	2316,373 6	108,1646 56	2055,128 46	78,09854 8	1483,872 41	64,80712 84	1231,335 44
20	223,2767 65	4465,535 31	170,9608 7	3419,217 41	124,2502 5	2485,005	110,2370 64	2204,741 28	79,59489 71	1591,897 94	66,04881 72	1320,976 34
21	227,3440 39	4774,224 83	174,0751 43	3655,578 01	126,5136 29	2656,786 2	112,2451 74	2357,148 66	81,04482 08	1701,941 24	67,25198 16	1412,291 61
22	231,2910 49	5088,403 07	177,0973 3	3896,141 26	128,7100 81	2831,621 79	114,1939 07	2512,265 95	82,45187 17	1813,941 18	68,41956 96	1505,230 53
23	235,1265 83	5407,911 41	180,0341 62	4140,785 72	130,8445	3009,423 5	116,0876 02	2670,014 84	83,81918 36	1927,841 22	69,55418 17	1599,746 18
24	238,8584 41	5732,602 58	182,8916 09	4389,398 62	132,9212 24	3190,109 38	117,9301 09	2830,322 61	85,14953 62	2043,588 87	70,65812 45	1695,794 99

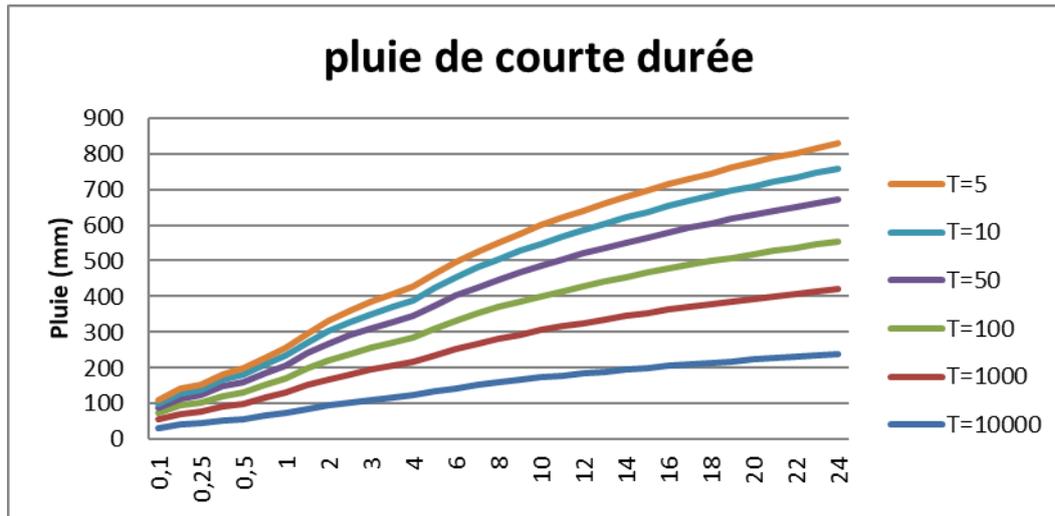


Figure III-6 : La courbe des pluies de courte durée

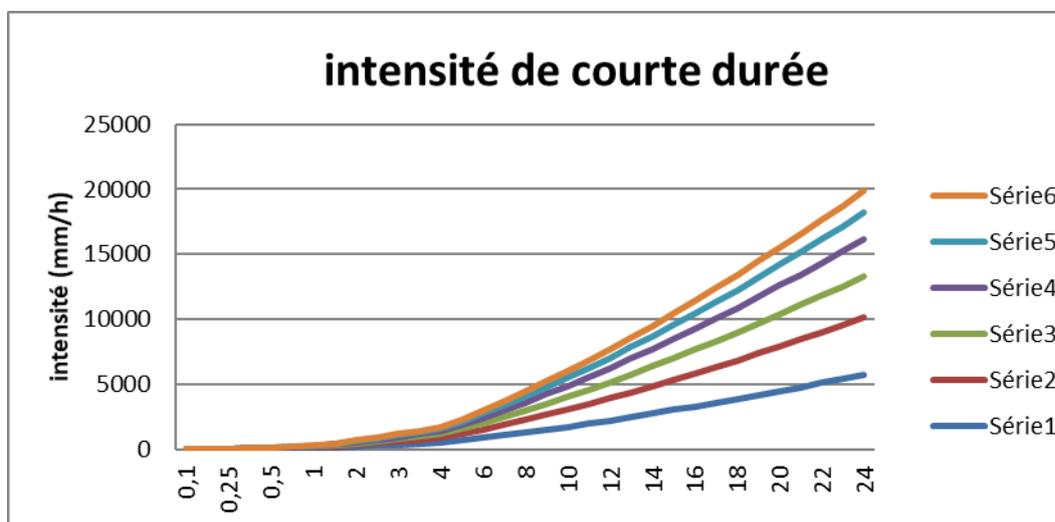


Figure III-7 : La courbe des intensités de courte durée

### Conclusion :

La partie hydrologique nous aide à déterminer l'intensité moyenne de précipitation. Pour le dimensionnement de notre futur réseau d'eaux pluviales, on travaillera avec l'intensité de pluie d'une durée de 15 minutes et de fréquence 10% est celle de la loi de Galton :  $I_{15} (10\%) \approx 62.95$  mm/h. D'où nous trouvons que la valeur de l'intensité pluviale nécessaire pour évaluation des débits d'eau pluviale de la manière suivante :

$$I = \frac{62.95 \times 1000 \times 10}{3600} = 174.86 \text{ l/s/ha}$$

$$I = 174,86 \text{ l/s/ha}$$

# **Chapitre IV :**

**Calcul de base**

## Introduction :

L'assainissement désigne l'ensemble des moyens et d'équipements de collecte, de transport, et d'épuration des eaux usées et pluviales avant leur rejet dans le milieu naturel.

Cette stratégie a pour objectif la gestion de ces eaux, en vue d'une protection des biens et des personnes (sanitaire, contre les inondations, et l'environnement).

Dans ce contexte, le dimensionnement du réseau d'assainissement est indispensable, d'où on est contraint de passer par certaines phases préliminaires, l'une de ces phases est : le calcul de base.

Le calcul de base est une partie où on fait l'estimation du nombre d'habitants pour un horizon de calcul donné, le découpage du site en surfaces élémentaires, la détermination du coefficient de ruissellement et le choix du système d'assainissement ainsi que le schéma de collecte et d'évacuation des eaux usées.

## IV.2- la situation démographique :

La population est un paramètre déterminant et statistique dans toute étude de planification et d'élaboration d'un projet d'assainissement, donc son exploitation ultérieure, pour les besoins en eau varient non seulement avec l'évolution démographique, le niveau de vie de la population, mais aussi avec la diversité des activités locales et les extensions.

Le chef-lieu de la commune de Tiberguent se compose de 5994 habitants en 2008, selon le dernier recensement avec un taux d'accroissement annuel égal à 2,5 % (d'après l'APC de Tiberguent).

Il existe deux types d'estimation des populations : l'estimation à court terme, de 5 à 10 ans, et l'estimation à long terme, de 10 à 50 ans.

Pour cette étude, nous prévoyons une estimation à long terme jusqu'à l'horizon 2045 (37ans). Pour cela on se référera à la formule de croissance géométrique à l'aide de l'équation des intérêts composés :

$$P_n = P_0 (1 + T)^n \dots\dots\dots (IV-1)$$

Avec :

**P<sub>n</sub>** : Population à l'horizon de calcul ;

**P<sub>0</sub>** : Population de référence (au dernier recensement ; 2008) ;

**T** : Taux de croissance de la population considérée ; T = 2,5 %, d'après le service technique de la commune (Recensement 2008) ;

**n** : Ecart d'années entre les deux horizons (2008-2045) ; n = 37année

**Tableau IV-1:** Résultats de la répartition de la population à différents horizons de calcul

EVALUATION DE LA POPULATION DU CHEF-LIEU DE TIBERGUENT		
Année	Population	Augm
2008	5994	
2014	6951	957.00
2020	8061	1110.00
2025	9120	1059.00
2030	10318	2257.00
2035	11674	1356.00
2040	13209	1535.00
2045	14945	1736.00

$$P = P_0 \times (1+t)^n$$

T=2.50 %

P<sub>0</sub>(2008)=5994hab (RGPH 2008)

### IV.3- Découpage de l'aire d'étude en sous bassins élémentaires :

Le bassin versant ou bassin d'alimentation au droit d'une section de mesure, représente en principe, l'unité géographique sur laquelle se base l'analyse du cycle hydrologique et de ses effets qui est limitée par les lignes de crêtes ou par les lignes de partage des eaux.

Toutes les eaux qui ruissellent en surface sont recueillies par une seule ligne d'écoulement.

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

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

Pour notre projet le découpage de la zone à étudier se fait suivant la nature du sol et la densité des habitants.

### IV.4.-Systèmes d'évacuation du réseau d'assainissement :

#### &- Définition de système d'évacuation :

On appelle système d'évacuation des eaux, l'ensemble des dispositifs et des produits utilisés et raccordés entre eux, et ce, afin d'évacuer les pluviales ainsi que les eaux usées d'un bâtiment individuel ou collectif.

Mis en place dans le cadre de l'assainissement, le système d'évacuation des eaux vise des objectifs :

- D'évacuer les pluviales en quantité importante, qui englobent toutes les eaux de ruissellement ;
- D'évacuer les eaux usées (eaux vannes, ménagères,..) provenant des habitations appelées également des eaux domestiques ;
- Les eaux usées provenant des industries et services publics.

Les systèmes d'évacuation sont composés principalement de conduites à écoulement à surface libre, de canaux et fossé, et accessoirement de poste de pompage pour refouler les eaux vers les collecteurs.

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

- Le système unitaire ;
- Le système séparatif ;
- On peut considérer également le système pseudo-séparatif.

#### IV.4.1- Le système unitaire :

Il correspond au « tout-à-l'égout », c'est-à-dire l'évacuation de l'ensemble des eaux usées et pluviales par un réseau unique généralement pourvu de déversoirs qui permettent, en cas d'orage, le rejet d'une partie des eaux par surverse, directement dans le milieu naturel. Cette configuration présente l'intérêt de ne prévoir qu'un seul réseau pour les eaux usées et les eaux pluviales (de gros diamètre afin de pouvoir absorber une pluie de période de retour de dix ans).

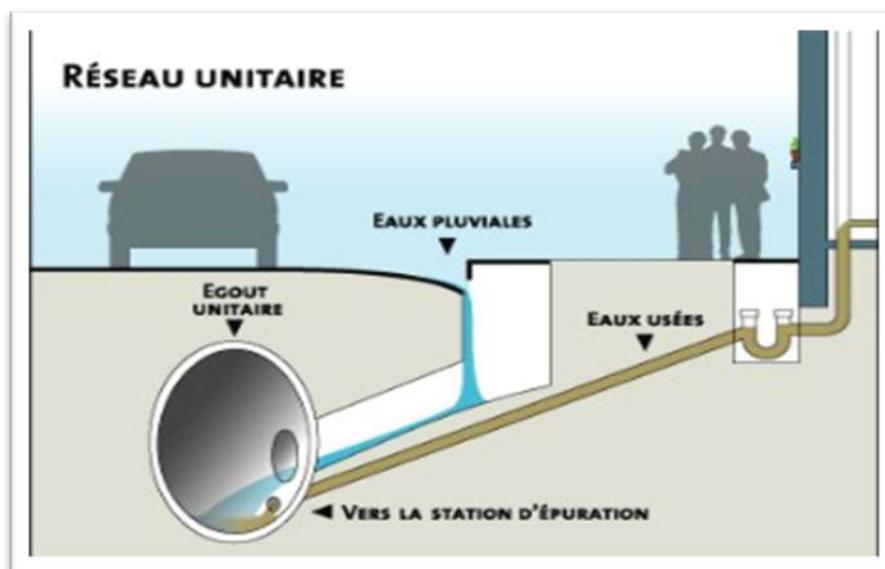


Figure IV-1 : schéma représentatif du système unitaire

#### IV.4.2 Le réseau séparatif :

C'est un réseau qui consiste à l'évacuation des eaux domestiques (eaux vannes et eaux ménagères) et avec réserves, certains effluents industriels dans un collecteur et l'évacuation de toutes les eaux pluviales est assurée par un autre collecteur. Ce réseau présente l'avantage d'éviter les brusques variations de charge polluante dans les stations de traitement lors des événements pluvieux.

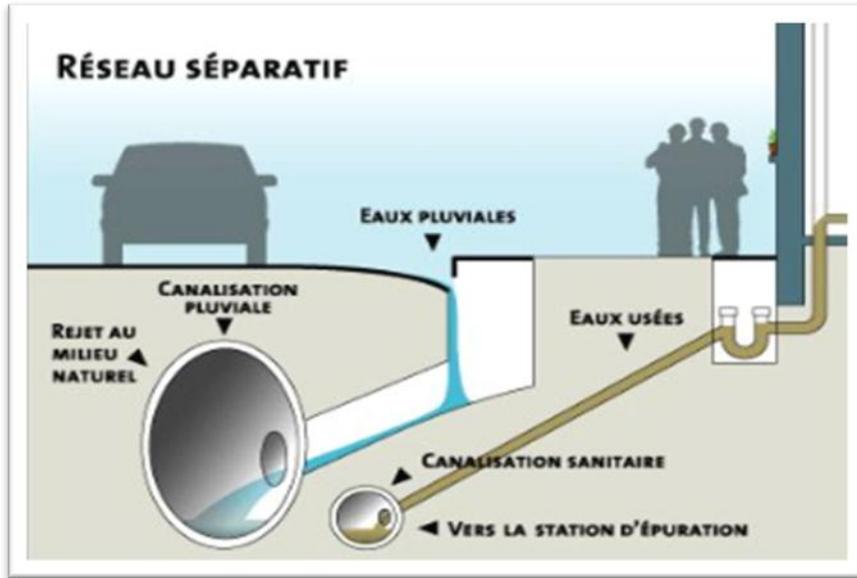


Figure IV-2 : schéma représentatif du système séparatif

#### IV.4.3-Système pseudo-séparatif :

Le système pseudo-séparatif est un système dans lequel on divise les apports d'eaux pluviales en deux parties. L'une provenant uniquement des surfaces de voirie qui s'écoule par des ouvrages particuliers des services de la voirie municipale (caniveaux aqueducs, fossés avec évacuation directe dans la nature. L'autre provenant des toitures et cours intérieures qui sont raccordées au réseau d'assainissement à l'aide des mêmes branchements que ceux des eaux usées domestiques. On recoupe ainsi les évacuations des eaux d'un même immeuble.

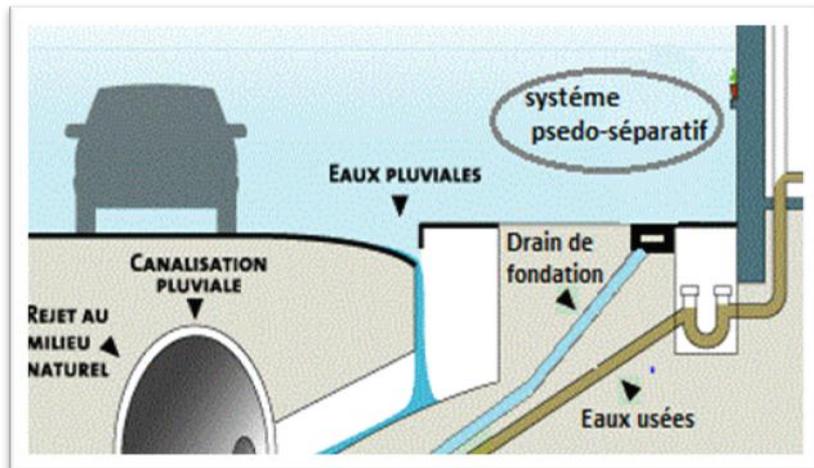


Figure IV-3 : schéma représentatif du système pseudo-séparatif

➔ **Les avantages et les inconvénients des systèmes d'assainissement : Le système unitaire**

**Tableau IV-2** : Les avantages et les inconvénients du système unitaire

Les avantages	Les inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Conception simple ;</li> <li>▪ Il présente un avantage économique, car il nécessite des infrastructures moindres par rapport à un réseau séparatif ;</li> <li>▪ En particulier, deux fois moins de raccordements sont nécessaires ;</li> <li>▪ Il n'y a également pas de possibilité d'erreur de branchement (déversement d'eau usée dans l'eau pluviale) ;</li> <li>▪ Les réseaux unitaires requièrent moins de place et sont moins onéreux.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Il oblige à dimensionner la station d'épuration en fonction des eaux de pluie ce qui requiert des infrastructures importantes non nécessaires pour un réseau séparatif ;</li> <li>▪ Le surdimensionnement nécessaire pour adapter les canalisations aux débits d'eau de pluie ;</li> <li>▪ La pollution des milieux récepteurs.</li> </ul>

**&- Le domaine d'utilisation**

- Milieu récepteur éloigné des points de collecte.
- Topographie à faible relief.
- Débit d'étiage du cours d'eau récepteur important.

.....

➔ **Le système séparatif**

**Tableau IV-3** : Les avantages et les inconvénients du système séparatif

Les avantages	Les inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> <li>• L'avantage principal est de décharger les stations d'épuration des variations de charges importantes que produisent les événements pluvieux ;</li> <li>• Diminution des sections des collecteurs ;</li> <li>• Meilleure réserve.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La réduction de la charge dans les canalisations d'eau usée peut conduire à la disparition de « l'auto-curage » et un encrassement plus important voir une obstruction des tuyaux, ce qui peut augmenter les coûts d'entretien du réseau ;</li> <li>• Risques de faux-branchements,</li> <li>• Encombrement important des sous-sols.</li> </ul>

**&- Le domaine d'utilisation :**

- petites et moyennes agglomérations.
- extension des villes.
- faible débit d'étiage du cours d'eau récepteur.

➔ **Le système pseudo-séparatif :**

**Tableau IV-4 :** Les avantages et les inconvénients du système pseudo-séparatif

<b>Les avantages</b>	<b>Les inconvénients</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▸ Le problème des faux branchements est éliminé ;</li> <li>▸ Le plus gros des eaux pluviales étant acheminé en d'heure de la ville, ce qui nous donne des collecteurs traversant la ville de moindre dimension ;</li> <li>▸ Un seul branchement entre les maisons ;</li> <li>▸ Effet de chasse par les eaux de toiture.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▸ Le fonctionnement de la station d'épuration est perturbé, la charge polluante est variable en qualité et en quantité.</li> </ul>

**&- Le domaine d'utilisation:**

- petites et moyennes agglomération.
- présence d'un milieu récepteur proche.

**- Le choix du système d'assainissement :**

Généralement, les paramètres qu'on doit prendre en considération lors de le choix du système d'assainissement sont :

- ❖ le cout de projet : prenant en compte les dépenses d'investissement et les frais d'entretien, d'exploitation et de gestion de l'ensemble des installations, pompage et épuration des eaux usées ;
- ❖ Les paramètres techniques et les conditions locales : la topographie et le relief de la zone, régime de précipitation atmosphérique, l'encombrement du sous-sol et la largeur des routes, répartition de la masse des habitations, ... ) ;
- ❖ La nature du milieu récepteur joue un rôle important : station d'épuration ou milieu naturel ;
- ❖ Les paramètres politiques (acceptation ou refus de la transformation du système d'assainissement en un autre ;
- ❖ Les paramètres urbanistiques d'avenir (répartition des quartiers résiduels, commerciaux et industriels, ...).

**IV.5-Choix de la variante d'assainissement :**

Pour le choix et l'évaluation de différentes variantes d'assainissement, certaines conditions spécifiques peuvent jouer un rôle essentiel. Ces conditions sont de différents types, soit liées aux spécificités du site, soit aux exigences particulières des autorités à savoir :

- L'espace disponible sur le site pour mener l'assainissement.
- Les possibilités du rejet d'eau usée.
- La gêne éventuelle pour la gestion de l'activité présente sur le site.

Afin de réaliser un projet d'assainissement, il existe de nombreuses techniques différentes applicables. Le choix des techniques les plus pertinentes dépend de la nature, de l'étendue de la pollution, du type du sol et de la géologie, du temps disponible et des possibilités infrastructurelles.

Pour réussir à choisir une variante plus adaptée au projet d'assainissement, le tableau présent des critères qu'il faut respecter pour faire le bon choix.

Pour réussir à choisir une variante plus adaptée au projet d'assainissement, le tableau présent des critères qu'il faut respecter pour faire le bon choix.

**Tableau IV-5** : Critères d'évaluation pouvant influencer sur le choix de la variante d'assainissement

<b>Description</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Faisabilité des mesures au plan technique, expérience issues d'un projet similaire ;</li> <li>- Investissement nécessaire pour la planification et pour la réalisation.</li> <li>- Souplesse des mesures en cas d'évènement particulier pendant et après la réalisation.</li> <li>- Preuve d'une élimination respectueuse des déchets de l'environnement.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Opportunité des mesures pour des contrôles d'efficacité à long à long terme.</li> <li>- Opportunité probable des mesures par rapport au but que l'assainissement doit attendre aux délais prescrits et à l'efficacité à long terme.</li> <li>- Effets des mesures sur l'environnement pendant et après l'assainissement ainsi que danger résiduel pour l'environnement.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cout de planification de réalisation et de contrôle des mesures.</li> <li>- Cout d'entretien, de surveillance, de documentation des mesures réalisés et complémentaire à prendre durant la période de suivi.</li> </ul>
--------------------	---	---	--

## IV.6- Schémas d'évacuation :

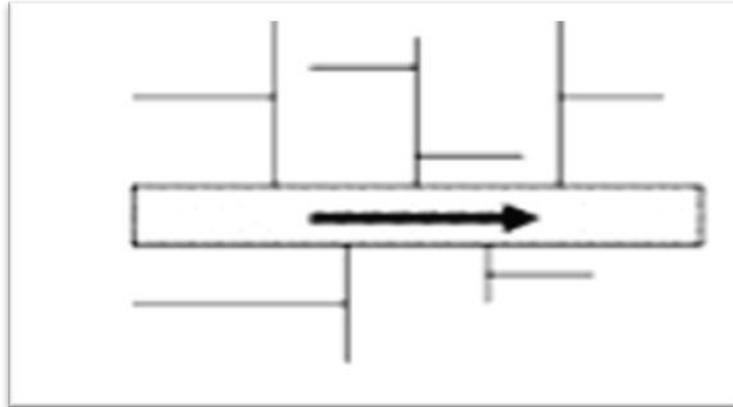
Par définition, le schéma d'évacuation représente une configuration géométrique du système en fonction de divers paramètres :

- ✚ La topographie du terrain ou toute disposition étant prise.
- ✚ La répartition géographique des habitants.
- ✚ L'implantation des canalisations dans le domaine public.
- ✚ L'emplacement de la station d'épuration si elle existe.
- ✚ Les conditions des rejets.

Bien que les réseaux d'évacuation revêtent es dispositions très divers selon le système choisi et les contraintes, leur schéma plus proche le souvent de l'un des cinq suivants :

### 1/ Schéma perpendiculaire :

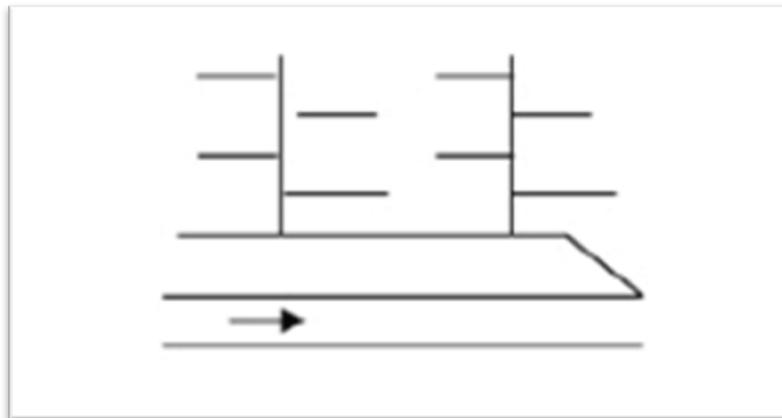
Ce schéma consiste à amener perpendiculairement à la rivière un certain nombre des collecteurs cela veut dire que l'écoulement se fait directement vers le cours d'eau. Il ne permet pas la concentration des eaux vers un point unique d'épuration, il convient lorsque l'épuration n'est pas jugée et il n'est utilisable que pour les réseaux des eaux pluviales dans les systèmes séparatifs. Il permet par contre un tracé très économique ne nécessitant pas des grosses sections.



**Figure IV-4 : Schéma perpendiculaire**

### **2/ Schéma par déplacement latéral :**

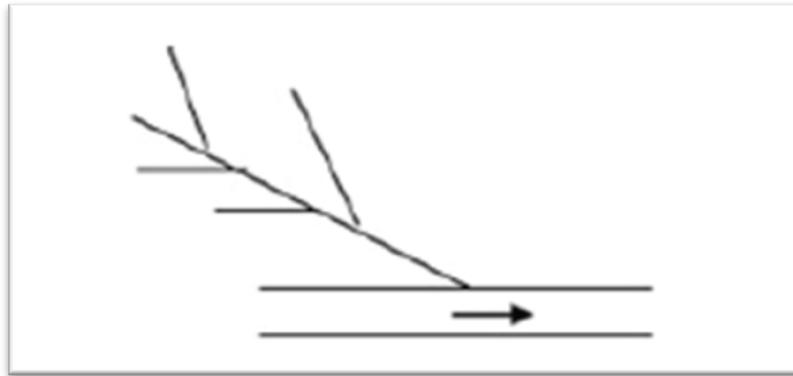
Ce type des schémas est nécessaire quand il y a obligation de traitement des eaux usées (épuration), c'est le schéma le plus simple par rapport au système qui reportent, le déversement de l'effluent à l'aval de l'agglomération. Dans ce but, il reprend l'ensemble des eaux débouchant par les artères perpendiculaires au moyen d'un collecteur de berge, mais avec dispositif, on trouve souvent le problème, si l'on a recours à l'écoulement gravitaire, par le défaut de pente. Ceci peut être obtenu par un tracé oblique ou par un collecteur latéral.



**Figure IV-5 : Schéma par déplacement latéral**

### **3/ Schéma à collecteur transversal ou oblique :**

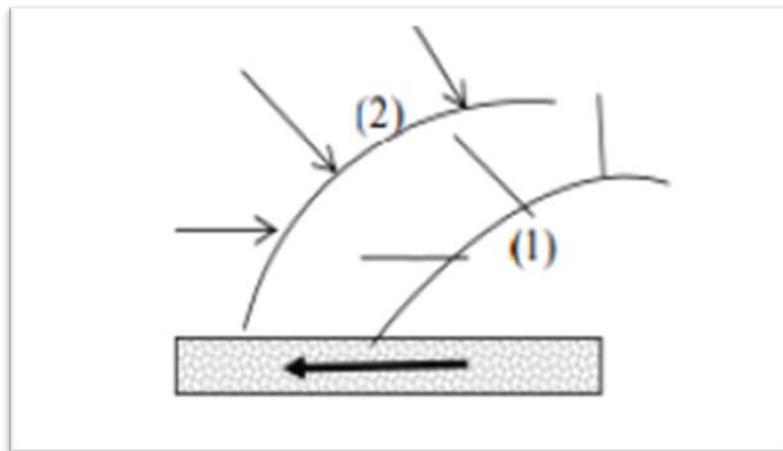
Ce schéma comporte des ramifications de collecteurs qui permettent de rapporter l'effluent de l'aval de l'agglomération. Ce schéma est adopté lorsque la pente du terrain faible.



**Figure IV-6 :** Schéma à collecteur transversal ou oblique

**4/ Schéma de collecteur par zone étagée :**

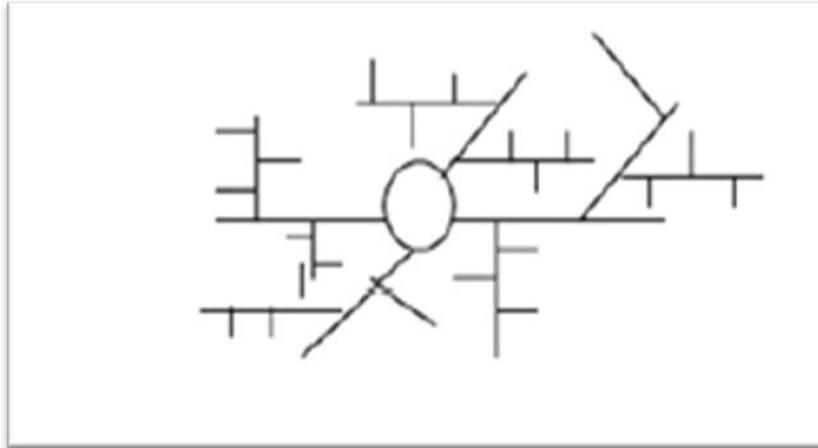
Il s'apparente au schéma par déplacement latéral avec une multiplication des collecteurs longitudinaux ou obliques dans la rivière. Le réseau (2) est utilisé pour ne pas trop charger le réseau (1).



**Figure IV-7 :** Schéma par zones étagées

**5/ Schéma radial :**

Le schéma radial convient pour les régions à relief plat. Il permet de concentrer l'effluent en un plusieurs points et sera relevé pour être évacué en un point éloigné de l'agglomération, il permet de donner artificiellement la pente suffisante aux canalisations.



**Figure IV-8 : Schéma radial**

### **IV.8- Principe du tracé des collecteurs :**

Le tracé des différents collecteurs se fait en fonction des paramètres suivants :

- La topographie du site ;
- Implantation des canalisations dans le domaine public ;
- Les conditions de rejet ;
- Emplacement des cours d'eau et talweg ;
- Emplacement du cours d'eau ou de la station d'épuration.

Les conditions qu'on doit suivre lors du tracé des collecteurs :

1. Les collecteurs doivent être placés dans les rues prévues par le plan d'urbanisation;
2. Les contre inclinaisons sont à éviter, si possible;
3. Les égouts collecteurs principaux et secondaires doivent être placés dans les rues larges avec aussi peu de virages que possible. C'est pourquoi les rues à circulation peu intense et situées dans le fond de la vallée sont à préférer;
4. Lors de choix de la profondeur à laquelle on place les canaux d'eaux usées, on doit tenir compte des points suivants :

#### **a. Les profondeurs des caves des maisons avoisinantes :**

Si les caves sont anormalement profondes, les maisons doivent être reliées à l'aide de pompage aux collecteurs. En général, les épaisseurs de terre au-dessus des canaux ne devaient ne pas dépasser 2 m à 2,5 m.

#### **b. La résistance au gel des canaux :**

L'épaisseur de terre nécessaire et minimale pour empêcher la congélation du contenu, des canaux dépend du climat local.

### **IV.9- Choix du coefficient de ruissellement (c) :**

Le coefficient de ruissellement est défini comme étant le rapport de volume d'eau qui ruisselle sur le volume d'eau tombé sur le bassin considéré. Ce coefficient à la possibilité de faire varier le débit d'eau pluvial du simple au double. C'est pour cela que lors du découpage

en surfaces élémentaires, il faut que ces dernières aient d'une façon approchée des coefficients de ruissellement qui se rapprochent du point de vue valeur afin de minimiser des calculs erronés possibles.

La valeur du coefficient de ruissellement varie entre (0,05 à 1), et dépend de plusieurs facteurs tels que :

- ✓ La nature du sol ;
- ✓ La pente (l'inclinaison du terrain) ;
- ✓ Le temps de chute de pluie ;
- ✓ La durée de pluie ;
- ✓ Les surfaces ;
- ✓ La capacité de la surface à retenir l'eau ;
- ✓ L'humidité de la surface ;
- ✓ L'humidité de l'air ;
- ✓ La température ;
- ✓ Le mode d'occupation du sol ;
- ✓ La densité de la population ;
- ✓ La vitesse et la direction du vent.

Donc pour déterminer le coefficient de ruissellement, on prend tous ces facteurs en considération pour s'approcher du vrai coefficient de ruissellement dans la pratique, car une mauvaise estimation de dernier conduit à un sur ou sous dimensionnement des eaux pluviales.

Dans les zones denses, le coefficient de ruissellement est élevé par rapport à celui d'une zone moins dense. On peut adopter les tableaux suivant des coefficients de ruissellement :

### 1) Coefficient de ruissellement relatif à la catégorie d'urbanisation

**Tableau IV-6** : Coefficient de ruissellement en fonction de la catégorie d'urbanisation

Catégories d'urbanisation	Coefficient de ruissellement
Habitations très denses	0,90
Habitations denses	0,60 – 0,70
Habitations moyennement denses	0,40 – 0,50
Quartiers résidentiels	0,20 – 0,30
Square – jardin – prairie	0,05 – 0,20

### 2) Coefficient de ruissellement relatif à la zone d'influence

**Tableau IV-7** : Coefficient de ruissellement relatif à la zone d'influence

Surface imperméable	0,90
Pavage à larges joints	0,60
Voirie non goudronnées	0,35
Allées en gravier	0,20
Surfaces boisées	0,05

**3) Coefficient de ruissellement en fonction de surface drainée :**

**Tableau IV-8 :** Coefficient de ruissellement en fonction de la surface drainée

Surface	Coefficient de ruissellement
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 < à 2 %).	0,05 – 0,10
- Pente moyenne de 2 à 7 %.	0,10 – 0,15
- Pente abrupte	0,15 – 0,20
Terrain gazonné, sol sablonneux	
- Plat (pente < à 2 %).	0,13 – 0,17
- Pente moyenne de 2 à 7 %.	0,18 – 0,22
- Pente abrupte	0,25 – 0,35
Entrée de garage en gravier	0,15 – 0,30

Pour un bassin de différents modes d’occupation, le coefficient de ruissèlement est défini comme la moyenne pondérée des coefficients de ruissellement et les surfaces relatives à chaque mode.

**➔ Calcul de la population de chaque sous bassin :**

A défaut de connaître le nombre exacte du nombre d’habitant de chaque sous bassin, on suit les étapes suivantes afin de pouvoir estimer ce dernier.

- On estime le coefficient de ruissellement.
- On calcule le coefficient de ruissellement pondéré total.
- On calcul la densité partielle de chaque sous bassin.
- On déduit le nombre d’habitant de chaque sous bassin.

**IV.10- Calcul du coefficient de ruissellement pondéré total**

Le coefficient de ruissellement pondéré est donné par l’expression :

$$C_{rp} = \frac{\sum C_{ri} A_i}{A} \dots\dots\dots (IV-2)$$

Avec :

- $C_r$
- $C_p$  : coefficient de ruissellement total ;
- $C_{ri}$
- : Coefficient de ruissellement de chaque sous bassin ;
- $A_i$
- : Surface élémentaire de chaque sous bassin ;
- $A$
- : Surface totale de la zone urbanisée.

Application numérique :  $C_{rp} = \frac{48.8068}{99.83} = 0,4889 \dots\dots\dots (IV-3)$

$$C_{rp} = 0,4889$$

**Tableau IV-9 : Nombre d'habitant de chaque sous bassin**

N° SB	Ai (ha)	Cri	Crp
1	8,03	0,24	0,4889
2	4,21	0,25	
3	7,05	0,32	
4	10,73	0,35	
5	10,91	0,67	
6	10,68	0,35	
7	4,46	0,39	
8	5,80	0,59	
9	5,92	0,76	
10	5,82	0,55	
11	5,71	0,67	
12	10,23	0,63	
13	6,74	0,48	
14	3,54	0,68	

➔ **Calcul de la densité :**

La densité de population relative à chaque secteur correspondant à l'horizon de calcul 2020 est déterminée en appliquant la formule suivante:

$$D = N/S \dots\dots\dots (IV-4)$$

Avec :

N: nombre d'habitant à l'horizon d'étude (2045)

S : surface du secteur considéré, S = 99,83 ha.

➔ **Application numérique :**

$$D = \frac{14945}{99.83} = 149.704 \dots\dots\dots (IV-5)$$

$$D = 149,704 \text{ hab/ha.}$$

**&- Calcul de la densité partielle:**

La densité partielle de chaque sou bassin est exprimée par la relation :

$$D_i = \frac{C_{ri}P}{C_{rp}A} \dots\dots\dots (IV-6)$$

Avec :

- $D_i$  : Densité partielle du sou bassin considéré en (hab/ha).
- $C_{rp}$  : Coefficient de ruissellement pondéré total.
- $C_{ri}$  : Coefficient de ruissellement de chaque sous bassin.
- $P$  : Population globale à l’horizon de calcul.
- $A$  : Surface totale de la zone urbanisée en (ha).

**3- Calcul du nombre d’habitant de chaque sous bassin :**

Le nombre d’habitant de chaque sou bassin est donné par l’expression :

$$P_i = D_i.A_i \dots\dots\dots (IV-7)$$

Avec :

- $D_i$  : Densité partielle du sou bassin considéré en (hab/ha).
- $P$  : Population partielle du sou bassin considéré.
- $A_i$  : Surface partielle du sou bassin considéré (ha).

**Tableau IV-10 : Nombre d’habitant de chaque sous bassin**

N° SB	Ai (ha)	Cri	Crp	Di	Pi
1	8,03	0,24	0,4889	73,4896286	590
2	4,21	0,25		76,5516965	322
3	7,05	0,32		97,9861715	691
4	10,73	0,35		107,172375	1150
5	10,91	0,67		205,158547	2238
6	10,68	0,35		107,172375	1144
7	4,46	0,39		119,420647	532
8	5,80	0,59		180,662004	1048
9	5,92	0,76		232,717157	1378
10	5,82	0,55		168,413732	980
11	5,71	0,67		205,158547	1171
12	10,23	0,63		192,910275	1973
13	6,74	0,48		146,979257	991
14	3,54	0,68		208,220614	737

## **Conclusion :**

Dans ce chapitre nous avons passé en revue différents systèmes d'évacuation, et décidé du choix de système et de schéma d'évacuation à adopter. Nous avons également procédé au découpage de notre agglomération en surfaces élémentaires en fonction de la nature de la surface. Cette technique nous permet d'estimer le coefficient de ruissellement d'une façon plus adéquate, dans le but de minimiser les erreurs de calcul hydraulique.

Pour notre agglomération on a fixé les choix suivants :

1. L'horizon de calcul sera 2045. Soit une population future de 14945 habitants.
2. le système d'assainissement adopté pour la zone urbaine est le système unitaire.
3. Le schéma à collecteur est latéral.
4. Il a été déduit 14 sous bassins à la suite du découpage de la zone urbaine.

# **Chapitre V:**

**Evaluation des débits à  
évacuer**

## **Introduction :**

Pour éviter tout problème auquel sont confrontées des villes, l'établissement des réseaux d'assainissement doit répondre aux objectifs suivants :

- L'évacuation rapide, sans stagnation et sans risque des eaux usées nuisibles à l'homme et à l'environnement via l'assurance de leur transport vers la station d'épuration.
- L'évacuation des eaux pluviales afin d'empêcher la submersion des zones urbanisées.
- La protection de l'environnement et du cadre de vie.
- La préservation de la santé humaine en minimisant les risques sanitaires après leur rejet dans l'environnement ou leur réutilisation éventuelle.

## **V.2- Evaluation des débits d'eaux usées :**

### **V.2.1- Généralités :**

Le but principal de l'évaluation des débits des eaux usées est de connaître la quantité et la qualité des rejets liquides provenant des habitations et lieux d'activités.

Comme ces eaux ont une composition qui peut être source de maladies à transmission hydrique (fièvre typhoïde ; fièvre paratyphoïde ; dysenterie ; diarrhées infectieuses), il faut les évacuer le plus tôt possible et par le moyen le plus sûr d'où ressort l'utilité de l'évaluation des quantités à traiter.

### **V.2.2- Nature des eaux usées à évacuer :**

La nature des matières polluantes contenues dans l'effluent dépend de l'origine de ces eaux usées, nous distinguons les :

- ❖ Eaux usées d'origine domestique ;
- ❖ Eaux usées d'origine industrielle ;
- ❖ Eaux usées du service public ;
- ❖ Eaux parasites.

#### **&- Les eaux usées domestiques :**

Les eaux usées domestiques proviennent des différents usages domestiques de l'eau. Elles sont composées de deux groupes selon leur origine et leurs caractéristiques :

- Les eaux vannes provenant des eaux de chasse, des W.C. elles ont une charge bactériologique importante ;
- Les eaux ménagères : eaux de cuisine, vaisselle, bain, linge. On retrouve dans ces eaux des détergents, graisses, débris organiques, etc.

#### **&- Les eaux parasites :**

Sont l'ensemble des eaux provenant de drainage, des infiltrations après une chute des pluies ou de la remontée de la nappe.

Ces eaux pénètrent dans les collecteurs, généralement à travers :

- Les joints de mauvaise qualité (mauvais raccordement) ou déboîtés à cause d'une mauvaise pose de canalisation ;
- Fissures dans les conduites ;
- Mauvaise mise en œuvre des regards ;

- Absence des bouches d'égout sélectives près des stations d'épuration ;
- Les racines des arbres cherchant l'humidité qui peuvent fissurer les collecteurs au niveau des lèvres pour absorber...

Ces eaux pénètrent dans le réseau d'égouts de façon intermittente. Les eaux parasites peuvent également pénétrer dans le réseau par les trous de levage des tampons des regards situés dans les légers affaissements du terrain et par l'action des populations en période de pluie ou parfois même sur injonction des autorités.

Leur estimation est assez difficile, elle ne peut être faite que sur terrain : seule la modélisation peut donner une approche d'estimation du débit de ces eaux.

En pratique et en absence des valeurs mesurées, on préconise un débit d'eau parasite comprise entre 0,05 et 0,15 l/s/ha.

#### **&- Les eaux usées du service public :**

Ce sont les eaux de lavage (marchés, rues), des espaces publics, sont recueillies par les ouvrages de collecte des eaux pluviales, sauf dans le cas du réseau unitaire.

#### **&- Les eaux usées industrielles :**

Ces eaux proviennent des diverses usines de fabrication (brasserie, tanneries...) elles contiennent des substances chimiques, souvent toxiques suivant leur origine. Ces eaux peuvent contenir des substances acides, alcalines, corrosives ou entartrées à température élevée souvent odorantes et colorées.

Les eaux usées industrielles sont différentes des eaux usées domestiques car leur degré de pollution varie d'une industrie à une autre. En effet, la majeure partie d'entre elles, en plus des matières organiques azotées ou phosphorées, présentent des produits toxiques, des métaux lourds, des hydrocarbures, etc. c'est pour cela qu'un prétraitement doit être effectué avant tout rejet vers le réseau des eaux usées.

#### **Remarque :**

Notre projet ne comporte pas des industries. Les eaux usées provenant de l'agglomération sont d'origine domestique et publique.

#### **&- Eaux usées d'équipements :**

On appelle équipements différents services publics : éducatifs, sanitaires, touristiques, administratifs et différents autres services d'utilité publique. L'estimation se fait à base du nombre des personnes qui fréquentent le lieu et sur la dotation requise pour chaque activité.

#### **V.2.3- Estimation des débits des eaux usées :**

Cette estimation ne peut pas se faire sans une bonne connaissance des consommations et ses origines en prenant en considération de la nature de l'agglomération, les diverses catégories d'urbanisation et la disponibilité des ressources : les établissements publics et privés, industries, les hôpitaux, les écoles ...

#### **A/ L'estimation de débit des eaux usées domestiques :**

Pour l'estimer, on va prendre une base de dotation d'eau potable de : 150 l/j/hab, et on considère que les 80% de l'eau consommée sont rejetées comme eaux usées dans le réseau d'évacuation (car n'est pas toute l'eau consommée est rejetée dans le réseau en totalité).

Le débit moyen journalier est calculé par la formule suivante :

$$Q_{\text{moyj}} = C_r \cdot D \cdot N / 86400 \text{ (l/s)} \dots\dots\dots (V-1)$$

Avec :

- $Q_{\text{moyj}}$  : Débit d'eau usée rejetée quotidiennement (l/s).
- $C_r$  : coefficient du rejet, pris égal à 80% de la quantité d'eau potable consommée.
- $D$  : dotation journalière prise égale à 150 l/s/hab.
- $N$  : nombre d'habitants à l'horizon étudié (hab),  $N = 14945$  hab.
- L'estimation de taux de raccordement de 100% ;
- Le terme 1/86400 est pour la conservation de (l/j) en (l/s).

Une fois le débit moyen journalier est calculé, on passe au calcul du débit de pointe.

**B/ l'estimation du débit de pointe :**

Comme le rejet des eaux usées est aussi variable dans la journée et ça d'après le régime du rejet qui nous montre qu'il y a des heures où on a un pic, et des heures creuses où le débit est presque nul (la nuit). Il est donné par la formule suivante :

$$Q_{\text{pte}} = K_p \cdot Q_{\text{moyj}} \text{ (l/s)} \dots\dots\dots (V-2)$$

Avec :

- $K_p$  : coefficient de pointe.

Le coefficient de pointe peut être :

1/ Estimé de façon moyenne :

- $K_p = 24/14$ .
- $K_p = 24/10$ .

2/ Relié à la position de la conduite dans le réseau :

- $K_p = 3$  en tête du réseau.
- $K_p = 2$  à proximité de l'exutoire.

3/ Calculé à partir du débit moyen  $Q_{\text{moyj}}$  :

$$K_p = 1.5 + \frac{2.5}{\sqrt{Q_{\text{moy}}}} \quad \text{Si } Q_{\text{moy}} > 2.8 \text{ l/s} \dots\dots\dots (V-3)$$

$$K_p = 3 \text{ Si } Q_{\text{moy}} \leq 2.8 \text{ l/s.} \dots\dots\dots (V-4)$$

4/ estimé selon l'importance d'une ville.

**Tableau V-1:** Estimation des débits des eaux usées domestiques

N° SB	N <sub>hab</sub>	Cr	Dotation (l/j/hab)	Q <sub>moy j</sub> (l/s)	K <sub>p</sub>	Q <sub>pte</sub> (l/s)	Q <sub>pte</sub>
1	590	0,8	150	0,81944444	3	2,45833333	0,0024583
2	322	0,8	150	0,44722222	3	1,34166667	0,0013417
3	691	0,8	150	0,95972222	3	2,87916667	0,0028792
4	1150	0,8	150	1,59722222	3	4,79166667	0,0047917
5	2238	0,8	150	3,10833333	3	9,325	0,009325
6	1144	0,8	150	1,58888889	3	4,76666667	0,0047667
7	532	0,8	150	0,73888889	3	2,21666667	0,0022167
8	1048	0,8	150	1,45555556	3	4,36666667	0,0043667
9	1378	0,8	150	1,91388889	3	5,74166667	0,0057417
10	980	0,8	150	1,36111111	3	4,08333333	0,0040833
11	1171	0,8	150	1,62638889	3	4,87916667	0,0048792
12	1973	0,8	150	2,74027778	3	8,22083333	0,0082208
13	991	0,8	150	1,37638889	3	4,12916667	0,0041292
14	737	0,8	150	1,02361111	3	3,07083333	0,0030708

➔ **L'estimation des eaux usées des équipements**

Pour cette estimation, on fait la même chose que celle des eaux usées domestiques :

- Le débit moyen journalier :

$$Q_{moyj}^{équi} = C_r \cdot D_{équi} \cdot N_u / 86400 \text{ l/s} \dots\dots\dots (V/5)$$

Avec :

- Q<sub>moyj</sub><sup>équi</sup> : Débit moyen journalier des eaux usées publiques en (l/s).
- N<sub>u</sub> : Nombre des usagers (des unités) concernés par chaque service.
- C<sub>r</sub> : Coefficient de rejet pris égal à 80% de la quantité d'eau potable consommée.
- D<sub>équi</sub> : Dotation de la consommation journalière d'eau potable (l/s/unité) ; une donnée qui diffère d'un type d'usager à un autre.

➔ **Débit de pointe**

La même chose pour les équipements publics, on doit déterminer le débit de pointe des eaux usées des équipements publics.

**Tableau V-2 : Estimation des débits des eaux usées des équipements**

01	Stade communal	m <sup>2</sup>	10500	20	2.43	3.046	1.5	4.569
	Maison de jeune	Personne	150	20	0.0347			
	Aire de jeux	m <sup>2</sup>	5000	10	0.578			
	E. administratif	Fonctionnaire	30	10	0.00347			
02	Ecole 1-2 cycle	Elève	236	10	0.027	0.027	3	0.081
05	E. éducatif	Fonctionnaire	15	10	0.00173	0.00173	3	0.00519
06	CEM	Elève	430	10	0.049	0.049	3	0.147
08	Garde communale	Fonctionnaire	39	20	0.00722	0.00722	3	0.0216
09	Gendarmerie	m <sup>2</sup>	1012	10	0.117	0.859	3	2.577
	C. Médical	Malade	30	20	0.00694			
	Parc APC	m <sup>2</sup>	5835.5	10	0.675			
	PTT	Personne	30	50	0.0173			
	Maison de jeune	m <sup>2</sup>	185	20	0.0428			
11	Bibliothèque	Lecteur	100	15	0.0972	0.212	3	0.638
	Salle de soins	Malade	250	10	0.0289			
	Siège APC	Fonctionnaire	500	15	0.0868			
12	Mosquée	Fidèle	350	30	0.0347	0.1443	3	0.4329
	Ecole1-2 cycle	Elève	148	10	0.0171			
	Matico	Personne	400	20	0.0925			

**➔ Le débit de pointe**

Il est donné par la formule suivante :

$$Q_{p}^{equi} = K_p \cdot Q_{moy}^{equi} \text{ (l/s)} \dots\dots\dots (V-6)$$

Avec :

- $Q_{p}^{equi}$  : débit de pointe des eaux usées publiques (l/s).
- $Q_{moy}^{equi}$  : débit moyen journalier rejeté (l/s).
- $K_p$  : coefficient de pointe ; calculé à partir du débit moyen de rejet :

$$K_p = 1.5 + \frac{2.5}{\sqrt{Q_{moy}}} \text{ Si } Q_{moy} > 2.8 \text{ l/s ;}$$

$$K_p = 3 \text{ Si } Q_{moy} \leq 2.8 \text{ l/s.}$$

**➔ L'estimation du débit d'infiltration**

Ce débit est compris entre (0,05 et 0,15) (l/s/ha).

$$Q_{inf} \text{ (l/s)} = A_i \cdot K \dots\dots\dots (V-7)$$

On prend:  $K = 0, 15 \text{ l/s/ha}$

**Tableau V-3** : Estimation des débits d'infiltration

<b>1</b>	8,03	0,15	1,2045
<b>2</b>	4,21	0,15	0,6315
<b>3</b>	7,05	0,15	1,0575
<b>4</b>	10,73	0,15	1,6095
<b>5</b>	10,91	0,15	1,6365
<b>6</b>	10,68	0,15	1,602
<b>7</b>	4,46	0,15	0,669
<b>8</b>	5,80	0,15	0,87
<b>9</b>	5,92	0,15	0,888
<b>10</b>	5,82	0,15	0,873
<b>11</b>	5,71	0,15	0,8565
<b>12</b>	10,23	0,15	1,5345
<b>13</b>	6,74	0,15	1,011
<b>14</b>	3,54	0,15	0,531

Tableau V-4 : Débits totaux des eaux usées pour chaque sous bassin

N° du SB	A (ha)	Q <sub>pte</sub> (l/s)	Q <sup>équi</sup> <sub>p</sub> (l/s)	Q <sub>inf</sub> (l/s)	Q <sup>EU</sup> <sub>t</sub> (l/s)
1	8,03	2,45833333	3,569	1,2045	7,02733333
2	4,21	1,34166667	0,147	0,6315	1,48866667
3	7,05	2,87916667	0,4329	1,0575	3,31206667
4	10,73	4,79166667		1,6095	4,79166667
5	10,91	9,325		1,6365	9,325
6	10,68	4,76666667		1,602	4,76666667
7	4,46	2,21666667	2,577	0,669	4,79366667
8	5,80	4,36666667	0,399	0,87	4,76566667
9	5,92	5,74166667		0,888	5,74166667
10	5,82	4,08333333	0,00519	0,873	4,08852333
11	5,71	4,87916667		0,8565	4,87916667
12	10,23	8,22083333	0,081	1,5345	8,30183333
13	6,74	4,12916667		1,011	4,12916667
14	3,54	3,07083333		0,531	3,07083333

### V.3- Evaluation des débits des eaux pluviales :

Les eaux pluviales sont celles qui proviennent des précipitations atmosphériques. Leurs débits sont calculés pour une fréquence décennale et une durée de 15 minutes.

L'estimation de ces eaux est très importante pour bien les collecter dans les canalisations afin d'éviter tout risque de débordement (inondation).

Pour l'estimation, on fait un découpage de l'aire de l'agglomération en sous-bassins suivant des critères bien précis, ensuite on attribue à chaque sous bassin un coefficient de ruissellement pondéré en fonction de la nature du sol drainé.

Il existe plusieurs méthodes pour l'évaluation du débit pluvial. Dans notre travail, nous considérons les deux les plus utilisées :

- La méthode rationnelle ;
- La méthode superficielle.

### V.3.1- La méthode rationnelle :

Cette méthode fut découverte en 1889, mais ce n'est qu'en 1906 qu'elle a été généralisée. La méthode rationnelle est fondée sur le concept du temps de concentration  $t_c$  du bassin versant en amont du point où s'effectue le calcul.

Cette méthode se fait à partir d'un découpage du bassin versant pour estimer les débits pluviaux suite à une intensité moyenne «  $i$  » supposée constante durant la chute de pluie sur des surfaces d'influence de superficie «  $A$  ».

Caractérisée par un coefficient de ruissellement «  $C_r$  ».

Le volume des eaux pluviales drainées par le bassin versant sera évalué par la formule suivante :

$$Q = \alpha.C_r.i.A \dots\dots\dots (V-8)$$

Avec :

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

#### V.3.1.1- Les hypothèses de la méthode rationnelle :

Elle admet les hypothèses suivantes :

- Le débit de pointe ne peut être observé que si l'averse a une durée au moins égale au temps de concentration. A ce moment-là, en effet, la totalité du bassin contribue à la formation de la pointe du débit ;
- Le débit de pointe est proportionnel à l'intensité moyenne maximale de l'averse déterminée avec un intervalle de temps égal au temps de concentration, soit  $i_M = a.t_c^{-b}$  ;
- Le débit de pointe a la même période de retour  $T$  que l'intensité  $i_M$  qui le provoque. Ceci suppose le coefficient de ruissellement soit constant.

#### V.3.1.2- La critique de la méthode rationnelle :

L'inconvénient majeur de la méthode rationnelle réside dans l'estimation souvent laborieuse des temps de concentration. De plus cette méthode ne tient pas compte de la distribution spatiale des précipitations (variation de l'intensité) et surtout de l'effet de stockage de l'eau dans le bassin versant.

#### V.3.1.3- La validité de la méthode rationnelle :

Cette méthode est utilisée pour des surfaces limitées (généralement inférieures à 10 ha) le résultat est encore plus fiable du fait de la bonne estimation du coefficient de ruissellement,

ainsi elle est applicable pour des zones ou le temps de concentration ne dépasse pas 30 minutes. Par contre, elle n'est pas susceptible d'être utilisée que pour les zones étendues, car les calculs deviendraient fastidieux.

**V.3.1.4- Temps de concentration Tc :**

Le temps de concentration d'un collecteur est le temps que met la goutte de pluie tombée au point le plus éloigné pour qu'elle puisse rejoindre ce collecteur.

**Tc** : est composé de trois termes : t1, t2 et t3.

➤ **T1** : temps mis par l'eau pour s'écouler dans les canalisations.

$$T1 = \frac{L}{60.V} \dots\dots\dots (V-9)$$

Avec :

L : longueur du tronçon amont (m).

V : vitesse d'écoulement au tronçon amont (m/s).

➤ **T2** : Temps mis par l'eau pour atteindre le premier ouvrage d'engouffrement, ce temps varie de 2 à 20 min.

➤ **T3** : le temps mis par l'eau pour ruisseler dans les parcours superficiels.

$$T3 = \frac{L}{11\sqrt{I}} \dots\dots\dots (V-10)$$

Avec :

L : longueur d'écoulement.

I : pente considérée (m/m).

On trouve trois (03) cas peuvent être envisagés :

- Le bassin ne comporte pas de canalisation :

$$Tc = T3 \dots\dots\dots (V-11)$$

- Le bassin comporte un parcours superficiel, puis une canalisation :

$$Tc = T1 + T3 \dots\dots\dots (V-12)$$

- Le bassin est urbanisé et comporte une canalisation :

$$Tc = t1 + t2 \dots\dots\dots (V-13)$$

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

relation suivante :  $t_c = 3.98 \left[ \frac{L}{\sqrt{I}} \right]^{0.77} \dots\dots\dots (V-14)$

Où : L c'est la longueur du plus grand parcours de l'eau (km).

**V.3.1.5-Le coefficient réducteur d'intensité :**

Ce coefficient est un paramètre de correction qu'on doit l'ajouter pour chaque surface élémentaire pour tenir compte la répartition irrégulière des pluies de courtes et de forte intensité au niveau d'un bassin  $\alpha \leq 1$ .

Ce coefficient peut être déterminé d'après une loi de répartition de pluie :

- Pour des bassins longs (rectangle étroit, largeur =1/2 de la longueur), ce coefficient sera égal à :

$$\alpha = 1 - 0,006 \sqrt{d/2} \dots\dots\dots (V-15)$$

- Pour des bassins ramassés (carré ou cercle)

$$\alpha = 1 - 0,005 \sqrt{d/2} \dots\dots\dots (V-16)$$

d : distance du milieu du bassin à l'épicentre de l'orage.

**V.3.1.6- Méthode superficielle :**

Cette méthode dite « superficielle » est fondée sur la conservation des volumes mis en jeu dans le ruissellement. Elle a ensuite été améliorée par le groupe de travail chargé d'élaborer les instructions INT 77, notamment par M. Desbordes.

Ce modèle établit le bilan hydraulique du débit Q précipité sur le bassin versant jusqu'à l'instant à peu près égal au temps de concentration  $t_c$  où nous observons le débit de pointe  $Q_{pte}$  à l'exutoire.

$$Q(f) = K^{\frac{1}{u}} \cdot I^{\frac{v}{u}} \cdot C_r^{\frac{1}{u}} \cdot A^{\frac{w}{u}} \dots\dots\dots (V-17)$$

Avec :

Q (f) : Débit pluvial de fréquence f, en (m<sup>3</sup>/s).

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

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

C<sub>r</sub> : Coefficient de ruissellement.

A : Surface du sous bassin considéré (ha).

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

$$K = \frac{a(f) \times \mu b(f)}{\epsilon \times (\beta + \delta)} \dots\dots\dots (V-18)$$

$$v = c \times b(f) \dots\dots\dots (V-19)$$

$$u = 1 - b(f) \times f \dots\dots\dots (V-20)$$

$$w = 1 - \epsilon + d \times b(f) \dots\dots\dots (V-21)$$

**&- Evaluation des paramètres de Caquot :**

**- Paramètres liés à la pluviométrie :**

a(f) et b(f) : sont des paramètres en fonction de la période de retour selon les courbes IDF, ils sont donnés par les relations suivantes :

- $I(t) = a(f) t^{b(f)} \dots\dots\dots (V-22)$

- $b(f) = b - 1 \dots\dots\dots (V-23)$

- $a(F) = \frac{P_{24}(F)}{24.60} \cdot \frac{1}{(24.60)^{b-1}} \dots\dots\dots (V-24)$

- $\epsilon$  : abattement spatial de la pluie :
  - $\epsilon=0.5$  pour  $S < 100$  ha.
  - $\epsilon=0.03$  la valeur la plus adoptée.

**- Paramètres caractérisant la transformation de la pluie en débit :**

-  $\beta+\delta=1.1$  : représente l'effet de stockage et d'écèlement, cette valeur devrait augmenter avec la taille des bassins.

**- Paramètres concernant le bassin versant :**

**c = -0,41 ; d = 0,51 ; f = -0,29.**

$\mu$  : coefficient d'ajustement de la forme du bassin, donnée par :  $\mu = 0,28 \times M^{0.84}$

Où :  $M = \frac{L}{\sqrt{A}}$  ..... (V-25)

Avec :

- M : coefficient d'allongement qui caractérise la forme du bassin-versant.

- L : le plus long chemin hydraulique (m).

- A : étant la surface du carré équivalent qui est égale à celle du bassin (m<sup>2</sup>).

**Remarque :**

La formule de CAQUOT est donnée pour M = 2 qui doit être supérieur à 0,8 (bassin versant en forme de demi-cercle). Pour des valeurs de « M » différentes de 2.

Le débit de pointe « Q<sub>pte</sub> » donnée par la formule doit être corrigé par le coefficient d'influence :

$$\left[ \frac{M}{2} \right]^{0.7b(f)} \dots\dots\dots (V-26)$$

$$Q'(F)_{\text{corrigé}} = Q(F)_{\text{brut.m}} \dots\dots\dots (V-27)$$

**Tableau V-5 : Coefficient d'influence en fonction du coefficient d'allongement**

$M = \frac{L}{\sqrt{A}}$							
<b>m</b>	1.5	1.3	1.2	1	0.9	0.8	0.76

Dans les zones fortement urbanisées et dépourvues de relief, le débit trouvé pour la période décennale sert de base pour la détermination des débits pluviaux correspondants aux périodes de retour supérieures en multipliant le premier par un coefficient correctif « n ». Ce coefficient augmente car la plus forte pluie a un temps de retour grand, donc pour augmenter le débit, il faut que « n » soit supérieur à « 1 ».

**&- Le temps de concentration :**

D'après Desbodes, le temps de concentration devient :

$$T_c = 0,28 \times M^{0.84} \times I^{-0.41} \times A^{0.51} \times Q_p^{-0.29} \dots\dots\dots (V-28)$$

Avec: T<sub>c</sub> (min) ; I (mm /mm) ; A (ha) ; Q<sub>p</sub> (m<sup>3</sup>/s).

**&- Coefficient d'allongement :**

Le coefficient d'allongement d'un sou bassin est définie 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, d'où on a :

$$M = \frac{L}{\sqrt{A}} \dots\dots\dots (V-29)$$

D'où :

M : Coefficient d'allongement du sou bassin.

L : Longueur du plus long parcours hydraulique (m).

A : Surface du sou bassin considéré (m<sup>2</sup>)

**&- La pente moyenne du bassin versant :**

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

$$I = \frac{C_{nam} - C_{nav}}{L} \dots\dots\dots (V-30)$$

Avec :

Cam : cote amont du collecteur (m).

Cav : cote aval du collecteur (m).

L : longueur du collecteur (m).

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

A <sub>éq</sub>	$A = \sum_{i=1}^N A_i$	$A = \sum_{i=1}^N A_i$
C <sub>éq</sub>	$C_{req} = \frac{\sum_{i=1}^N C_{ri} \cdot A_i}{\sum_{i=1}^N A_i}$	$C_{req} = \frac{\sum_{i=1}^N C_{ri} \cdot A_i}{\sum_{i=1}^N A_i}$
I <sub>éq</sub>	$I_{éq} = \left[ \frac{\sum_{i=1}^N I_i}{\sum_{i=1}^N \left( \frac{L_i}{\sqrt{I_i}} \right)} \right]^2$	$I_{éq} = \left[ \frac{\sum_{i=1}^N I Q_i}{\sum_{i=1}^N Q_i} \right]^2$
M <sub>éq</sub>	$M = \frac{\sum L_i}{\sqrt{A_i}}$	$M = \frac{L_{Q. \max}}{\sqrt{A_i}}$

$$I_{éq} = \left[ \frac{\sum_{i=1}^N L_i}{\sum_{i=1}^N \left( \frac{L_i}{\sqrt{I_i}} \right)} \right]^2 \dots\dots\dots (V-31)$$

### Groupement des bassins versants en série ou en parallèle :

On a plusieurs sous bassins qui présente des pentes partielles et des coefficients d'allongement différents, on doit déterminer les caractéristiques de chaque groupement de sous bassins à l'aide des formules, ces formules diffèrent selon la hiérarchie des sous bassins constituant le groupement.

Les bassins sont soit en parallèle soit en série.

#### Tableau V-6 : Formules du groupement des bassins versants en série ou en parallèle

Avec :

- $A_{eq}$ ,  $C_{eq}$ ,  $I_{eq}$ ,  $M_{eq}$  : sont les paramètres du bassin équivalent.
- $A_i$ ,  $C_i$ ,  $I_i$ ,  $L_i$ ,  $Q_i$  : sont les paramètres individuels du sous bassin (i) considéré seul.
- $\sum L_i$  : Somme des parcours hydrauliques des sous bassins.
- $\sum A_i$  : Somme des surfaces des sous bassins.
- $L_{Q,max}$  : Longueur du parcours hydraulique qui nous donne le débit maximal.

**NB :** Les résultats de calcul des pentes moyennes et des coefficients d'allongements sont reportés dans l'annexe n°1.

#### V.3.2.1- Critique de la méthode superficielle :

-Les débits livrés par la méthode de Caquot sont sensiblement supérieurs (surestimation) en comparaison avec ceux de la méthode rationnelle. Ce surplus des débits donné par la méthode superficielle est dû essentiellement aux conditions de calcul, notamment les tronçons disposés en parallèle, ainsi que l'effet implicite du temps de concentration et qui ne relève pas le comportement plus au moins réel du réseau.

- Le modèle de groupement des bassins, peut conduire à des anomalies :

- Pour les bassins en série, il peut arriver que le débit de pointe du bassin équivalent soit inférieur au maximum des débits de pointe des sous bassins. Donc on prend :  $Q_p = \text{Max}(Q_i)$ .
- Pour les bassins en parallèle, il peut arriver que le débit de pointe du bassin équivalent soit supérieur à la somme des débits de pointe des sous bassins, ce qui est impossible. Donc on prend :  $Q_p = \sum Q_i$ .

#### V.3.2.2- Validité de la méthode superficielle :

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 %.

#### V.3.3- Choix de la méthode de calcul :

Pour choisir la méthode du calcul la plus adéquate, on doit prendre en considération les limites et les critiques de chaque méthode qui conviennent avec les caractéristiques de notre agglomération du point de vue :

- Surface : 73.3 km<sup>2</sup>.

- Pente : 5 %.
- Coefficient de ruissellement : 0,4889.

Alors, on opte pour la méthode superficielle pour l'évaluation des débits pluviaux.

#### V.4-Calcul des débits pluviaux :

##### &- Calcul des coefficients a(f) et b(f) :

L'intensité moyenne de pluie peut être représentée approximativement par la formule

$$i(t, f) = a(f)t^{b(f)} \dots\dots\dots (V-32)$$

Où :

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

Et MONTANARI donne la formule de l'intensité comme suit :

$$I_t(F) = \left[ \frac{P_{24}}{24.60} \right] \left[ \frac{t}{24.60} \right]^{b-1} \dots\dots\dots (V-33)$$

Avec :

$P_{24}(F)$  : Précipitation maximale journalière de fréquence F.

T : Durée de l'averse  $t=15$  mn = 0,25 heure.

b : Exposant climatique de la région  $b=0,37$ .

Par analogie on peut adopter les coefficients : a(F) et b(F). Donc :

$$b(F)=b-1 \dots\dots\dots (V-$$

$$34) a(F) = \frac{P_{24}(F)}{24.60} \cdot \frac{1}{(24.60)^{b-1}} \dots\dots\dots (V-$$

35)

##### ➔ Application numérique

$$b(F)=b-1=0,37-1=-0,63 \dots\dots\dots (V-36)$$

$$a(F) = \left( \frac{117.8}{24.60} \right) \cdot \frac{1}{(24.60)^{-0,63}} = 7.99 \dots\dots\dots (V-37)$$

$$P_{24}(F) = 117.8 \text{ mm/j} \dots\dots\dots (V-38)$$

##### &- Détermination des coefficients K.U.V.W :

$$K = \frac{0,5^{b(F)} \cdot a(F)}{6,6} = \frac{0,5^{-0,63} \cdot 7,99}{6,6} = 1.87 \dots\dots\dots (V-$$

39)

$$U = 1 + 0,287 \cdot b(F) = 1 + 0,287 \cdot (-0,63) = 0,82 \dots\dots\dots (V-40)$$

$$V = -0,41 \cdot b(F) = (-0,41) \cdot (-0,63) = 0,26 \dots\dots\dots (V-41)$$

$$W = 0,95 + 0,507 \cdot (b(F)) = 0,95 + 0,507 \cdot (-0,63) = 0,63 \dots\dots\dots (V-42)$$

D'où la formule superficielle pour la région de Tiberguent est :

$$Q(F) = 2,145 I^{0,317} \cdot Cr^{1,220} \cdot A^{0,768} \dots\dots\dots (V-43)$$

**&- Détermination du facteur correcteur m :**

$$Q'(F)_{\text{corrigé}} = Q(F)_{\text{brut}} \dots \dots \dots (V-44)$$

Avec :

$$m = \left[ \frac{M}{2} \right]^{0.84b(f)} \dots \dots \dots (V-45)$$

M : Coefficient d'allongement du sou bassin.

**Tableau V-7 : Débits des eaux pluviaux à évacuer**

N° SB	SI (ha)	Cr	L (m)	I	M	m	Q (m3/S)	Q' (m3/S)
1	8,03	0,24	603,9	0,02489	2,131116	0,9595658	0,5776256	0,5542698
2	4,21	0,25	378,40	0,052699	1,844208	1,054127	0,4690013	0,4943870
3	7,05	0,32	442,7	0,033512	1,667304	1,1255369	0,8158503	0,9182696
4	10,73	0,35	1204,3	0,039332	3,676502	0,6731887	1,3219889	0,8899481
5	10,91	0,67	2366,8	0,021197	7,165650	0,436268	2,4306193	1,0604014
6	10,68	0,35	1932,4	0,035414	5,913201	0,4942933	1,2741550	0,6298063
7	4,46	0,39	330,6	0,069467	1,199657	1,3940629	0,9205748	1,2833392
8	5,80	0,59	653,7	0,022708	2,714341	0,8199504	1,3094477	1,0736821
9	5,92	0,76	1072,1	0,057822	4,406509	0,5984225	2,4363880	1,4579895
10	5,82	0,55	635	0,055271	2,632159	0,8365011	1,5977259	1,3364995
11	5,71	0,67	947,5	0,045438	3,965164	0,6409139	1,8825086	1,2065260
12	10,23	0,63	1738,1	0,03610	5,436874	0,5220264	2,5407895	1,3263592
13	6,74	0,48	744,2	0,04445	2,866551	0,7913811	1,4136039	1,1186994
14	3,54	0,68	959	0,0512	5,097027	0,5443941	1,3789904	0,7507143

**&- Calcul des débits totaux pour chaque sous bassin :**

Tableau V-8 : Débits totaux pour chaque sous bassin

N° du SB	Surface (ha)	$Q_t^{EU}$ (l/s)	Qi pluvial (l/s)	Qi total (l/s)	Qi total (m <sup>3</sup> /s)
1	8,03	7,02733333	7027,33333	7034,36067	7,03436067
2	10,68	1,48866667	1488,66667	1490,15533	1,49015533
3	10,23	3,31206667	3312,06667	3315,37873	3,31537873
4	6,74	4,79166667	4791,66667	4796,45833	4,79645833
5	4,46	9,325	9325	9334,325	9,334325
6	5,80	4,76666667	4766,66667	4771,43333	4,77143333
7	5,92	4,79366667	4793,66667	4798,46033	4,79846033
8	5,71	4,76566667	4765,66667	4770,43233	4,77043233
9	5,82	5,74166667	5741,66667	5747,40833	5,74740833
10	10,91	4,08852333	4088,52333	4092,61186	4,09261186
11	3,54	4,87916667	4879,16667	4884,04583	4,88404583
12	4,21	8,30183333	8301,83333	8310,13517	8,31013517
13	10,73	4,12916667	4129,16667	4133,29583	4,13329583
14	7,05	3,07083333	3070,83333	3073,90417	3,07390417

**Conclusion :**

Dans ce chapitre, on a fait l'évaluation des débits de rejets de notre agglomération: débits des eaux usées de différentes natures domestiques et d'équipements, et débits des eaux pluviales à partir d'un partage d'agglomération en 14 sous bassin d'où chaque sous bassin a un coefficient de ruissellement et un coefficient d'allongement spécifique qui caractérise chaque sous bassin .

D'après les résultats obtenus dans cette phase, on peut dire que zone d'étude n'est pas une zone industrielle, tel que les débits des eaux usées ne représentent qu'une fraction des débits pluviaux.

# **Chapitre VI :**

**Calcul hydraulique du  
réseau d'assainissement**

## **VI.1- Introduction :**

Après avoir passé l'étape d'évaluation des débits à évacuer (le chapitre précédent), l'étape présente est le calcul hydraulique qui consiste à dimensionner le réseau d'assainissement et plus exacte le dimensionnement des ouvrages du réseau (collecteurs et regards).

Ce calcul hydraulique doit respecter certaines normes d'écoulement et conditions d'implantation des réseaux d'assainissement.

## **VI.2- Conditions d'implantation des réseaux d'assainissement :**

La profondeur des ouvrages doit permettre le raccordement des immeubles riverains au moyen des branchements. En général, le drainage des caves et sous-sols est exclu, dans la mesure où cette position entraînerait un approfondissement excessif du réseau, les effluents éventuels en provenance devraient être relèves vers ce dernier.

Par ailleurs, cette profondeur doit être faite de façon à ce que le recouvrement soit compatible avec le type d'ouvrage envisagé et la nature des charges à supporter.

## **VI.3- Conditions d'écoulement et de dimensionnement :**

L'écoulement en assainissement est gravitaire dans la mesure du possible, donc il est tributaire de la topographie du terrain naturel, la vitesse de cet écoulement ne doit pas être érosive, au même temps il doit assurer l'auto-curage.

Pour l'auto-curage il faut assurer :

- une vitesse minimale de 0,3 m/s pour le (1/100) du débit de pleine section avec un diamètre minimal de 300 mm ;
- Une vitesse de 0,6 m/s pour le (1/10) de ce même débit.

Si les conditions d'auto-curage ne sont pas satisfaites il faut prévoir soit la mise en place de chasses automatique, soit l'utilisation périodique des engins du curage.

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 a conduits à poser des limites supérieures aux vitesses admissibles. Donc, il est déconseillé de dépasser des vitesses de l'ordre de (4 à 5) m/s.

Si la pente du terrain est trop forte, il y aura lieu de ménager du décrochement dans le profil en long des ouvrages par l'introduction des regards de chute.

## **VI.4- Conception du réseau d'assainissement :**

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

Les collecteurs : doivent pouvoir transporter en tout temps la totalité des débits apportés par les conduites qu'ils desservent.

Ils sont définis par leurs :

- Emplacements (en plan).
- Profondeurs.
- Dimensions (diamètre intérieur et extérieur).
- Pentes.

- Joints et confections.

Les regards : de visite et de jonction sont également définis par leur :

- Emplacements.
- Profondeurs.
- Côtes.

## VI.5- Dimensionnement du réseau d'assainissement :

### VI.5.1- Débit :

Après avoir évalué le débit total (voir chapitre IV) pour chaque sous bassin, on le répartira proportionnellement au développement du réseau pour chaque conduite. On obtiendra ainsi les valeurs des débits en route sur chaque deux regard d'une distance L.

#### a) Pour chaque sous bassin :

Le débit unitaire est donné par la formule suivante :

$$Q_{\text{moy uni}} = Q_t / \Sigma L \dots\dots\dots (VI-1)$$

Tel que :

- $Q_{\text{moy uni}}$  : Débit moyen unitaire en (l/s/ml).
- $Q_t$  : Débit total rejeté par chaque sous bassin en (l/s).
- $\Sigma L$  : Somme des longueurs des tronçons de chaque sous bassin en (m).

#### b) Pour chaque tronçon :

Le débit de route est donné par la formule suivante :

$$Q_{\text{moy t}} = Q_{\text{moy uni}} \times L \dots\dots\dots (VI-2)$$

Tel que :

- $Q_{\text{moy t}}$  : Débit moyen de chaque tronçon en (l/s).
- $Q_{\text{moy uni}}$  : Débit moyen unitaire (l/s/ml).
- $L$  : Longueur du tronçon en (m).

### VI.5.2- Formules d'écoulements :

Il y a plusieurs formules qui ont été développées pour exprimer l'écoulement :

#### a) Formule de CHEZY

$$V = C \sqrt{R_h \cdot I} \dots\dots\dots (VI-3)$$

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 :

$$C = \frac{87}{1 + \frac{\gamma}{\sqrt{R_h}}} \dots\dots\dots (VI-4)$$

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

$\gamma = 0,06$  pour les collecteurs d'eaux pluviales.

$\gamma = 0,16$  pour les collecteurs d'eaux usées.

**b) Formule de MANNING STRICKLER :**

$$V = K_s R_h^{2/3} \sqrt{I} \dots\dots\dots (VI-5)$$

Avec :

$K_s$  : Coefficient de rugosité de Manning-Strickler, sa valeur dépend du type de l'ouvrage utilisé, son matériau et son état.

$$K_s = 26 \left( \frac{1}{d_{65}} \right)^{1/6} \dots\dots\dots (VI-6)$$

Où :

$d_{65}$  : est le diamètre en mètre correspondant à 65 % passant en poids.

**VI.5.3- Mode de calcul**

Avant de procéder au calcul hydraulique du réseau d'assainissement gravitaire, on considère les l'hypothèse suivantes :

- ✚ L'écoulement est uniforme à surface libre, le gradient hydraulique de perte de charge est égal à la pente du radier.
- ✚ La perte de charge engendrée est une énergie potentielle égale à la différence des côtes du plan d'eau en amont et en aval.
- ✚ Les canalisations d'égouts dimensionnées pour un débit en pleine section  $Q_{ps}$  ne débitent en réalité et dans la plupart du temps que des quantités d'eaux plus faibles que celles pour lesquelles elles ont été calculées.

Avant de procéder au calcul hydraulique du réseau on définit les paramètres suivants :

- Périmètre mouillé (P) : c'est la longueur du périmètre de la conduite qui est au contact de l'eau (m).
- Section mouillée (S) : c'est la section transversale de la conduite occupée par l'eau (m<sup>2</sup>).
- Rayon hydraulique ( $R_h$ ) : c'est le rapport entre la section mouillée et le périmètre mouillé. (m).
- Vitesse moyenne (v) : c'est le rapport entre le débit volumique (m<sup>3</sup>/s) et la section (m<sup>2</sup>).

**➔ Etapes du calcul :**

1- Détermination du débit :

L'écoulement dans les collecteurs est un écoulement à surface libre régi par la formule de la continuité :

$$Q = V.S \dots\dots\dots (VI-7)$$

Avec :

Q : Débit (m<sup>3</sup>/s).

S : Section mouillée (m<sup>2</sup>).

V : Vitesse d'écoulement (m/s) (Cette vitesse se calcule par différentes expressions).

Pour le dimensionnement de notre réseau, on utilise la formule qui nous donne la vitesse moyenne. Si on choisit la formule de Chézy, la vitesse en (m/s) est déterminée par l'expression :

$$V = C * \sqrt{RI} \dots\dots\dots (VI-8)$$

Où :

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

R (m) : Rayon hydraulique.

C : Coefficient de Chézy, le coefficient de Chézy est donné par la formule de Manning :

**Formule de Manning :**

Manning propose quant à lui une autre formule pour lier le coefficient de la rugosité n au rayon hydraulique, de façon plus simple que la formule de Bazin.

$$c = \frac{1}{n} * R^{\frac{1}{6}} \dots\dots\dots (VI-9)$$

n : étant un coefficient d'écoulement qui varie suivant les matériaux employés et la nature des eaux transportées. Ce coefficient d'écoulement des eaux d'égouts différent évidemment de celui utilisé pour les eaux potables.

**Tableau VI-1 :** Coefficient de rugosité de Manning et Strickler pour divers types de matériaux

Fossé à parois en herbe	0,03	33
Fossé à parois en terre	0,025	40
Canal en maçonnerie	0,016	63
Conduite en béton	0,013	75
Conduite en fibre-ciment	0,012	83
Conduite en fonte ou en grés	0,011	90
Conduite en PVC	0,011	90

2- Détermination du diamètre normalisé :

Avec la pente et le débit on tire le diamètre normalisé :

$$D_{cal} = \left( \frac{3,2036n \cdot Q_i}{\sqrt{I_i}} \right)^{\frac{3}{8}} \dots\dots\dots (VI-8)$$

Tel que:

- Dcal: Diamètre de la conduite en (m).
- Qt : Débit de chaque tronçon en (m<sup>3</sup> /s).
- I : Pente de chaque tronçon en (m/m).
- n : Coefficient de rugosité de Manning dépend de la nature des matériaux employés.

D'après le tableau précédent de valeurs de n :

- n = 0,011 (conduite en PVC).
- n = 0,013 (conduite en béton).

Après e calcul de diamètre on doit le normaliser :

- ◆ Si : D<sub>cal</sub> ≤ 300 alors D<sub>nor</sub> = 300
- ◆ Si : 300 < D<sub>cal</sub> ≤ 400 alors D<sub>nor</sub> = 400
- ◆ Si : 400 < D<sub>cal</sub> ≤ 500 alors D<sub>nor</sub> = 500
- ◆ Si : 500 < D<sub>cal</sub> ≤ 600 alors D<sub>nor</sub> = 600
- ◆ Si : 600 < D<sub>cal</sub> ≤ 800 alors D<sub>nor</sub> = 800
- ◆ Si : 800 < D<sub>cal</sub> ≤ 1000 alors D<sub>nor</sub> = 1000
- ◆ Si : 1000 < D<sub>cal</sub> ≤ 1200 alors D<sub>nor</sub> = 1200
- ◆ Si : 1200 < D<sub>cal</sub> ≤ 1500 alors D<sub>nor</sub> = 1500
- ◆ Si : 1500 < D<sub>cal</sub> ≤ 1800 alors D<sub>nor</sub> = 1800
- ◆ Si : 1800 < D<sub>cal</sub> ≤ 2000 alors D<sub>nor</sub> = 2000
- ◆ Si : D<sub>cal</sub> > 2000 alors n doit doubler les conduites.

3- Détermination de vitesse pleine section :

Le calcul de vitesse pleine section se fait en fonction du diamètre normalisé (D<sub>nor</sub>), la pente (I) de chaque tronçon et la nature du matériau de conduite (n), en utilisant la formule suivante :

$$V_{ps} = 1/n \cdot \left( \frac{D_{nor}}{4} \right)^{\frac{2}{3}} \cdot \sqrt{I} \dots\dots\dots (VI-9)$$

4- Détermination du débit plein section :

Après le calcul de vitesse pleine section, il nous reste seulement le calcul de débit plein section, en utilisant la formule suivante :

$$Q_{ps} = \pi \cdot \frac{D^2}{4} \cdot V_{ps} \dots\dots\dots (VI-10)$$

Alors, on peut déterminer la vitesse moyenne d'écoulement ( $V_{moy}$ ), la vitesse minimale d'écoulement ( $V_{min}$ ), la hauteur de remplissage moyenne ( $H$ ) et la hauteur de remplissage minimale ( $H_{min}$ ) dans la canalisation, et ça à partir de paramètres hydrauliques.

Les paramètres hydrauliques :

- Rapport des débits :  

$$R_q = \frac{Q_t}{Q_{ps}} \dots\dots\dots (VI-11)$$
- Rapport des vitesses :  

$$R_v = \frac{V_{moy}}{V_{ps}} \dots\dots\dots (VI-12)$$
- Rapport des hauteurs :  $R_H = \frac{H}{D_{nor}} \dots\dots\dots (VI-13)$

Avec:

- Q : Débit véhiculé par la conduite circulaire. (m<sup>3</sup>/s)
- V : Vitesse d'écoulement de l'eau m/s.
- h : Hauteur de remplissage dans la conduite (m).
- Q<sub>ps</sub> : Débit de pleine section (m<sup>3</sup>/s)
- V<sub>ps</sub> : Vitesse à pleine section (m/s)
- D : Diamètre normalisé de la conduite (mm).

Le calcul des vitesses et des hauteurs (à partir des paramètres hydrauliques) :

$$\checkmark R_v = V / V_{ps} \quad \Rightarrow \quad V = R_v V_{ps} \dots\dots\dots (VI-14)$$

$$\checkmark R_h = H / D_{nor} \quad \Rightarrow \quad H = R_h D_{nor} \dots\dots\dots (VI-15)$$

$$\checkmark R_{v \min} = V_{\min} / V_{ps} \quad \Rightarrow \quad V_{\min} = R_{v, \min} V_{ps} \dots\dots\dots (VI-16)$$

$$\checkmark R_{h \min} = H_{\min} / D_{nor} \quad \Rightarrow \quad H_{\min} = R_{h \min} D_{nor} \dots\dots\dots (VI-17)$$

Avec :

- ✚ V<sub>min</sub> : Vitesse d'écoulement correspondant au débit des eaux usées (m/s).
- ✚ h<sub>min</sub> : Hauteur de remplissage dans la conduite correspondant au débit des eaux usées.
- ✚ Q<sub>ps</sub> : Débit de pleine section (m<sup>3</sup>/s).
- ✚ D : Diamètre nominal (mm).

D'après la méthode des régressions polynomiales, nous avons établi les relations entre R<sub>q</sub> et R<sub>v</sub>. Ainsi entre R<sub>q</sub> et R<sub>h</sub>.

Les relations sont les suivantes :

$$\bullet \quad R_v = 0.18 + 13.02 R_q - 177.41 R_q^2 + 1453.71 R_q^3 - 7013.42 R_q^4 + 20892.22 R_q^5 - 39519.42 R_q^6 + 47540.26 R_q^7 - 35211.58 R_q^8 + 14635.093 R_q^9 - 2611.51 R_q^{10} \dots\dots\dots (VI-18)$$

$$\bullet \quad R_h = 0.029 - 0.86 R_q^{0.5} + 32.7 R_q - 336.44 R_q^{1.5} + 1923.42 R_q^2 - 6621.64 R_q^{2.5} + 14266.02 R_q^3 - 19348.04 R_q^{3.5} + 16030.81 R_q^4 - 7406.85 R_q^{4.5} + 1461.66 R_q^5 \dots\dots\dots (VI-19)$$

**NB : Le tableau du calcul hydraulique est représenté dans l'annexe n° 02**

**Conclusion :**

Dans ce chapitre, on a calculé les caractéristiques dimensionnelles des collecteurs qui sont résumés dans le tableau du calcul hydraulique que l'on a mentionné précédemment on a calculé les diamètres et on a vérifié la vitesse d'autocurage et la vitesse d'écoulement en respectant les normes et les exigences de dimensionnement du réseau d'assainissement.

D'après le tableau du calcul hydraulique, on a plusieurs notes, citons :

- Les diamètres des collecteurs sont compris entre 300 mm et 1200 mm ;
- Après la comparaison des valeurs de nouveaux diamètres obtenus avec celles des diamètres du réseau existant, on constate que les collecteurs principaux sont sous dimensionnés et ne répondront pas aux futurs besoins de l'agglomération (car on a pris en considération les eaux pluviales (réseau unitaire));
- Comme il y a une absence des tronçons, des maisons ne sont pas assainies on a projeté des nouveaux collecteurs ;
- Il existe des pentes faibles, où les conditions d'autocurage ne sont pas vérifiées, pour cela on est obligé de changer les profondeurs à ces derniers ;
- Comme on a rencontré des regards non identifiés, donc on est obligé de proposer des profondeurs à ces derniers.

# **Chapitre VII :**

**Les éléments constitutifs  
du réseau d'égout**

## **Introduction :**

Un réseau d'assainissement présente un ensemble constitué des organes dont chacun est le complémentaire des autres en fonction du rôle qu'il joue. Il a pour objet la collecte des eaux usées et pluviales et les véhiculent dans les meilleures conditions. La propriété est d'assurer le transfert vers l'unité de rejet ou de traitement tout en garantissant la sauvegarde du milieu naturel.

Pour assurer le bon fonctionnement de notre réseau, il est nécessairement utile de dimensionner certains ouvrages indispensables.

Dans ce chapitre, on va définir tous les ouvrages du réseau d'égout nécessaire pour le bien structuré et mettre en place le service assainissement.

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

### **Ouvrages principaux :**

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

### **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 (déversoirs d'orage, regards, des bouches d'égouts...).

## **VII.2- Les ouvrages principaux :**

### **VII.2.1- Les canalisations :**

Elles se présentent sous plusieurs formes :

- a) *Conduite circulaire* : préfabriquée en usine, elle est désignée par leur diamètre nominal (intérieur) en millimètre ; elle est réservée pour les faibles sections pour des diamètres inférieurs à 800 mm.
- b) *Conduite ovoïde* : désignée par leur hauteur minimale en centimètre. Elle remplace la conduite circulaire dans le cas où la section est de diamètre supérieur à 800 mm pour éviter les problèmes de dépôts problème d'auto curage); mais comme inconvénient, cette conduite s'incline sous les effets de charge (résiste mal au charge extérieure).

### **&- Le choix du type de canalisation :**

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

- De la pente du terrain.
- Des diamètres utilisés.
- De la nature du sol traversé (stabilité, agressivité, ...).
- De la nature chimique des eaux usées transportées.
- Des effets extérieurs dus sur remblai.

### VII.2.2- Les types de canalisations :

Il existe plusieurs types de conduites qui sont différents suivant leurs matériaux et leurs destinations.

- Selon la nature du matériau de conduites, on distingue :

#### VII.2.2.1 -Conduite en béton non armé :

Les conduites en béton non armé sont fabriquées mécaniquement par un procédé assurant une compacité élevée du béton (compression radiale, vibration, centrifugation, etc.). La longueur ne doit pas dépasser 2,50 m.

Elles ont une rupture brutale ; mais, à moins que la hauteur de recouvrement soit insuffisante, elle survient aux premiers âges de la canalisation. Il est déconseillé d'utiliser les tuyaux non armés pour des canalisations visitables, sous voirie...

#### VII.2.2.2- Conduite en béton armé :

Les conduites en béton armé sont fabriquées mécaniquement par un procédé assurant une compacité élevée du béton (centrifugation, compression radiale, vibration, etc.).

Pour appeler cette conduite : « conduite en béton armé », elle doit comporter deux séries d'armatures :

- Des génératrices : sont des barres droites disposées en parallèle le long des canalisations ;
- Des spires en hélice continues, d'un pas régulier maximal de 15 cm, la longueur utile ne doit pas être supérieure à 2 m.

### &- Caractéristiques géométriques des conduites en béton armé :

Tableau VII-1 : Caractéristiques des conduites en béton armé

800	66-116
1000	66-116
1200	71-121
1400	119-146
1500	150
1600	130-158
1800	133-177
2000	141-194

#### VII.2.2.3- Conduite en amiante-ciment :

L'amiante est un matériau interdit. Cette conduite est une composition d'un mélange de ciment Portland et d'amiante en fibre fait en présence d'eau qui permet d'obtenir un matériau composite que l'on désigne par l'expression « fibres-ciment ».

### &- La fabrication de cette conduite se fait selon deux modes d'assemblage

- Assemblage avec emboitement.
- Assemblage sans emboitement 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.

Des ouvrages de très grande taille peuvent être fabriqués avec ce matériau.

L'avantage de ce type de matériau composé « fibre-ciment » est d'offrir : des dispositions constructives homogènes, constituées de pièces appelées « manchons » (canalisation courte avec un système de joints souples).

#### **VII.2.2.4-Conduite en grès artificiels :**

Le grès servant à la fabrication des conduites est constitué à parts égales d'argiles et de sables argileux cuits entre 1200 et 1300 °C.

Les conduites sont fabriquées par extrusion. A la température de cuisson, l'ensemble subit la fusion pâteuse et se vitrifie. Les conduites en grès de bonne qualité, sonnées au maillet, rendent un son clair.

Le matériau obtenu est très imperméable : il est inattaquable par les agents chimiques, à l'exception de l'acide fluorhydrique.

L'utilisation des conduites en grès est recommandée dans les installations industrielles. Mais en aucun cas elle ne devrait être préconisée en réseau public sous le prétexte que le grès peut admettre des effluents agressifs.

La longueur minimale utile des conduites est de 1 m.

#### **VII.2.2.5- Conduite en fonte :**

La conduite à fonte a une base de composition de fonte, ce qui rendent les conduites inoxydables et solides, et par conséquent s'imposent à titre de sécurité.

Elles sont utilisées généralement au niveau des raffineries de pétrole pour évacuer les eaux usées industrielles.

#### **VII.2.2.6- Conduite en chlorure de polyvinyle (PVC) non plastifié :**

Les conduites 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 doit en être tenu compte au moment de la pose. La longueur minimale est de 6 m.

#### **VII.2.2.7- Choix du type de canalisation :**

Pour notre projet, on va utiliser les conduites de type PVC (PN6) de profil circulaire (pour les conduites de diamètre inférieur ou égale à 600 mm) et les conduites de type béton armé de profil circulaire (pour les conduites de diamètre égale ou supérieure à 800 mm).

Et ça grâce aux nombreux avantages qu'elles présentent tel que : la résistance, l'étanchéité, la pose et l'assemblage facile, la disponibilité sur le marché national...

#### **VII.2.4-Les joints :**

Les joints constituent des composants essentiels de nombreux produits techniques. La plupart du temps, s'avèrent indispensables pour le bon fonctionnement des canalisations d'assainissement et ils sont toujours situés aux endroits critiques du système technique.

Le choix judicieux des assemblages est lié à la qualité du joint. Ce dernier est en fonction de la nature des eaux et leur adaptation vis-à-vis de la stabilité du sol et en fonction de la nature des conduites et de leurs caractéristiques (diamètre, épaisseur).

Il y a plusieurs types des joints, et selon le matériau de canalisation, on peut distinguer :

- **Les joints des conduites:**

Pour les conduites en béton armé, on a différents types des joints à utiliser :

a)- **Joint Rocla** : Ce type assure une très bonne étanchéité pour les eaux transitées et les eaux extérieures, ce joint est valable pour tous les diamètres.

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

c)- **joint torique** : S'adapte bien pour les sols faibles, il représente une bonne étanchéité si la pression n'est pas élevée, il est utilisé pour des diamètres 700-900 mm.

d)- **joint à collet** : Le bourrage se fait au mortier de ciment, il n'est que dans les bons sols, à pente faible.

e)- **joint plastique** : Joint étanche et résistant même s'il est en charge, la présence du butée en bitume et la bague ou manchon en matière plastique contribuent à la bonne étanchéité, s'adapte à presque tous les sols si la confection est bien faite.

f)- **joint mécanique** : Le joint mécanique est destiné à réunir le bout uni d'une conduite avec un manchon de scellement, ou avec un raccord dans le cas de conduite en pression.

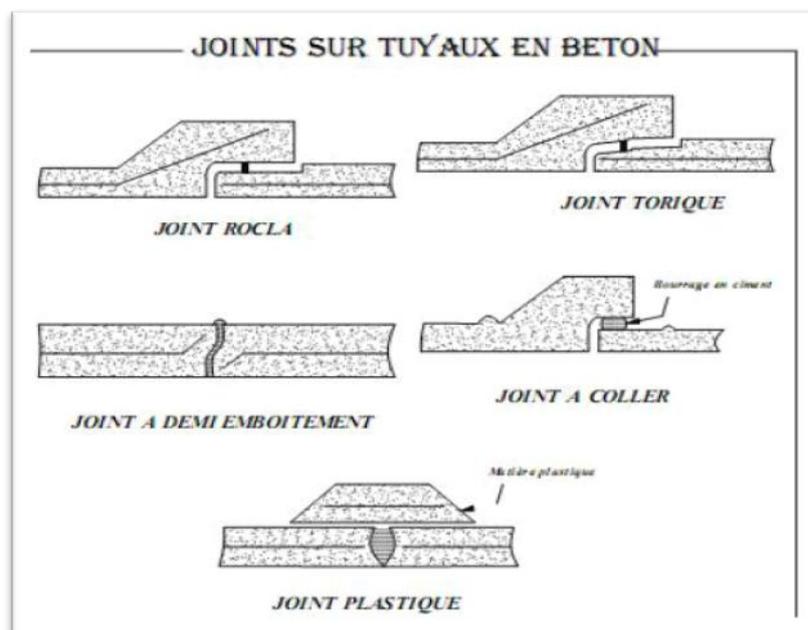


Figure VII-1 : Différents types des joints

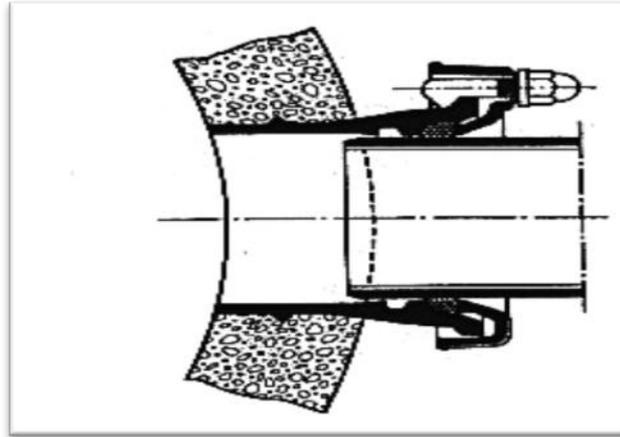


Figure VII-2 : Joint mécanique

### VII.2.5-Différentes actions supportées par la conduite :

Il y a plusieurs actions extérieures et intérieures supportées par les canalisations, alors le choix du matériau de conduite doit être judicieux et les canalisations doivent être sélectionnées pour lutter contre ces actions :

#### ■ Actions mécaniques :

Ces actions sont le résultat de l'agressivité et les frottements des particules (sable, gravier) présentes dans l'eau évacuée et qui forment du remblai et du radier des canalisations. Ces actions engendrent le phénomène d'érosion du essentiellement a des grandes vitesses et qui peut provoquer la détérioration des parois.

#### ■ Actions statiques :

Ces actions sont dues aux surcharges fixes ou mobiles comme : le remblai, les trafics routiers, les mouvements de l'eau dans les canalisations.

#### ■ Actions chimiques :

Ces actions sont dues à la présence des agents chimiques dans les eaux d'origine industrielle. Elles se passent généralement à l'intérieur des canalisations.

### VII.2.6- Protection des conduites :

Toute canalisation fabriquée avec un tel matériau subit a des actions précédentes, doit être protégée.

Les moyens de la lutte contre ces actions sont :

- Les temps de séjour des eaux usées dans les canalisations doivent être réduits au maximum.
- L'élimination des dépôts doit s'opérer régulièrement car ces derniers favorisent le développement des fermentations anaérobies génératrices d'hydrogène sulfuré ( $H_2S$ ) qui est le principal facteur de la corrosion de la partie sèche de la canalisation.
- Une bonne aération permet d'éviter les condensations d'humidité sur les parois et de réduire ainsi la teneur en  $H_2S$ .

- Le revêtement intérieur des conduites par le ciment lumineux ou le ciment sulfaté avec un dosage suffisant dans le béton (300 à 350 kg/m<sup>3</sup> de béton).
- L'empêchement de l'entrée des sables par implantation des bouches d'égout.
- Le rinçage périodique des conduites.

### **VII.2.7- Les essais des conduites préfabriquées :**

Avant d'entamer la pose des canalisations et assurer ces bons fonctionnements, il est obligatoire de faire quelques essais notamment :

- Essai à l'étanchéité.
- Essai à l'écrasement.
- Essai à la corrosion.

#### **&- Essai à l'étanchéité :**

C'est un essai qui permet de vérifier l'étanchéité de canalisation, et pour objectif d garantir le transport de la totalité des eaux usées et/ou pluviales vers leur exutoire et d'empêcher l'infiltration des eaux parasites.

L'essai à l'étanchéité est obligatoire à l'usine et sur chantier.

- ❖ A l'usine : la conduite est maintenue debout, remplie d'eau, la diminution du niveau d'eau ne doit pas dépasser 2 cm en 24 heures.
- ❖ Sur le chantier : l'un des trois essais suivants peut être envisagé.

1) Essai à l'eau : effectuée pendant 30 minutes pour les faibles diamètres ; ainsi que pour les joints, la pression est augmentée jusqu'à 3 bars.

2) Essai à la fumée : cet essai ne peut être effectué qu'en absence de vent et que si la conduite n'est pas humide.

3)- Essai à l'air : sous pression de 1 bar pendant 30 minutes, et sous une pression de 0.5 bar durant 3 minutes, pour les conduites circulaires.

Risques si le réseau n'est étanche :

- La pollution du terrain naturel par exfiltration.
- La pénétration des racines.
- L'affaissement du sol par lessivage de la zone d'enrobage de la canalisation conduisant à la dégradation prématurée de l'ouvrage.
- La pénétration d'eaux parasites perturbant le fonctionnement du réseau et de la station d'épuration.

#### **&- Essai à l'écrasement :**

Les canalisations doivent résister aux charges permanentes de remblais d'une part, aux surcharges dans les zones accessibles aux véhicules routiers d'autre part, ce qui nous oblige 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 conduite. La mise en marche est effectuée jusqu'à la rupture par écrasement. A une vitesse de 1000 daN/m de longueur et par minute. Cet essai permet de déterminer la charge de rupture.

### **&- Essai à la corrosion :**

Les eaux 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<sub>2</sub>S) 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.

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.

### **VII.3-Ouvrages annexes :**

Les ouvrages annexes participent au réseau au même titre que les canalisations, et les services à en attendre notamment en exploitation rationnelle et correcte du réseau d'assainissement.

Les ouvrages annexes sont considérés selon deux groupes distincts :

- Les ouvrages normaux.
- Les ouvrages spéciaux.

#### **VII.3.1-Les ouvrages normaux :**

Les ouvrages normaux sont des ouvrages courants indispensables en amont ou sur les cours des réseaux, ils assurent généralement la fonction de recette des effluents ou d'accès au réseau. On les divise en trois types des ouvrages :

- Des branchements.
- Des ouvrages de surface et recueillis.
- Des ouvrages d'accès au réseau (regards).

##### **VII.3.1.1- Les branchements :**

Les branchements doivent assurer les meilleures conditions d'hygiène pour l'habitation, en effet les branchements doivent être équipés de dispositifs étanches et des canalisations capables de résister au moins à la pression résultant de la dénivellation mesurée depuis le niveau de la voie publique.

Un branchement comprend trois parties :

1)- Le regard de façade, il doit être disposé en bordure de la voie publique et au plus près de la façade de la propriété raccordée pour permettre un accès facile aux personnels chargés de l'exploitation et du contrôle du bon fonctionnement.

2)- Les canalisations de branchement, elles sont de préférence raccordées suivant une oblique inclinée à 45° ou 60° par rapport à l'axe général du réseau public.

3)- Le dispositif de raccordement, ils sont liés à la nature et aux dimensions du réseau public.

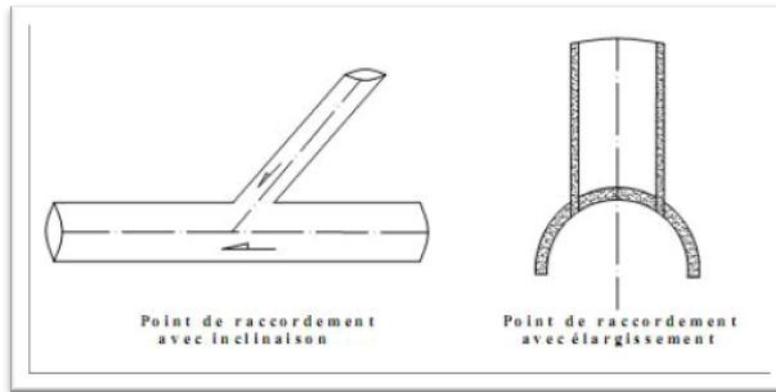


Figure VII-3 : Les branchements

### VII.3.1.2-Les ouvrages de surface et recueillis :

Ces ouvrages sont destinés en général, à la recueille des eaux pluviales, on distingue :

- Les ouvrages de recueille et de transport : les fossés, les caniveaux ;
- Les ouvrages de recueillie proprement dite, en tête et sur les cours du réseau principal : les bouches d'égouts.

#### &- Les fossés :

Les fossés sont destinés à la recueillie des eaux provenant des chaussées en milieu rural. Ils sont soumis à un entretien périodique.

#### Les caniveaux :

Les caniveaux sont destinés à collecter jusqu'à des bouches d'égout les eaux de la voirie. En cas d'existence d'u trottoir, ils sont constitués par une bordure ou par une surface pavée ou une dalle préfabriquée.

#### Les bouches d'égout :

Ce sont des ouvrages qui servent à l'absorption et la rétention des eaux de surface (eaux pluviales et de l'eau de lavage des chaussées).

Elles sont utilisées aux points bas des caniveaux, soit dans le trottoir (absorption du coté latéral) soit dans la chaussée (absorption par le haut).

La distance entre deux bouches d'égout est en moyenne de 50m, la section d'entrée est en fonction de l'écartement entre les deux bouche afin d'absorber le flot d'orage venant de l'amont. Elles peuvent être classées selon deux critères :

- La manière de recueillir des eaux.
- La manière dont les déchets sont retenus.

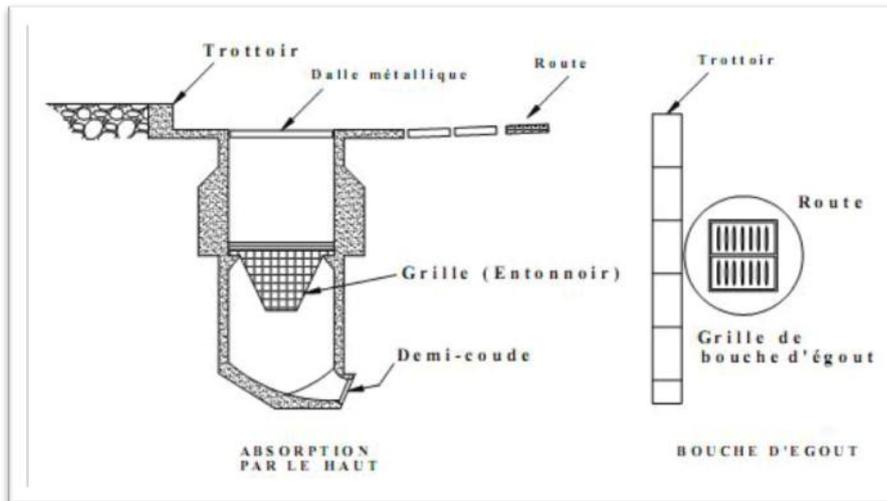


Figure VII-4 : Les bouches d'égout (absorption par le haut)

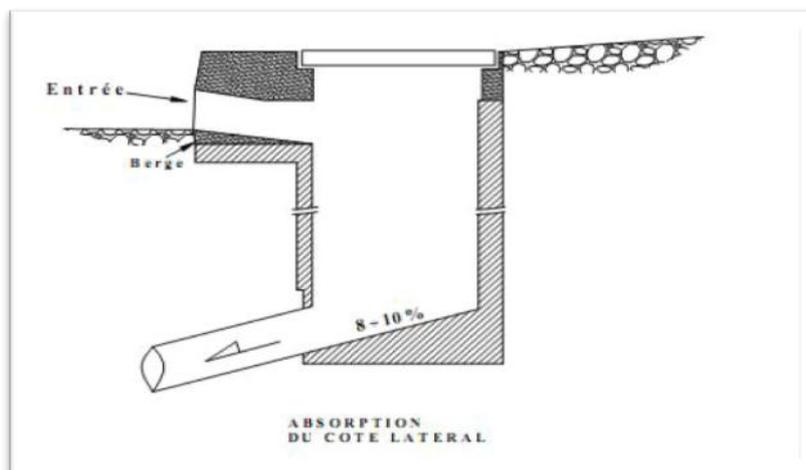
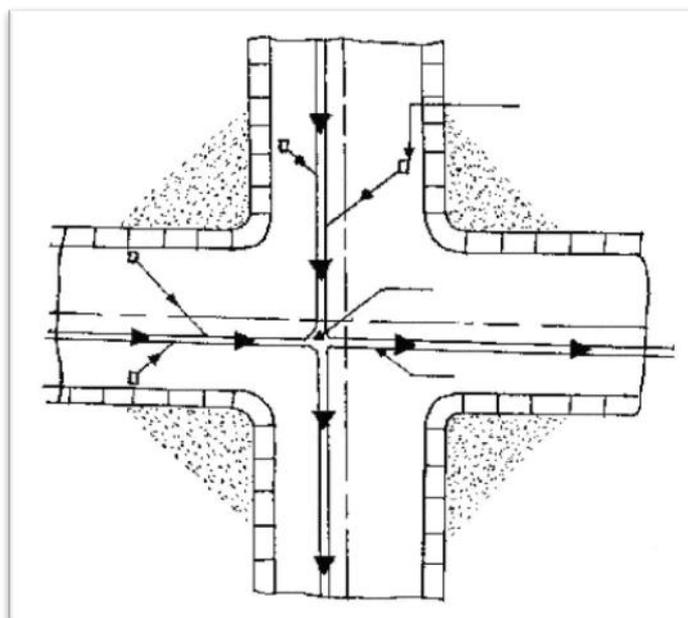


Figure VII-5 : Les bouches d'égout (absorption du côté latéral)



**Figure VII-6 : Emplacement des bouches d'égout**

**VII.3.1.3- Les ouvrages d'accès au réseau (les regards) :**

Les regards : sont des ouvrages qui permettent l'accès aux ouvrages visitables, pour le débouchage, le nettoyage, la surveillance et l'aération du réseau. L'emplacement et la distance entre deux regards varient avec :

- La topographie du site (la pente).
  - La nature des ouvrages.
- Dans le cas des grands ouvrages visitables, la distance entre deux regards varie entre 200 et 300 m.
- Dans le cas des terrains à pente régulière (ligne droite), la distance varie de 50 à 80 m.
- Dans le cas des terrains accidentés, la distance varie de 35 à 50 m.

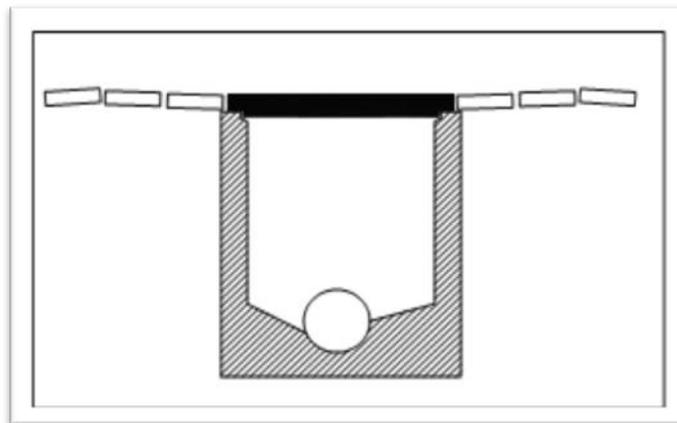
**&- La disposition des regards :**

Un regard doit être installé sur les canalisations :

- A tous les points de jonction.
- Au changement de direction.
- Au changement de pente des canaux.
- Au changement de diamètre.
- Aux points de chute.

**&- Regard simple :**

- Pour le raccordement des conduites de même diamètre ou diamètre différent.
- Pour la ventilation des raccordements.
- Pour la visualisation des eaux parasites.
- Le nettoyage et la gestion.



**Figure VII-7 : Regard simple**

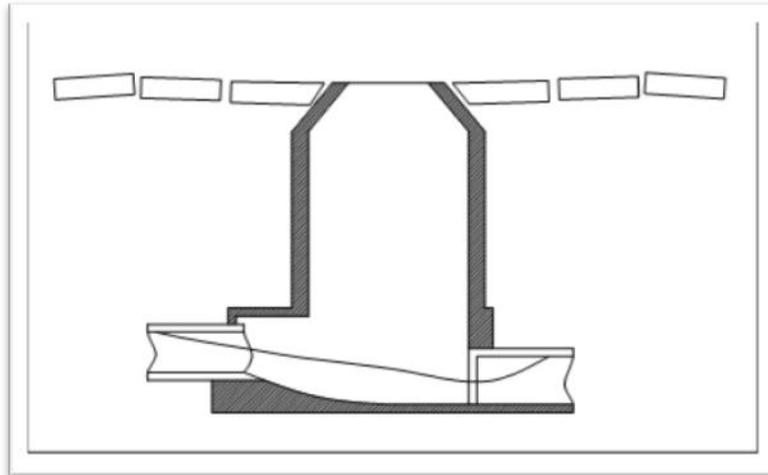
**&- Regard de jonction :**

Ces regards forment le point d'unification de deux collecteurs (raccordement) de même diamètre ou non.

**NB :** Si on a un réseau intercommunaux, on peut recevoir de trois à quatre villages par le regard de jonction.

Ils sont construits de telle manière à avoir :

- Une bonne aération des collecteurs de 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.



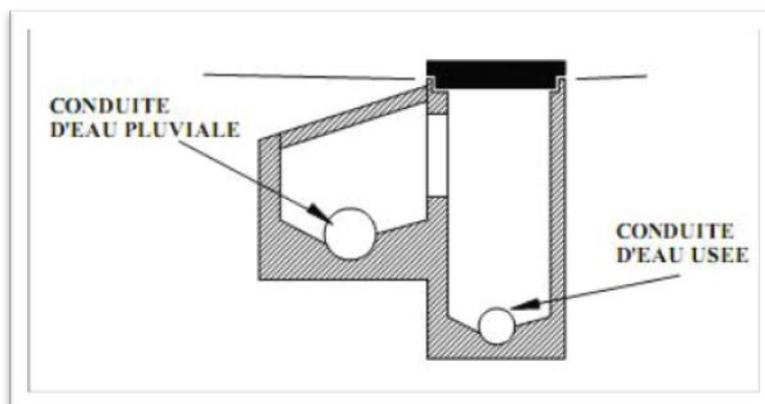
**Figure VII-8 :** Regard de jonction

#### **&- Regard double :**

C'est pour un système séparatif. Dans le quartier où le tracé est commun pour deux canalisations véhiculant les eaux de différentes natures. (Une pour l'eau pluviale et l'autre pour l'eau domestique et industrielle).

Il serait plus avantageux de prévoir un regard commun pour les deux canalisations. Mais, on devrait prendre la précaution à ce que la conduite d'eau pluviale doit être à un niveau supérieur à celui de la conduite des eaux usées.

Ce regard facilite le passage des branchements au niveau de deuxième conduite, et évitera la contamination. Il est préférable que cet ouvrage soit visitable.



**Figure VII-9 :** Regard double

### **&- Regard toboggan :**

En cas d'exhaussement de remous.

### **&- Regard de chute :**

Si on a une forte pente, on fait une chute au niveau des regards. Ce type des regards est nécessaire pour :

- La gestion.
- L'aération du réseau.
- Eviter les contres pentes.

### **&- Regard de visite :**

Les regards de visite à construire sur canalisations pourront être, soit construits à partir d'éléments préfabriqués, soit coulés sur place.

Les éléments de regard préfabriqués ainsi que les regards de visite coulés en place. Ils seront en béton armé pour toutes les profondeurs ; la maçonnerie de blocs est interdite. L'épaisseur minimale des parois est de 15 cm.

Ces regards sont destinés à l'entretien courant et le curage régulier des canalisations tout en assurant une bonne ventilation de ces dernières ; l'intervalle d'espacement est de 35 ml à 80 ml.

**Remarque :** Pour notre projet, nous utilisons nécessairement des regards simples, de jonction et de visite.

## **VII.3.2- Les ouvrages spéciaux :**

### **VII.3.2.1-Les déversoirs d'orage :**

**Définition :** Le 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.

#### **VII.3.2.1.1- Les fonctions du déversoir d'orage :**

Quel que soit le type d'ouvrage :

- Evacuer sans surverse et sans remous le débit des eaux usées du temps sec.
- Evacuer sans surverse le débit critique (débit des eaux usées et pluviales).
- Surverse le débit excédentaire de pluie et d'orage sans mise en remous nuisible du réseau amont et sans surcharge excessive en débit du réseau aval.
- Assurer le partage du flux polluant entre milieu naturel et collecteur aval.
- Assurer la fonction du By-pass ou ouvrage d'échange (pour distribuer vers la gauche et vers la droite).
- By-pass séparateur : prélever les eaux de temps sec pour les envoyer vers un égout d'eaux usées.

#### **VII.3.2.1.2- Le positionnement des déversoirs d'orage :**

La construction d'un déversoir d'orage résulte théoriquement d'une étude économique, en plus de considérations techniques.

Il ne peut y avoir de déversoir que s'il y a un émissaire pouvant recevoir les eaux d'un collecteur de décharge, aussi bien sous l'angle débit que sous l'angle pollution.

Quand c'est le cas, le nombre et la position des déversoirs résultent de comparaisons économiques.

Chaque fois que l'on met un déversoir, on crée un ouvrage coûteux, mais on réduit le diamètre du collecteur aval.

Il n'y a donc pas de règle générale.

Les déversoirs d'orage pourront être placés :

- Sur des collecteurs secondaires afin de limiter les débits d'apport aux collecteurs principaux ;
- A l'entrée d'ouvrages tels que les bassins d'orage, les siphons, etc... ;
- A l'entrée des stations d'épuration.

### VII.3.2.1.3- Les types des déversoirs d'orage :

On distingue différents types de déversoirs d'orage selon :

- La pente.
- Les conditions hydrauliques.
- L'endroit de la décharge.
- L'écoulement.
- La position de la station d'épuration.

**Remarque :** Dans notre cas, on a un déversoir d'orage de type latéral. Pour assurer le fonctionnement de ce dernier, on doit effectuer des curages périodiques pour le mettre en service.

### I- Les ouvrages à seuil déversant :

Dans ces ouvrages, un seuil déversant est prévu qui permet, à partir d'un certain débit arrivant, de dériver une partie de celui-ci par-dessus le seuil.

On essaye ainsi de limiter le débit acheminé vers la station d'épuration à une valeur déterminée, le supplément étant déversé.

Pour mieux contrôler le débit à partir duquel le déversoir doit fonctionner et mieux limiter le débit acheminé vers la station d'épuration, on prévoit souvent en plus un étranglement sur le collecteur de départ (masque ou tronçon de diamètre réduit appelé tronçon d'étranglement) : cela permet de caler plus haut la cote du seuil déversant.

Tenant compte de la présence ou non de cet étranglement, on distingue deux grandes catégories :

- Déversoir à seuil haut.
- Déversoir à seuil bas.

#### 1)- Déversoir à seuil haut :

Ce type est caractérisé par la présence de l'étranglement de conduite, son diamètre est calculé pour faire passer juste le débit demandé pour la STEP, au-delà il se déverse.

➔ **Les avantages de déversoir à seuil haut**

- Tranquillisation d'écoulement.
- Meilleure connaissance des conditions hydrauliques (en amont et en aval).
- Calcul aisé.
- Système à retenir lorsque le régime dans le collecteur d'arrivée est fluvial ou si le ressaut peut être admis à l'amont de l'ouvrage.
- Envoyer une plus forte fraction des flux vers la STEP notamment, grâce à la reprise des dépôts.
- Ne pollue pas le milieu naturel.

➔ **Les inconvénients du déversoir à seuil haut :**

- Vitesse d'approche plus faible (niveau d'eau  $h_{STEP}$  est élevé).

2)- **Déversoir à seuil bas :**

Le déversoir à seuil bas en quelque sorte une ouverture faite latéralement dans un collecteur.

➔ **Les inconvénients de déversoir à seuil bas**

- Les conditions hydrauliques de l'amont à l'aval de déversement sont très variées selon : la pente du radier du collecteur (ouverture latéral).
- Différentes configurations de la ligne d'eau au droit du déversoir d'orage : ce qui explique les différentes formules proposées par les auteurs.
- Pollution déversée plus importante pendant la reprise des dépôts (polluer le milieu naturel).
- N'atteint pas de l'énergie cinétique.
- Risque de ne pas contrôler le débit déversé.

**NB :** De point de vue hydraulique, le fonctionnement des déversoirs d'orage à seuil haut est beaucoup mieux connu que celui des déversoirs à seuil bas.

**II- Déversoir latéral :**

On peut avoir ce type dans les cas suivants :

- Le terrain à faible pente.
- Le cas où les eaux usées ne sont pas trop polluées.
- Lorsque la STEP est située dans le même sens que l'écoulement.
- Déversoir parallèle au sens d'écoulement.

**L'inconvénient de ce déversoir :**

C'est Le coefficient de débit est faible ( $m$  ne dépasse pas 0,37), car la hauteur de la lame d'eau n'est pas uniformément répartie et qui l'on doit corriger par  $3/2$ .

**III- Déversoir frontal :**

On peut avoir ce type dans les cas suivants :

- Le terrain à forte pente (briser l'énergie cinétique).

- Lorsque les eaux usées sont polluées.
- Lorsque l'écoulement est perpendiculaire au déversoir.
- Lorsque la STEP est du côté latéral du collecteur.

#### **IV- Déversoir à seuil latéral à conduite aval étranglée :**

La conduite de décharge peut aller vers : un collecteur, un autre sous bassin, un bassin de retenue d'eau pluviale ou un exutoire.

L'avantage de la conduite étranglée est de contrôler le débit, et de permettre de donner le débit demandé par la STEP (limiter le débit dirigé vers la STEP).

#### **V- Déversoir à seuil latéral et à conduite aval libre :**

Ce type de déversoir assurera un débit aval constant quel que soit le débit déversé.

On fait ce déversoir dans deux cas :

- Si à l'amont de ce déversoir il y a un autre déversoir et ces déversoirs sont en série, donc le deuxième déversoir sera plus protégé que le premier dans le cas où il y a des averses très élevées ;
- Si à l'entrée de la STEP, il y a un déversoir.

#### **VI- Déversoir latéral double :**

C'est un déversoir qui contient une cunette qui joue le rôle d'augmenter la vitesse quand le débit minimum arrive.

#### **VII- Déversoir du fond :**

C'est rarement utilisé, pour des pentes qui dépassent 8 %.

Il est caractérisé par :

- Un rendement faible.
- Le problème d'obturation par des corps volumineux (le cas d'un grand débit) et comme précaution, on fait des grilles.

#### **VII.3.2.1.4- Dimensionnement du déversoir d'orage :**

Pour notre cas, on a un seul déversoir d'orage de type latéral.

Pour le calcul du déversoir d'orage à seuil latéral, on doit passer par des étapes suivantes :

##### **1/ Calcul du débit total :**

Le débit total ou le débit de dimensionnement qui égale la somme des débits en temps sec ( $Q_{US}$ ) et du débit pluvial ( $Q_P$ )

$$Q_T = Q_P + Q_{US} \dots \dots \dots (VII-1)$$

Le débit total est en ( $m^3/s$ ).

##### **2/ Calcul du débit critique :**

$$Q_{cri} = Z \times Q_T \dots \dots \dots (VII-2)$$

Tel que :

Z est le coefficient de retardement, qui est pour but de diminuer des débits pluviaux.

$$Z = 1 - \frac{t_c}{100} \dots\dots\dots (VII-3)$$

Avec :

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

**3/ Calcul du débit de pointe transité vers le collecteur de rejet qui transporte les eaux vers le bassin de décantation :**

$$Q_{bd} = d \times Q_{US} \dots\dots\dots (VII-4)$$

$d$  = coefficient de dilution, pour notre cas, nous optons pour la triple dilution c'est à dire une partie d'eau usée domestique pour deux parties d'eau pluviale ( $d=3$ ).

**4/ Calcul du débit rejeté vers l'oued :**

$$Q_R = Q_T - Q_{bd} \dots\dots\dots (VII-5)$$

**5/ La hauteur de la lame déversée  $H_d$  :**

$$H_{dev} = H_{tcr} - H_{bassin} \dots\dots\dots (VII-6)$$

$$R_q = \frac{Q_{cr}}{Q_{ps}} \dots\dots\dots (VII-7)$$

$$R_q = \frac{Q_{bassin}}{Q_{ps}} \dots\dots\dots (VII-8)$$

$R_q = 0,79$  ;  $R_q = 0,52$

6/ D'après l'abaque de calcul de  $R_h$  et  $R_q$  (représenté dans l'annexe n°04), on tire  $R_h$  pour chaque rapport des débits :

$R_q = 0,79$  implique :  $R_h = 0,69$ .

$R_q = 0,52$  implique :  $R_h = 0,51$ .

$$H_{tcr} = \text{Diamètre} \times R_{hc} \dots\dots\dots (VI.9)$$

$$H_{bassin} = \text{Diamètre} \times R_{hbassin} \dots\dots\dots (VI.10)$$

$$H_{tcr} = 0,69 \times 1,200 = 0,828 \text{ m}$$

$$H_{bassin} = 0,51 \times 0,6 = 0,306 \text{ m.}$$

$$H_{dev} = 0,522 \text{ m} = 52,2 \text{ cm.}$$

7/ La longueur du seuil déversant ( $L$ ) est calculée suivant la formule de Bazin :

Comme on a un déversoir de type latéral, alors :

$$L = \frac{Qd}{\mu (2g)^{0.5} H_d^{1.5}} \dots\dots\dots (VII-11)$$

$$L = 7,03792 \text{ m.}$$

Avec :

- $\mu$  : coefficient de débit de la lame déversant qui tient compte de l'écoulement  $\mu = 0,37$  pour le déversoir latéral.
- $L$  : La longueur du déversoir (longueur de la lame déversant) exprimée en mètres.
- $g$  : La pesanteur :  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$
- $H_d$  : La hauteur de charge en m au-dessus du seuil du déversoir.

Alors les données de base sont :

- Diamètre d'entrée :  $D_e = 1200 \text{ mm.}$
- Débit total à l'entrée :  $Q_{pl} = 5,2325 \text{ m}^3/\text{s.}$

- Débit à pleine section :  $Q_{ps} = 8,23 \text{ m}^3/\text{s}$ .
- Débit du temps sec :  $Q_{ts} = 0,0325 \text{ m}^3/\text{s}$ .
- Débit d'eau pluviale :  $Q_{pl} = 5,200 \text{ m}^3/\text{s}$ .
- Débit de pointe allant vers le bassin :  $Q_{bd} = 0,0975 \text{ m}^3/\text{s}$ .
- Débit rejeté vers l'oued:  $Q_R = 5,135 \text{ m}^3/\text{s}$ .
- La pente du collecteur :  $I = 0,011 \text{ m/m}$ .
- Hauteur d'eau à l'entrée :  $H_e = 0,83 \text{ m}$ .

#### **&- Ouvrages annexes des déversoirs d'orage :**

##### **- Les grilles et les dégrilleurs :**

Pour éviter l'intrusion d'éléments susceptibles de perturber l'écoulement ; il convient de placer les dégrilleurs à l'entrée des déversoirs d'orage.

Leur rôle est de retenir les corps les plus volumineux transportés par les effluents Pluviaux ou par les effluents d'eaux usées lors de leur écoulement dans le réseau.

Ces ouvrages sont très efficaces en amont des bassins de dessablement, les déversoirs d'orage et les stations de relevage.

Les grilles servent à retenir les matières grossières charriées par l'eau qui pourraient nuire à l'efficacité du traitement. Elles se composent des grilles à barreaux placés en biais dans le canal et sont en fer plat simple ou profilé ou bien en fer rond.

Pour éviter des inondations lors de l'engorgement de la grille par des pluies soudaines ou un maniement est attentif, chaque grille est équipée d'un by-pass.

La vitesse d'écoulement entre les barreaux de la grille ne doit pas dépasser (0,5 à 1,5) m/s.

Les grilles peuvent être fixes ou mobiles, avec nettoyage installé à des profondeurs faibles. On distingue des grilles verticales et inclinées. L'écartement (e) entre les barreaux de la grille est fonction de la finesse de tamisage qu'on désire obtenir.

Dans certaines installations l'encrassement des grilles crée une perte de charge qui fait monter le niveau amont.

Dans notre projet les grilles seront placées juste à l'entrée des déversoirs d'orage.

##### **&- Dessableur :**

Les dessableurs sont des ouvrages qui permettent d'éliminer les matières facilement décantables qui sont véhiculées par les eaux usées et pluviales (le plus souvent du sable).

Il pourra néanmoins être nécessaire de les placer sur le réseau d'assainissement pour la protection des ouvrages contre :

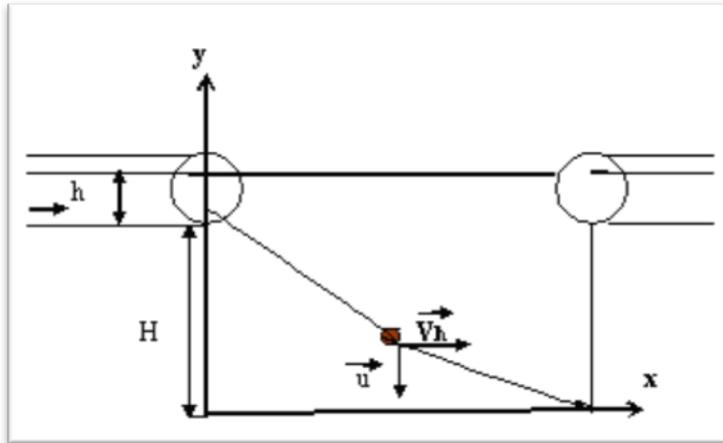
- Le frottement au niveau des collecteurs et pompes.
- Les pertes en volume utilisables dues aux dépôts qui se forment rapidement.

##### **- Les différents types de dessableur :**

Les dessableurs sont toujours placés à l'aval des grilles et à l'amont des décanteurs primaires dans les stations d'épuration, au niveau du siphon à point bas ; et à l'amont des déversoirs d'orage.

##### **\*- Dessableur couloir**

C'est un canal avec une partie élargie. L'entrée doit être construite de telle façon que la vitesse soit réduite avec une répartition de vitesse au niveau de cette partie élargie aussi régulière que possible où une vitesse de 0,3 m/s puisse être maintenue.



**Figure VII-10:** Schéma du dessableur couloir

**Avec :**

- h : Hauteur de remplissage dans la conduite.
- $V_h$  : Vitesse de passage de l'eau (m/s).
- u : Vitesse de sédimentation (cm/s).
- H : Hauteur de dessableur (m).

Quelques vitesses de sédimentation en fonction des diamètres des particules :

Tableau VII-2 : Vitesses de sédimentation en fonction des diamètres des particules

200	29
1,5	23
1	17
0,8	14
0,5	10
0,4	7
0,2	3
0,1	1
0,05	0,2

**&- Exemple de dimensionnement d'un bassin de dessablement**

A l'entrée du bassin, nous avons :

$$y = u \cdot t \dots\dots\dots (VII-12)$$

$$x = v \cdot t = \frac{v}{u} \cdot t \dots\dots\dots (VII-13)$$

**Avec :**

- $u$  : représente la composante de la vitesse de chute d'une particule.
- $v$  : vitesse de l'eau à l'entrée du bassin.

Le calcul de la largeur nécessite, la connaissance de la vitesse de sédimentation ( $u$ ) des particules supposées sphériques.

$$u = \left[ \frac{4}{3} g \frac{d(\rho_d - \rho_c)}{c\rho_c} \right]^{0,5} \dots\dots\dots (VI-14)$$

Où :  $d$  : Diamètre de la particule.  
 $\rho_d$  : Masse volumique de la particule.  
 $\rho_c$  : Masse volumique du fluide.

$C$  : coefficient de frottement :  
 -Si  $Re = (v \times d)/\nu < 1 \Rightarrow C = 24/Re \dots\dots\dots (VII-15)$

-Si  $0,5 < Re < 200 \Rightarrow C = \frac{24}{Re} + \frac{3}{Re} + 0.034 \dots\dots\dots (VII-16)$

- Le temps de chute théorique dans un bassin de hauteur  $H$  :  $t = H/u$
- La longueur minimale du bassin :  $L = v \times t = Hv/u \dots\dots\dots (VII-17)$

**VII.3.2.2-Bassin de décantation :**

La décantation, procédé qu'on utilise dans pratiquement toutes les usines d'épuration et de traitement des eaux, a pour but d'éliminer les particules en suspension dont la densité est supérieure à celle de l'eau. Ces particules s'accumulent au fond du bassin, d'où on les extrait périodiquement. L'eau récoltée en surface est dite clarifiée.

Il existe différents types de décanteurs parmi ceux il y a les décanteurs classiques et les décanteurs lamellaires.

Les décanteurs classiques sont caractérisés par la surface de décantation égale à la surface de base.

Les décanteurs lamellaires consistent à multiplier dans un même ouvrage les surfaces de séparation eau/boues en disposant dans la zone de décantation des faisceaux lamellaires parallèles et inclinés par rapport à l'horizontale.

**Remarque :**

- ✚ vu que l'état vétuste de la majorité des collecteurs (l'état physique et l'état hydraulique des collecteurs) qui sont construit en béton armé, on a remplacé ce matériau des collecteurs dégradés par le PVC (pour les diamètres inférieure ou égale à 600 mm)  
 Vu les avantages qu'elles présentent telle que :
  - les canalisations en PVC résistent parfaitement aux émanations d'H<sub>2</sub>S et de ses dérivées ;
  - les canalisations en PVC sont insensibles à toute forme de corrosion électrochimique due aux terrains traversés ;

- les canalisations, tubes et raccords en PVC, garantit une étanchéité absolue et une résistance excellente, leurs légèreté et fiabilité assurent une souplesse d'installation et une rapidité de pose.
- ✚ Après redimensionner le déversoir d'orage existant avec le nouveau débit, on a vérifié leur bon fonctionnement en utilisant les conditions de Bazin qui sont les suivantes :
  - $0.08 \text{ m} < H_{\text{déversée}} < 0.7 \text{ m}$  ;
  - $L > 4H_{\text{déversée}}$  ;
  - $0.2 \text{ m} < H_{\text{seuil}} < 2 \text{ m}$ .
- ✚ Pour faciliter les opérations de curage et assurer une meilleure sécurité à notre réseau, nous avons procédé à l'implantation et au dimensionnement des divers éléments constitutifs, tel que les regards de jonction, visite et de chute, aussi les branchements, les bouchés d'égouts...

### **Conclusion :**

Le but de ce chapitre est de citer tous les éléments constitutifs du réseau d'assainissement que ce soit les ouvrages principaux ou les ouvrages annexes pour bien choisir les éléments les plus adéquats et qui assurent le bon fonctionnement du notre système d'évacuation. Donc, il est nécessaire de faire un bon choix des conduites qui le constituent et ceci la forme et le matériau par lesquels elles sont construites. Ainsi dans notre cas et après avoir exposé les divers types de conduites.

# **Chapitre VIII :**

## **Organisation de chantier**

## **Introduction :**

L'organisation du chantier est l'ensemble des dispositions envisagés pour l'exécution des travaux dans les meilleures conditions possibles et la bonne utilisation des moyens humains , des matériels et des matériaux pour abaisser les couts de productions en favorisant à l'homme et à la machine un contexte favorable de façon à accroitre la productivité.

Pour cela il faut :

- ✚ Comprendre afin de prévoir, d'organiser, de préparer avant d'agir ;
- ✚ Bien exécuter, ordonner et coordonner le programme d'action ;
- ✚ Contrôler pour savoir si nos prévisions étaient valables et que nous pouvons les exécuter pour les prochains chantiers.

L'étude relative à l'organisation du chantier, quelle que soit son importance est une technique utile et bien précise tendant à assurer l'exécution des travaux dans les meilleurs délais avec le moindre cout.

Pour une réalisation optimale il faut suivre les règles de l'organisation du chantier en général.

## **VIII.2-Exécution des travaux :**

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

- Vérification, manutention et stockage des conduites ;
- Décapage de la couche du goudron (si elle existe) ;
- Emplacement des jalons des piquets (piquetage) ;
- Exécution des tranchées et des fouilles pour les regards ;
- Aménagement du lit de pose ;
- La mise en place des conduites ;
- Assemblage des tuyaux ;
- Faire les essais d'étanchéité pour les conduites et les joints ;
- Exécution des regards ;
- Exécution des déversoirs d'orage ;
- Remblai des tranchées.

### **Les actions reçues par les conduites :**

Les conduites enterrées sont soumises à des actions qui sont les suivantes :

- La pression verticale due au remblai ;
- La pression résultant des charges roulantes ;
- La pression résultant des charges permanentes de surface ;
- La pression hydrostatique extérieure due à la présence éventuelle d'une nappe phréatique ;
- Le poids propre de l'eau véhiculée ;
- Le tassement différentiel du terrain;
- Les chocs lors de la mise en œuvre ;
- Action des racines des arbres ;

### VIII.2.1-Vérification, manutention et stockage des canalisations :

Après la réception des produits sur chantier, on doit faire :

- La vérification de la conformité du bon de livraison avec la commande ;
- Le control visuel des produits ;
- La signature de bonne livraison ;
- Le marquage en cas de défaut.

#### Manutention :

Pour éviter tout risque de détérioration et d'incident ultérieur, les tubes 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 tubes en particulier sur les extrémités,

Lors de chargement et transport, nous devons éviter :

- Les manutentions brutales, les flèches importantes, les ballants.
- Tout contact des tubes et des raccords avec des pièces métalliques saillantes. Les Tubes avec emboîture doivent être alternés, les emboîtures doivent dépasser la pile.

#### Lors de déchargement:

Nous devons éviter le déchargement brutal des tubes et des raccords sur le sol est à proscrire.

#### NB :

Il est interdit :

- De rouler sur un terrain accidenté avec un élément suspendu à un engin de chantier ;
- De lever l'élément en utilisant pas toutes les ancres de manutention.

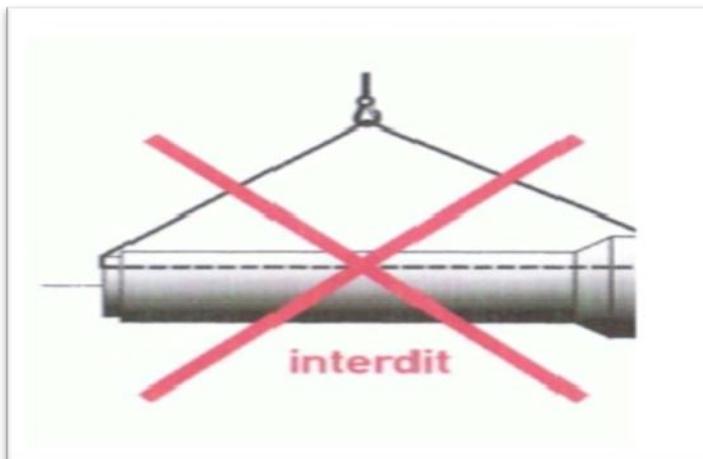


Figure VII-1 : Interdiction lors de manutention

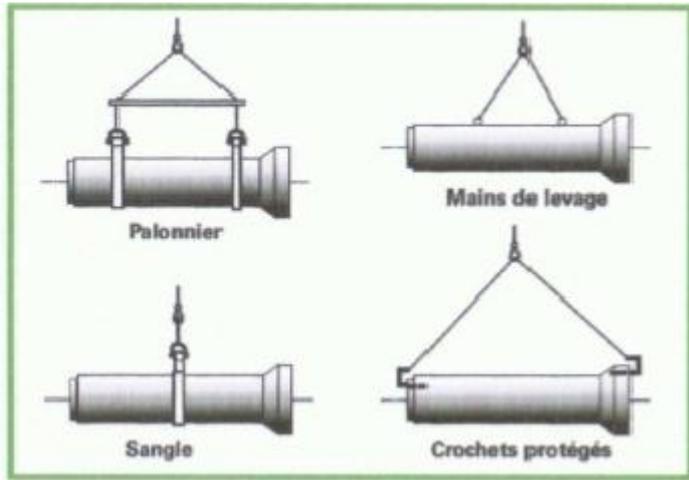


Figure VII-2 : Les ancres de manutention

### Les ancres de manutention sont :

Les tuyaux de diamètre supérieur à 400mm et les regards en dehors des regards sur mesure sont équipés de clous de manutention.

- ✚ Les inserts de manutention sont destinés au déchargement des tuyaux et de regards et à la mise en fouille ;
- ✚ L'angle maximum des élingues est de 60° ;
- ✚ L'effort doit être vertical.

Pour les tuyaux de diamètre 300 et 400 mm non équipés d'ancres, le centre de gravité est repéré d'un trait bleu.

Pour les regards sur mesure utiliser une pince spécifique.

### Le stockage :

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 tubes doit être nivelée et plane afin d'éviter la déformation des tubes.

- L'aire destinée à recevoir les tubes et les raccords doit être nivelée et plane.  
L'empilement doit se faire en alternant les emboîtures et en laissant celles-ci dépasser la pile.
- La hauteur de gerbage doit être limitée à 1.50m
- Les tubes et les accessoires doivent être stockés à l'abri du soleil. (La décoloration du tube n'affecte en rien ses caractéristiques mécaniques).
- Les accessoires ne doivent être déballés qu'au moment de leur utilisation
- Eviter le contact avec l'huile les solvants et autres substances chimiques.
- Le stockage des tubes doit assurer leur protection mécanique et contre la chaleur.

### VIII.2.2-Décapage de la couche végétale:

Si la tranchée est ouverte sous les voies publiques, le décapage est fait avec soin sans dégradation des parties voisines. Le décapage de cette couche se fait par un bulldozer sur une couche de 10cm.

Le volume de la couche décape est :

$$V=B.h.L \text{ (m}^3\text{)} \dots\dots\dots \text{ (VIII-1)}$$

Avec :

B : largeur de la couche végétale (m).

h : hauteur de la couche (m)

L : longueur totale des tranchées (m)

**VIII.2.3-Emplacement des jalons des piquets :**

Suivant les tracés du plan de masse, les jalons des piquets doivent être placés dans chaque point d'emplacement d'un regard à chaque changement de direction ou de pente et à chaque branchement ou jonction de canalisation

**VIII.2.4-Exécution des tranchées et des fouilles pour les regards :**

Pour construire les collecteurs d'assainissement, l'excavation des tranchées et des fouilles est le mode le plus utilisé.

Les travaux d'excavation des tranchées se font mécaniquement, on doit suivre les pentes des conduites même si les tranchées sont très profondes (3 à 4 m). Il faut veiller à ce que la conduite d'assainissement soit plus basse que celle d'eau potable, pour éviter la contamination de l'eau en cas de fuite d'eau usée. Pour les regards et les autres ouvrages, la tranchée sera généralement creusée de façon qu'entre la surface extérieure de la maçonnerie et la paroi de la tranchée reste un espace libre.

**La profondeur 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.

$$H = e + D + h \text{ (m)} \dots\dots\dots \text{ (VIII-2)}$$

Avec : H : Profondeur de la tranchée.

e : Epaisseur du lit de sable.

D : Diamètre de la conduite.

h : Hauteur du remblai

**Largeur de tranchée :**

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.

$$B = D + 2c \dots\dots\dots \text{ (VIII-3)}$$

Avec : B : Largeur de la fouille au fond.

D : Diamètre de la conduite.

c : Espacement entre les parois de la tranchée et la conduite (c = 0,3 m)

**NB :** on doit respecter les largeurs minimales des tranchées par mesure de sécurité ; et économiquement, il n'est pas intéressant d'établir des tranchées trop larges, vu le coût des terrassements ; on s'oriente donc vers l'exécution de fouilles de largeurs minimales.

**Fond de la tranchée :**

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.

**VIII.2.5-Aménagement du lit de pose des canalisations :**

Le fond de tranchée est recouvert d'un lit de pose de 10 cm au minimum sous le fut de la canalisation. Ce lit est dressé à la pente prévue au projet réalisé avec un matériau d'apport propre de granulométrie, de préférence soit rapproché des conditions suivantes :

$$\frac{D_{60}}{D_{10}} \leq 4 \dots\dots\dots (VIII-4)$$

$$1 \leq \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}} \leq 3 \dots\dots\dots (VIII-5)$$

Avec :

- D : étant l'ouverture des mailles qui laissent passer 10, 30, ou 60% de l'échantillon.
- En terrain aquifère, le lit pourra être constitué de gravillons 5/15 ; il peut, s'avérer nécessaire de le consolider en exécutant un drainage à l'aide de drains placés sous de la conduite.
- Si le terrain est instable, des travaux spéciaux se révèlent nécessaire : exécution d'un béton de propreté, de berceaux ou même de dalles de répétition.
- En cas de risque d'entraînement de fines, le lit de pose est enveloppé dans un géotextile mis en œuvre conformément aux prescriptions du fabricant.

**VIII.2.6-Pose de canalisations en tranchées :**

La progression s'effectue généralement de l'aval vers l'amont.

**VIII.2.7-Emboitement des tuyaux :**

De plus, des règles de bonne pratique sont à respecter ; ainsi, il est conseillé :

- D'éviter de poser les tuyaux sur des tasseaux qui concentrent les efforts d'écrasement et les font travailler en flexion longitudinale ;
- De réaliser un fond de fouille bien rectiligne pour que les tuyaux y reposent sur toute leur longueur ;
- De creuser le fond de fouille, lorsque les tuyaux sont à emboitement par collet extérieur sur tout leur pourtour, de façon à éviter que les collets ne portent sur le sol ;
- De placer toujours les tuyaux sur des fouilles sèches ;
- D'éliminer du fond des fouilles tous les points durs (grosses pierres, crêtes rocheuses, vieilles maçonneries...) qui constituent des tasseaux naturels ;

- En sol rocheux, d'approfondir la fouille de 15 à 20 cm et de confectionner un lit de pose bien damé avec des matériaux pulvérulents ou de procéder à une pose sur un bain fluant de mortier ;
- En sols mouvants, marécageux ou organique, de prévoir un appui en béton, éventuellement sur pieux, ou de procéder au remplacement du sol insuffisamment portant ;
- En terrains où l'eau peut ruisseler ou s'accumuler, de confectionner un appui en matériaux pulvérulents capable d'assurer un bon drainage ;
- De réaliser, si possible dans tous les cas, un appui de manière à ce que le tuyau repose sur un arc au moins égal au quart de circonférence extérieure ; plus le diamètre est grand, plus la surface d'appui doit être soignée.

### La mise en place des conduites :

Généralement, la mise en place des conduites se fait par des engins appropriés « pipelayers ».

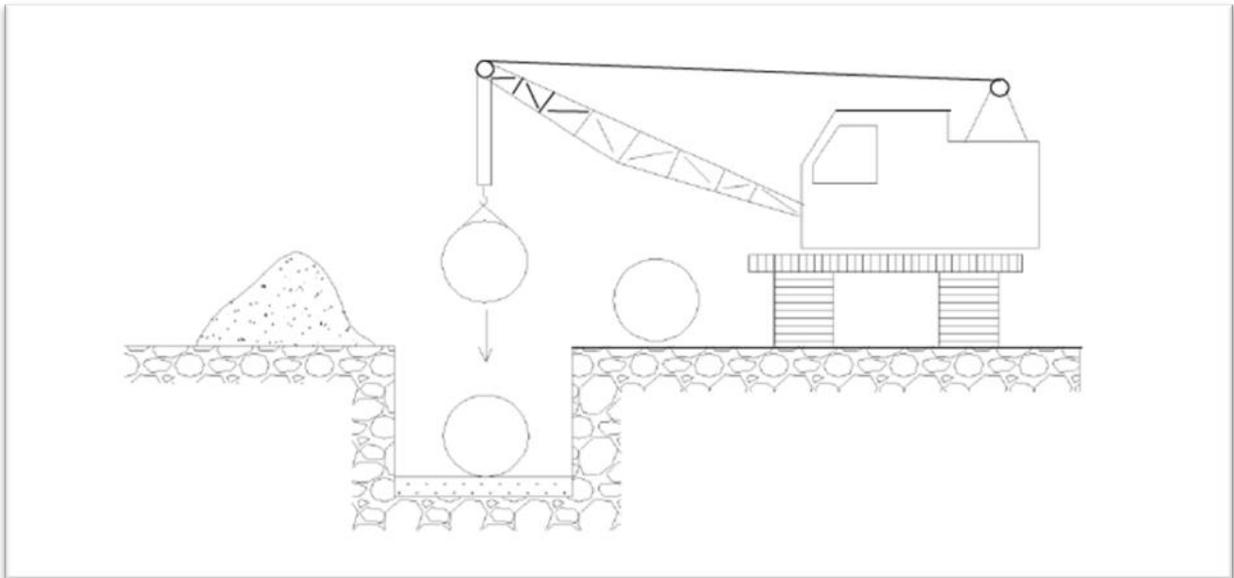


Figure VII-3 : Les pipelayers

### VIII.2.7-Assemblage des tuyaux :

Pour garantir un haut niveau d'étanchéité et la sécurité des installations en présence de température de fonctionnement élevées de fortes pressions et de liquides agressifs, il faut faire l'assemblage des tuyaux. Les joints s'avèrent indispensables pour le bon fonctionnement des conduites d'assainissement.

Pour effectuer la jointure de ces conduites, on doit prendre en considération la section, la forme et la nature du matériau de la conduite.

Les joints des conduites circulaires sont effectués à l'aide d'une bague renforcée d'une armature et coulé sur place à l'intérieur d'une moule.

### **VIII.2.9-Les essais d'étanchéité et les joints :**

Pour assurer une bonne réalisation du réseau d'assainissement, on doit vérifier si le réseau fuit ou ne fuit pas. Cela se fait à l'aide des essais d'étanchéité.

L'essai de l'étanchéité permet de décider si la réception des travaux peut être effectuée, si l'ouvrage réalisé est considéré comme suffisamment étanche, la réception est alors effectuée.

Après la pose de canalisation au fond de la tranchée, l'essai d'étanchéité est effectué en utilisant de l'eau, de l'air ou de la fumée.

### **VIII.2.10-L'exécution des regards :**

Les regards sont généralement de forme carrée dont les dimensions varient en fonction des collecteurs. La profondeur et l'épaisseur varient d'un regard à un autre.

Les différentes opérations pour l'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 ;

### **VIII.2.10-Réalisation du branchement :**

- Le raccordement de la canalisation de branchement à la canalisation principale (généralement un regard) ;
- La canalisation de branchement proprement dite avec une pente au moins égale à 3% ;
- Eventuellement un regard collecteur de branchement ;
- Sur chaque branchement individuel, la boîte de branchement, à la limite du domaine public.

Les branchements comprennent de l'aval vers l'amont,

#### **Le choix des boîtes de branchement :**

Les boîtes de branchement sont de section circulaire ou carrée ;

Les dimensions intérieures de la boîte sont fonction de sa profondeur et de son usage.

#### **Pose de boîtes de branchement :**

La mise en place des boîtes de branchement et es joints s'effectue conformément aux prescriptions du fabricant.

Le raccordement du tuyau à la boîte de branchement doit être souple et étanche.

Le raccordement au mortier est interdit.

Remblaiement et compactage :

Le compactage ne doit pas endommager les produits ;

Vérification de la pertinence du choix des matériels de compactage en fonction :

- De la résistance du fond de tranchée ;
- De la résistance de la canalisation.

Le remblaiement est réalisé après la pose de tous les tuyaux, la pose des regards et la réalisation des raccordements.

Pour le choix du matériau de remblai, il doit être un matériau apte au compactage et propre à assurer une assise efficace au regard.

#### **VIII.2.12-Exécution de remblai :**

Il est indispensable d'assurer un compactage uniforme avec la moitié inférieure du regard. Le remblai est mis en place et compacté par des couches successives (maximum 0.3 m) au moins jusqu'à la hauteur horizontal du regard.

Il est noté que la qualité des travaux en tranchée dépend pour une bonne part de la qualité du compactage.

Selon les natures de sol, afin d'atteindre les objectifs de compactage, il pourra être fait appel à un bureau d'étude de sol qui va déterminer :

- L'épaisseur des couches à compacter,
- Le type de matériel à utiliser,
- Le nombre de passes à effectuer.

#### **Le compactage de tranchée a pour but :**

- D'éviter les tassements différentiels ultérieurs.
- D'éviter une différence de perméabilité trop importante.
- D'assurer une tenue mécanique correcte de la tranchée et de la chaussée attenante (pour les travaux sous voirie existante).

#### **Techniques de remblaiement :**

Remblayer les tranchées se fait aujourd'hui avec différentes techniques. La plus commune reste l'utilisation de matériaux classiques, dits granulaires. Le remblayage se fait avec des outils traditionnels et nécessite l'emploi de compacteurs ou de pilonneurs, du matériel bien souvent fabriqué par des entreprises étrangères. La deuxième technique est l'utilisation de sols améliorés avec des limons chaulés. Pour cela, il faut utiliser des matériaux argilo-calcaire auxquels sont ajoutés de la chaux afin de lui donner du liant.

#### **VIII.2.13-Le choix des engins de terrassement :**

Le choix des engins de terrassement est important car les travaux de terrassement sont une étape cruciale de tout chantier. Ils consistent à modifier le relief d'un terrain en déplaçant des

quantités importantes de matériaux (généralement de la terre), en créant des ouvrages en remblai (ajout de matière) ou en déblai (enlèvement de matière).

Ils se composent généralement de 3 actions principales :

- l'extraction
- le transport
- la mise en œuvre

Pour notre cas, les engins utilisés sont :

### **1- la pelleuse (pelle hydraulique) :**

C'est la reine du chantier et des engins de terrassement.

Elle est essentiellement utilisée pour l'excavation, mais également servir pour des travaux de manutention. Elle est appelée aussi pelle mécanique hydraulique ou excavatrice, est constituée d'un châssis sur chenilles ou pneus, d'une tourelle pivotante à 360°, d'un moteur hydraulique ainsi que d'un bras constitué de 3 équipements : une flèche, un balancier et un godet.

Lorsqu'elle est de petite taille, la pelleuse est souvent appelée mini-pelle. Cette dernière est plus adaptée en zone urbaine ou pour des travaux plus modestes.



Figure VII-4 : La pelleuse

### **2- la chargeuse ou le chargeur :**

Elle fait partie des engins de terrassement les plus populaires. C'est un engin de chantier sur pneus muni de roues imposantes lui permettant la pratique de tous types de terrains. Sa benne de grande taille située à l'avant, aussi appelée godet, peut effectuer des mouvements verticaux et pivoter sur son axe porteur.

Couramment utilisé sur les chantiers de terrassement, le chargeur permet de transporter/déplacer rapidement une quantité non négligeable de matériaux d'un point à un autre.



1

Figure VII-5 : La chargeuse

### 3- le bulldozer :

La principale fonction de cet engin de terrassement est de pousser des matériaux par raclage du sol, par exemple pour niveler un terrain. Il est également utilisé pour pousser une décapeuse (scraper) qui permet d'extraire les matériaux du sol.

Le bulldozer est un tracteur monté sur chenilles ou sur pneus. Il est constitué d'une lame frontale qui peut être abaissée ou levée grâce à deux bras articulés (position basse pour le terrassement et position haute pour le transport). Cette lame est parfois inclinable par pivotement autour d'articulations horizontales.



Figure VII-6 : Le bulldozer

### 4- la décapeuse (ou scraper, ou motor-scraper) :

La décapeuse possède une benne avec tiroir éjecteur, qui se baisse plus bas que le niveau du sol, pour extraire la matière en arasant le sol. Ces **engins de terrassement** ne sont généralement pas autonomes et sont souvent poussés à l'aide d'un bulldozer.

La décapeuse permet de réaliser des volumes supérieurs aux pelleteuses classiques qui chargent des tombereaux et d'imprimer un rythme plus soutenu. Mais, elle ne peut être utilisée que pour du terrassement de masse et pour des chantiers pour lesquels la distance entre l'emprunt et le dépôt est réduite (vitesse de déplacement limitée).



**Figure VII-7 : La décapeuse**

#### **5- le rouleau compacteur :**

C'est l'un des engins de compactage après le remblayage, qui est un engin lourd, qui tasse sous lui grâce à un ou plusieurs rouleaux en fonte.



**Figure VII-8 : Le rouleau compacteur**

#### **Exécution des déversoirs d'orage :**

Après avoir décapé la couche végétale, une opération de piquetage est indispensable avant de commencer les travaux.

Il est nécessaire que les coffrages aient une raideur suffisante pour résister à la pression du béton, surtout au cours de la vibration. Le démontage des coffrages doit se faire sans destruction du béton.

**VIII.2.14-Devis qualitatif estimatif :**

Le devis quantitatif estimatif est le document par lequel il est possible d'estimer le coût des travaux pour la réalisation d'un ouvrage de construction, ou des coûts pour son entretenir futur.

Afin d'avoir une idée sur le coût de réalisation de notre projet, il faut passer par le calcul du devis quantitatif et estimatif.

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

Les différentes tâches effectuées par ordre chronologique sont :

- Les travaux de décapage de la couche de terre végétale.
- L'exécution des tranchées.
- La fourniture et la pose du lit de sable.
- La fourniture et la pose des buses en béton ou en béton armé.
- La construction des regards et des déversoirs d'orage en béton armé.
- Les Tavaux de remblaiement de la tranchée.
- Le transport des sols excédentaires.

**VIII.2.14.1-Détermination des différents volumes :**

**VIII.2.14.1.1-Volume de la couche de terre végétale :**

$$V_{cv} = H_v . L . B \dots\dots\dots (VIII-6)$$

- $V_{cv}$  : Volume de la couche de terre végétale en (m<sup>3</sup>).
- $H_v$  : Profondeur la couche de terre végétale (on prend  $H_v = 0,1$  m).
- $L$  : Longueur totale de la tranchée en (m).
- $B$  : Largeur de la couche de terre végétale en (m).

**VIII.2.14.1.2-Volume des déblais des tranchées :**

$$V_d = B . L . H \dots\dots\dots (VIII-7)$$

- $V_d$  : Volume des déblais des tranchées en (m<sup>3</sup>).
- $B$  : Largeur de la couche du tronçon en (m).
- $L$  : Longueur totale de la tranchée en (m).
- $H$  : Profondeur de la tranchée en (m).

**VIII.2.14.1.3-Volume du lit de sable :**

$$V_{ls} = e . L . B \dots\dots\dots (VIII-8)$$

- $V_{ls}$  : Volume du lit du sable en (m<sup>3</sup>).
- $e$  : Epaisseur de la couche de sable en (m), n prend  $e=0,2$ .

- B : Largeur de la couche du tronçon en (m).
- L : Longueur totale de la tranchée en (m).

**VIII.2.14.1.4-Volume occupé par les conduites :**

$$V_{\text{condt}} = L \cdot \pi \cdot D^2 / 4 \dots\dots\dots (VIII-9)$$

- $V_{\text{cdt}}$  : Volume occupé par les conduites en (m<sup>3</sup>).
- L : Longueur totale de la tranchée en (m).
- D : Diamètre de la conduite en (m).

**VIII.2.14.1.4-Volume occupé par les conduites :**

$$V_r = V_{\text{deb}} - [V_{\text{condt}} + V_{\text{cv}} + V_{\text{ls}}] \dots\dots\dots (VIII-10)$$

- $V_r$  : Volume du remblai en (m<sup>3</sup>).

**VIII.2.14.1.5-Volume excédentaire :**

$$V_{\text{excé}} = V_f - V_{\text{remb}} \dots\dots\dots (VIII-11)$$

- $V_{\text{exc}}$  : Volume du sol excédentaire en (m<sup>3</sup>).
- $V_f$  : Volume du sol foisonné en (m<sup>3</sup>).

Tel que  $V_f = V_{\text{deb}} \cdot K_f \dots\dots\dots (VIII-12)$

- $K_f$  : Coefficient de foisonnement dépend de la nature de sol,

Tableau VIII-1 : coefficients de foisonnement pour différente nature de sol.

<b>Sables, matériaux fins</b>	1.08-1.17
<b>Limons argileux</b>	1.14-1.28
<b>Argile</b>	1.25-1.3

Pour notre cas on a :  $K_f = 1,24$ .

Les résultats du calcul des différents volumes sont illustrés dans l'annexe n° : 3.

Tableau VIII-2 : Volume des travaux

<b>Les volumes</b>	30500	1234.8796	1500	11234	13000
<b>(m<sup>3</sup>)</b>					

Tableau VIII-3 : Détermination du devis quantitatif et estimatif du projet

N°	Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire (DA) HT	Montant (DA) HT	
<b>I</b>						
<b>Terrassement</b>						
<b>I.1</b>	Décapage de la terre végétale	m <sup>3</sup>	30500	150.00	4575000	
<b>I.2</b>	Déblai en terrain ordinaire	m <sup>3</sup>	1500	250.00	375000	
<b>I.3</b>	Mise en œuvre du lit de sable	m <sup>3</sup>	1235	1200.00	1482000	
<b>I.4</b>	Remblai en terre épierrée	m <sup>3</sup>	21234	150.00	3185100	
<b>I.8</b>	Transport des déblais excédentaires à la décharge publique	m <sup>3</sup>	23000	300.00	6900000	
<b>I.9</b>	Pose d'un grillage avertisseur	ml	10467	80.00	837360	
<b>II</b>						
<b>canalisations</b>						
<b>II.1</b>	<b>Fourniture, transport et pose de canalisations</b>					
<b>Canalisation en PVC PN06</b>						
<b>II.1.1</b>	DN 315	ml	8500	3000	25500000	
<b>II.1.2</b>	DN 400	ml	2500	4000	10000000	
<b>II.1.3</b>	DN 500	ml	3200	5000	16000000	
<b>II.1.4</b>	DN 630	ml	1700	6000	10200000	
<b>Canalisation en béton armé classe 135</b>						
<b>II.1.5</b>	DN 800	ml	1800	8000	14400000	
<b>II.1.6</b>	DN 1000	ml	1500	10000	15000000	
<b>construction</b>						
<b>II.2.1</b>	Regards en béton armé de dimensions extérieurs (L =1.4 ; l=1.4; h=1.75m)	unité	336	80000.00	26880000	
<b>II.2.2</b>	Déversoir d'orage en béton armé, de dimensions extérieurs (L =7.13 ; l=1.2; h=0.522m)	unité	1	25000.00	25000	
				<b>Total HT</b>	224859460	
				<b>Total TVA</b>	42723297.4	
<b>19%</b>					<b>TTC</b>	267582757.4

Arrêté le montant du présent devis quantitatif et estimatif à la somme de 267582757.4 (deux cent soixante-sept millions cinq cent quatre-vingt-deux mille sept cent cinquante-sept); Pour un délai de réalisation global de : 276 jours.

### VIII.3-Planification des travaux :

Elle consiste à chercher constamment la meilleure façon d'utiliser avec économie la main d'œuvre et les autres moyens de mise en œuvre pour assurer l'efficacité de l'action à entreprendre, elle consiste en :

- Installation des postes de travail ;
- Observations instantanées ;
- Analyse des tâches ;
- Le chronométrage ;
- Définition des objectifs et des attributions ;
- Simplification des méthodes ;
- Stabilisation des postes de travail.

#### VIII.3.1 - Techniques de la planification :

Il existe deux principales méthodes de planification à savoir :

- Méthodes basées sur le réseau ;
- Méthodes basées sur le graphique.

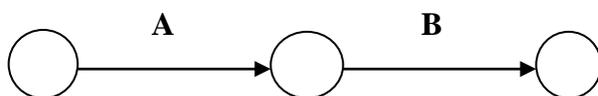
##### VIII.3.1.1- Méthodes basées sur le réseau :

###### VIII.3.1.1.1-Définition du réseau :

Le réseau est une représentation graphique d'un projet qui permet d'indiquer la relation entre les différentes opérations qui peuvent être successives, simultanées, convergentes et la durée de réalisation. On distingue deux types de réseaux :

###### Réseau à flèches :

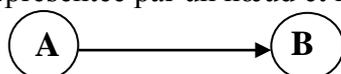
L'opération est représentée par une flèche et la succession des opérations par des nœuds.



L'opération A précède l'opération B.

###### Réseau à nœuds :

L'opération est représentée par un nœud et la succession des opérations par des flèches



L'opération (B) ne peut commencer que si l'opération (A) est complètement achevée.

### **VIII.3.1.1.2-Construction du réseau :**

Pour construire un réseau il convient d'effectuer les six (6) opérations suivantes :

#### **A-Etablissement d'une liste des tâches :**

Il s'agit dans cette première phase de procéder à un inventaire très précis et détaillé de toutes les opérations indispensables à la réalisation d'un projet.

#### **B- détermination des tâches antérieures :**

Après avoir dressé la liste des tâches à effectuer, il n'est pas toujours facile de construire un réseau car il n'est pas aisé de dire si les tâches antérieures doivent être successives ou convergentes.

#### **C-Construction des graphes partiels ;**

#### **D-Regroupement des graphes partiels ;**

#### **E-Détermination des tâches de début de l'ouvrage et de fin de l'ouvrage ;**

#### **F-Construction du réseau.**

### **VIII.3.1.2- Méthodes basées sur le graphique :**

#### **Méthode C.P.M (méthode du chemin critique) :**

L'objectif de cette méthode est de réduire les temps de réalisation d'un ouvrage en tenant compte de trois phases :

- 1<sup>ère</sup> phase : l'effectif nécessaire pour effectuer le travail considéré ;
- 2<sup>ème</sup> phase : analyser systématiquement le réseau, heure par heure, jour pour jour, selon l'unité de temps retenue ;
- 3<sup>ème</sup> phase : adapter le réseau aux conditions ou contraintes foïées par l'entreprise.

### **VIII.5.2- Les étapes de la planification :**

La planification est le processus de la ligne de conduite des travaux à réaliser, elle comprend des étapes suivantes :

#### ❖ Collection des informations :

L'établissement d'une synthèse d'analyse des informations acquises par des études comparatives permet l'usage correct du plan de réalisation de notre projet.

#### ❖ Décomposition du projet :

C'est une partie importante car chaque projet peut être analysé de diverses manières ; nous attribuons à chaque tâche un responsable et ses besoins en matériels.

#### ❖ Relations entre les tâches :

Il existe deux relations essentielles entre les tâches lors de la réalisation; l'une porte sur un enchaînement logique et l'autre sur un enchaînement préférentiel.

#### **VIII.5.2.1- Les paramètres de la méthode C.P.M :**

Les paramètres indispensables dans l'exécution de cette méthode sont les suivants :  
Tableau VIII-4 : les paramètres de la méthode CPM

DCP	TR
DFP	DCPP
DFPP	MT

Avec :

- ✓ TR : temps de réalisation ;
- ✓ DCP : date de commencement au plus tôt ;
- ✓ DCPP : date de commencement au plus tard ;
- ✓ DFP : date de finition au plus tôt ;
- ✓ DFPP : date de finition au plus tard;
- ✓ MT : marge totale.

Et :

- DFP= DCP+TR
- DCPP=DFPP-TR

### Chemin critique (C.C) :

C'est le chemin qui donne la durée totale du projet (DTR) reliant les opérations possédant la marge totale nulle (0).

Donc pour retrouver un chemin critique il suffit de vérifier la double condition suivante :

$$C.C \leftrightarrow \begin{cases} MT=0 \\ \sum TR_{C.C} = DTP \end{cases}$$

### VIII.5.2.2- Attribution des durées de chaque opération :

Pour l'attribution du temps, il est nécessaire de se baser sur deux points :

- Le nombre de ressources (moyens humains et matériels) ;
- Dimensions du projet.

En utilisant les normes C.N.A.T, on pourra appliquer la formule suivante:

$$T = (Q*N)/n$$

Avec :

- n : Nombre d'équipes
- N : Rendement
- Q : Quantité de travail

### VIII.5.2.3- Symboles des différentes opérations :

Les principales opérations à exécuter sont :

Tableau VIII-5: Les durées de différentes opérations

<b>Décapage de la couche de terre</b>	A	15
<b>Piquetage</b>	B	20
<b>Exécution des tranchées et des fouilles pour les regards</b>	C	70
<b>Aménagement du lit de pose</b>	D	18
<b>La mise en place des canalisations en tranchée</b>	E	38
<b>Assemblage des tuyaux</b>	F	20

<b>Faire les essais d'étanchéité pour les conduites et joints</b>	G	30
<b>construction des regards</b>	H	25
<b>remblai des tranchées</b>	I	20
<b>Travaux de finition</b>	J	20

Les opérations précédées et succédées :

Tableau VIII-6 : l'opération précède et succède de chaque opération

<b>A</b>	-	<b>B</b>
<b>B</b>	A	<b>C</b>
<b>C</b>	B	<b>D</b>
<b>D</b>	C	<b>H, E</b>
<b>E</b>	D	<b>F</b>
<b>F</b>	E	<b>G</b>
<b>G</b>	F	<b>I</b>
<b>H</b>	D	<b>I</b>
<b>I</b>	H, G	<b>J</b>
<b>J</b>	I	-

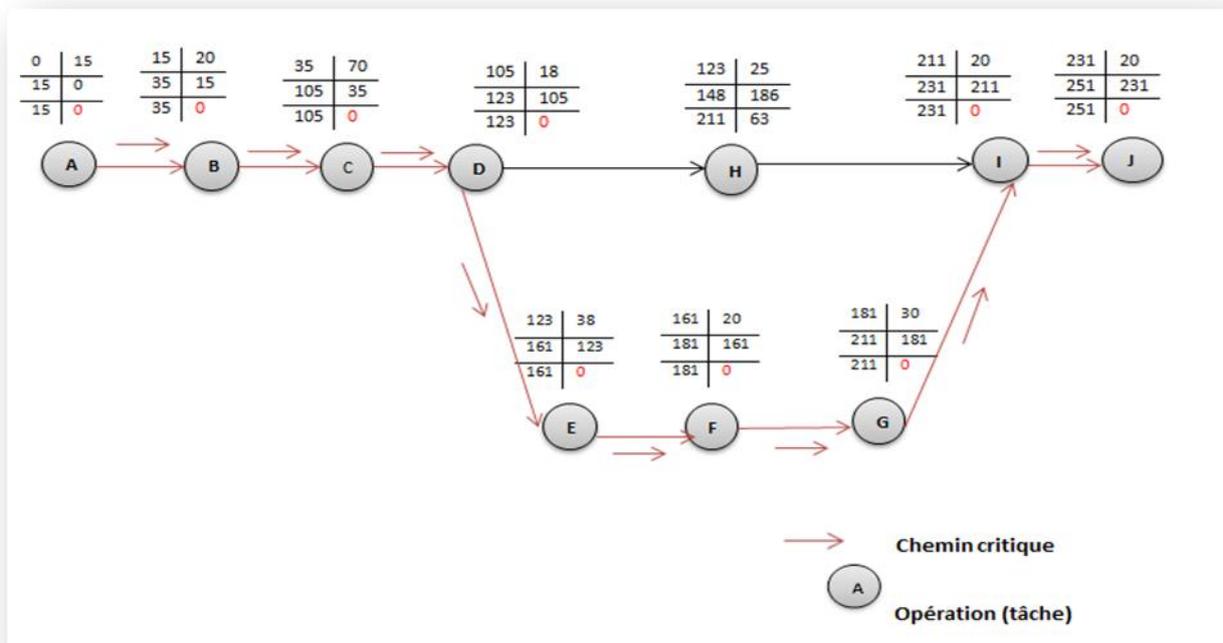


Figure VIII-9 : Réseau à nœuds (méthode CPM)

Le chemin critique est :



Figure VIII-10 : Chemin critique

**La détermination des délais par la méthode de tableau :**

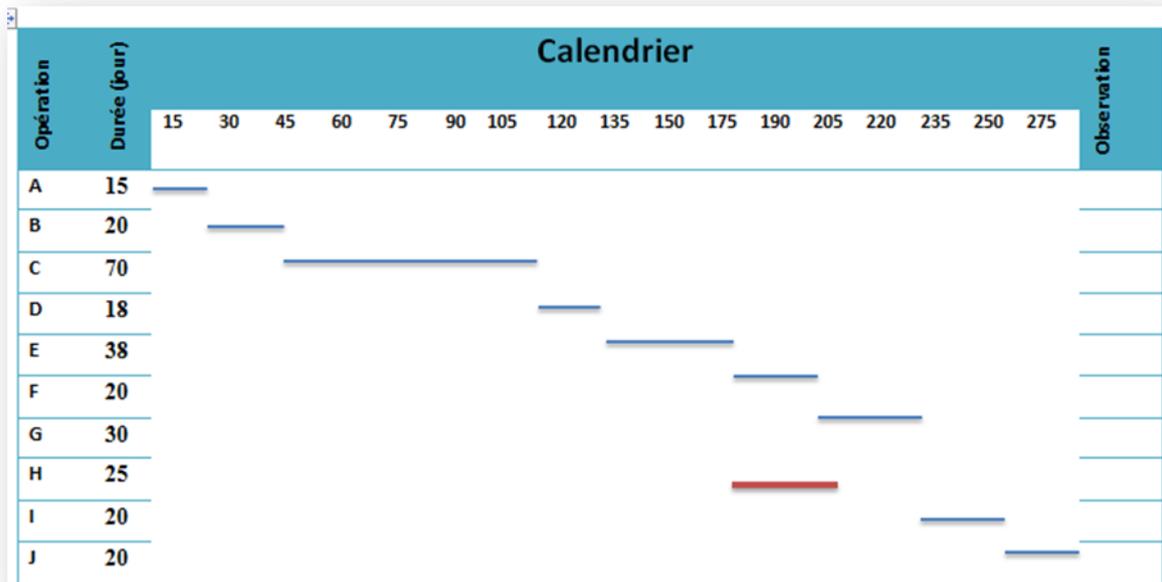
Tableau VIII-7 : Détermination des délais

		DCP	DFP	DCPP	DFPP	
<b>A</b>	15	0	15	0	15	0
<b>B</b>	20	15	35	15	35	0
<b>C</b>	70	35	105	35	105	0
<b>D</b>	18	105	123	105	123	0
<b>E</b>	38	123	161	123	161	0
<b>F</b>	20	161	181	161	181	0
<b>G</b>	30	181	211	181	211	0
<b>H</b>	25	123	148	186	211	63
<b>I</b>	20	211	231	211	231	0
<b>J</b>	20	231	251	231	251	0

Le chemin critique :

A-B-C-D-E-F-G-I-J.

Avec un temps de réalisation égal à :  $\sum Tr = 276$  jours.



**Figure VIII-11 : Diagramme de GANT**

**Conclusion :**

Ce chapitre nous permet d'estimer le devis estimatif et qualitatif de notre projet.

Le prix des travaux est : 128297721 .1 DA.

L'organisation de chantier nous permet aussi d'organiser le déroulement des travaux à partir des différentes procédures de réalisation, d'où le délai de réalisation est 276 jours.

# **Chapitre IX :**

**Gestion, entretien et  
exploitation du réseau  
d'assainissement**

## **Introduction :**

L'accroissement de la population mondiale, l'urbanisation et les nouveaux modes de production et consommation engendrent un double défi de santé publique et de protection de l'environnement. A l'échelle mondiale, la gestion des réseaux d'assainissement est un enjeu crucial pour la préservation des modes de vie urbains.

Dans ce chapitre on va traiter la gestion d'un service d'assainissement à l'échelle de chef-lieu de la commune de Tiberguent, pour l'ensemble de la filière.

## **IX.2- Objectifs du chapitre :**

- Être en mesure de choisir et d'organiser la gestion d'un service d'assainissement en utilisant les outils disponibles et adaptés au contexte.
- Maîtriser les outils de gestion pour gérer ce service au quotidien.
- Savoir organiser et mettre en œuvre les mécanismes de suivi-contrôle de ce service.

## **IX.3- Généralités :**

### **IX.3.1-Le principe de la gestion du réseau d'assainissement :**

La gestion doit garantir le bon fonctionnement et la pérennité du service d'assainissement. Elle concerne aussi bien la gestion technique (assurer le fonctionnement des infrastructures d'assainissement, réaliser les réparations nécessaires, etc.) que la gestion administrative et financière (suivre les demandes des usagers, recouvrer le paiement des factures, etc.). Elle garantit aussi l'entretien courant des réseaux et des ouvrages mécaniques par des interventions de nettoyage, de dépannage et de maintenance et l'exploitation par la régulation et la synchronisation : Collecte – Transfert – Traitement.

### **IX.3.2- Les niveaux de gestion :**

Il faut prendre en compte deux niveaux dans la gestion d'un service :

#### **• le niveau décisionnel :**

Ce niveau relève de l'acteur qui décide de la définition et de la gestion d'un service d'assainissement et qui fait respecter la réglementation locale en la matière. Il est généralement sous la responsabilité des autorités publiques, qui sont maître d'ouvrage.

#### **• le niveau opérationnel :**

ce niveau relève de l'acteur qui exploite le service. Il renvoie aux opérateurs publics ou privés qui assurent le fonctionnement du service de vidange, l'exploitation d'un réseau d'égouts ou d'un site de traitement.

### **IX.3.3- Le mode de gestion :**

Le mode de gestion doit s'adapter au service, qui évolue. Son choix n'est jamais définitif mais fait l'objet d'une réflexion continue pour s'adapter aux évolutions du contexte, on distingue deux principaux modes de gestion pour un service d'assainissement : **la gestion directe** et la **gestion déléguée** : Dans la gestion directe, le maître d'ouvrage (État ou collectivité locale) assure exclusivement la gestion du service. Dans la gestion déléguée, le maître d'ouvrage décide de confier une partie ou la totalité de la gestion du service à un opérateur privé ou à une association d'usagers

Pour bien gérer le réseau il faut connaître les indications ci-après :

- Connaissance du réseau ;
- Surveillance du réseau ;
- Travaux d'entretien courant ;
- Travaux spécifiques ;
- L'exploitation des réseaux ;
- La réhabilitation du réseau ;
- La gestion informatisée du réseau ;
- Les risques courus par les travailleurs de l'eau usée ;
- Les maladies liées à l'eau usée ;
- Gestion informatisée du réseau ;
- Recommandations pour la gestion et l'exploitation du réseau ;
- La protection du milieu naturel et de l'environnement.

### **IX.4- La connaissance du réseau :**

La première indication pour une exploitation rationnelle du système d'assainissement est de connaître :

- Le tracé exact de celui-ci.
- Toutes ces caractéristiques hydrauliques (débit, vitesse, etc.).
- Toutes ces caractéristiques topographiques. (pente, côte, etc.).

### **IX.5-La surveillance du réseau :**

Toute mise en place d'un système quelconque de surveillance nécessite au préalable l'établissement de la carte d'identité du réseau que l'on désire contrôler. Elle apportera une connaissance en fonction des résultats recherchés et des caractéristiques du réseau :

1. Les caractéristiques géographiques et géométriques
  - Pour les réseaux : situation en plan, type ou section, côtes de sol et de fil d'eau, pentes.
  - Pour les bassins versants : surface, coefficient de ruissellement, pente moyenne.
2. Les caractéristiques hydrauliques :
  - Pluviométrie ;
  - Consommation d'eau ;
  - Débit entrant dans le réseau ;

La surveillance d'un réseau répond à plusieurs objectifs, parmi ceux-ci on citera :

- La sécurité du personnel ;
- La maintenance du réseau ;
- La protection du milieu urbain et de l'environnement.

### **IX.6- L'organisation de l'entretien du réseau :**

L'entretien du service d'assainissement est une nécessité quotidienne de bon fonctionnement, elle est basée sur des actions principales.

Les actions principales de l'entretien du service d'assainissement :

- Maîtriser les procédures de fonctionnement et d'entretien de l'infrastructure ou de l'équipement ;
- maîtriser les procédures garantissant la sécurité des employés du service et des usagers;
- vérifier la disponibilité du matériel de fonctionnement et de maintenance ;
- effectuer des inspections régulières et consigner les éventuels dysfonctionnements ;
- réaliser les tâches d'entretien de façon régulière ;
- consigner dans un journal le détail des activités réalisées, les principales données techniques (nombre de personnes fréquentant le bloc sanitaire, volume de boues vidangées, volume d'eaux usées traitées, etc.) ainsi que tous les actes d'entretien ;
- planifier et budgétiser les activités d'entretien afin d'éviter les grosses pannes (vidange de certains équipements d'une station de traitement ou encore révision d'un camion de vidange par exemple).

Lors de la mise en fonctionnement du service, on doit préciser la répartition des tâches de fonctionnement et d'entretien entre les différents employés ainsi que les outils à utiliser pour effectuer chacune de ces tâches.

Un programme de visite s'avère indispensable afin de mener dans de bonnes conditions des opérations d'entretien, de curage et de contrôle des réseaux.

#### **IX.6.1- L'enlèvement des dépôts :**

L'écoulement des eaux usées dans les canalisations entraîne la formation de dépôts, causée par la formation de sable, tartre, graisses, débris et matières organiques. Le dépôt est le premier ennemi du réseau d'assainissement ; un phénomène qui s'amplifie après plusieurs années d'inattention, au point d'engendrer un cercle vicieux : plus les tuyaux sont bouchés, plus l'écoulement est faible, plus la création des dépôts s'accélère, etc... D'autre part, dans les canalisations les plus encrassées, les dépôts des eaux usées peuvent se mettre à produire de l'hydrogène sulfureux, un gaz toxique qui s'attaque aux tuyaux en fonte, ou en béton, ainsi qu'aux joints d'étanchéité. A terme, ceci peut provoquer des fissures et l'émission d'odeurs nauséabondes sur le terrain ou dans la maison.

Donc il doit assurer l'entretien des canalisations afin de garantir la sécurité et le bien être des personnes utilisant les locaux. A ce titre, le curage est une intervention conçue pour nettoyer le réseau, il fait partie des opérations de maintenance incontournables à mettre en œuvre.

### **IX.6.2- Détection des défauts :**

Un réseau qui présente des défauts non détectés lors de la réception obligera la collectivité à refaire des travaux de remplacement, de réparation ou de réhabilitation à court ou moyen terme.

### **IX.6.3- Détection des fuites :**

Une fuite peut avoir de très graves conséquences et engendrer des dégâts importants si elle n'est pas prise en charge dans les plus brefs délais.

### **&- Investigation et étude :**

La première solution en cas de doute est de faire un diagnostic. Le but d'une telle démarche est d'obtenir un plan précis de tous les réseaux, enterrés ou non, eaux usées ou pluviales, concernés par la copropriété.

La deuxième volonté est de déterminer l'état des réseaux, de trouver la cause du problème et de prévoir un plan d'action. Ces causes peuvent être :

- Déboitement d'un élément de canalisation.
- Fissures longitudinales sur les tuyaux dues au vieillissement.
- Casses provoquées par les racines des arbres environnant.
- Les défauts d'installation des équipements : une mauvaise pose ou une malfaçon au niveau de l'installation des canalisations.
- La déstabilisation des sols lors des travaux de remblaiements, de terrassements, ou d compactage des terrains.
- Les joints qui ne remplissent plus leur rôle.

### **IX.6.4- Détection des eaux parasites :**

**Définition :** Une eau parasite est une eau qui transite dans un réseau d'assainissement non conçu pour la recevoir.

Les eaux parasites ce sont le plus souvent des eaux provenant des infiltrations après une chute de pluie ou de la remontée de la nappe. Ces eaux pénètrent dans les collecteurs à travers les joints mal confectionnés ou déboîtés, ou bien à travers les fissures.

### **➔ Les conséquences :**

Les eaux claires parasites constituent un problème important du fonctionnement des systèmes d'assainissement. Les impacts des eaux parasites sur le réseau d'assainissement sont multiples :

- Diminution de la capacité de transit entraînant des surcharges hydrauliques dans les collecteurs et les postes de relèvement.
- Surcharge des postes de relèvement avec augmentation des durées de pompage et donc des consommations d'énergie, usure mécanique des équipements.
- Usure accélérée des collecteurs provoquée soit par l'agressivité des effluents, soit par l'érosion progressive des matériaux de remblais de la tranchée

d'assainissement sous l'action des eaux d'infiltration qui peuvent provoquer des fissures, tassements différentiels...

- Pour les stations d'épuration, les conséquences techniques de la présence des eaux parasites sont doubles.

### ➔ Les solutions :

Dans le cadre des schémas directeur d'assainissement, un diagnostic préalable de l'existant permet :

- ✚ D'estimer les différents débits d'eau parasite.
- ✚ De localiser les différentes entrées d'eau parasite dans le réseau : passage caméra, test à la fumée, ...

Ce diagnostic doit déboucher sur un programme de travaux de réhabilitation du réseau de collecte des eaux usées permettant de diminuer fortement, de façon pérenne, les arrivées d'eaux parasites dans le réseau et la station.

La création de bassin de rétention à l'entrée des stations d'épuration permet de stocker le surplus d'effluent avant déversement dans le milieu naturel. Il y a des actions de contrôle ; les riverains concernés sont ou seront alertés en amont de la réalisation des tests.

Les tests à la fumée ont pour objectifs de déterminer l'origine d'eaux parasites dans les réseaux d'assainissement.

La lutte contre les eaux parasites permet d'optimiser le système d'assainissement, de limiter le déversement et donc la pollution du milieu naturel et de réduire les coûts de fonctionnement, d'entretien et de maintenance du réseau et des installations.

Ces tests peuvent être complétés par des tests au colorant.

#### **IX.6.5- L'entretien des joints :**

Les ouvrages (canalisation) peuvent présenter des défauts d'étanchéité et même des ruptures dues aux mouvements du sol, vibration dues à la circulation lourde et dues aux agressions chimiques.

Les défauts généralement se manifestent au niveau des joints. L'entretien consiste à réparer les joints en mauvais état, supprimer les intrusions des racines, réparer les sections corrodées par des déversements chimiques, procéder à l'étanchement des conduites, tant pour les eaux provenant de l'extérieur que de l'intérieur des égouts.

#### **IX.6.6- Entretien du réseau par télévision :**

L'inspection télévisée (ITV) est un outil particulièrement adapté aux réseaux non visitables. Elle permet de vérifier l'état et le fonctionnement de l'ouvrage en service. Le diagnostic des désordres constatés sur les canalisations non visitables est extrêmement difficile. Il est pratiquement impossible d'avoir une vue directe pour examen par source lumineuse et miroir, sur un tronçon de canalisation entre deux regards espacés de 40 à 50 mètres, lorsque le diamètre est inférieur à 600 millimètres ou lorsqu'une anomalie est décelée au passage d'un engin de curage. On ne peut pas savoir s'il s'agit d'un joint dégradé, d'une fissure, d'un branchement particulier en saillie, d'un dépôt incrustant ou d'un corps étranger. L'inspection des égouts non visitables est possible par l'utilisation des circuits fermés de télévision. Le principe de cette technique est : une caméra tractée par un câble initialement

passé entre deux regards de visite donne de l'intérieur de la canalisation visitée une image visible sur l'écran du téléviseur. Il est évident que ce matériel de visite des canalisations apporte beaucoup d'efficacité lors de l'exploitation d'un réseau.

- L'inspection télévisée apporte énormément dans de nombreux autres domaines.
- La détection rapide de la nature des anomalies ainsi que leur repérage précis.
- Le suivi de l'évolution des matériaux constitutifs des tuyaux.
- La validité dans le temps des techniques de pose de canalisation.
- La possibilité de contrôle des instructions d'eau de nappe dans le réseau.
- L'élaboration à moyen terme de programme de nettoyage des canalisations en fonction de leur vitesse d'encrassement.

Le contrôle de l'efficacité des têtes d'hydro-curage et la détermination du matériel le mieux adapté au nettoyage en fonction des déchets perturbant.

#### **IX.6.7- La ventilation des égouts :**

La ventilation est l'action qui consiste à créer un renouvellement de l'air, elle mise en œuvre dans les réseaux d'égout ou l'oxygène risque de manquer ou bien de polluants et autres substances indésirables (humidité) risqueraient de s'accumuler en son absence. Donc la ventilation est la meilleure garantie contre la fermentation putride des matières dans les eaux. Par une inspection régulière, chaque trimestre, il faut veiller à ce que :

- Les tampons de regards soient munis d'orifices non obstrués.
- Les bouches sous chaussées soient nettoyées.
- Les tuyaux de chute et de descente des immeubles aient une ventilation primaire à l'air libre.

#### **IX.6.7- Travaux spécifiques :**

##### **1/ La désodorisation :**

La principale source d'odeur émise dans les réseaux d'assainissement est le sulfure de dihydrogène H<sub>2</sub>S, dont l'odeur caractéristique d'œuf pourri est perceptible même à faible concentration. Ces odeurs conduisent à la dégradation des conduites, à la sécurité du personnel et au mécontentement des riverains. Ces polluants odorants doivent être traités par un système de désodorisation.

##### **2/La lutte contre la corrosion :**

La corrosion est un phénomène chimique des matériaux (pour notre cas : le matériau des conduites est du béton armé) qui concerne la plupart des canalisations des réseaux d'assainissement. La corrosion est réaction entre l'eau (plus précisément l'acide sulfurique) et le matériau ; en effet, cette action peut provoquer la dégradation des eaux, un vieillissement accéléré des conduites : augmentation des fuites et de la fréquence des casses, obstruction des passages et globalement la diminution de la durée de vie du patrimoine. Donc on doit empêcher la formation de l'acide sulfurique par les moyens hydrauliques ou chimiques.

### **&- Pas de bonne gestion sans suivi et contrôle :**

Mettre en place un bon système de gestion est certes primordial, mais il faut s'assurer que cette gestion est effective sur le terrain. Sur ce point, un mécanisme de suivi-contrôle permet de remplir les objectifs suivants :

- Accompanyer la maîtrise d'ouvrage, suivre le fonctionnement du service pour mieux planifier son évolution, prendre des décisions ;
- Encadrer les opérateurs de service et renforcer leurs capacités ;
- Rendre compte aux usagers, sur la base de données chiffrées, des enjeux d'assainissement et les renseigner sur l'utilisation du tarif qu'ils paient (transparence de la gestion).

### **IX.7- L'exploitation du réseau :**

L'exploitation est un terme qui regroupe toutes les tâches nécessaires au bon fonctionnement de l'infrastructure d'assainissement.

L'exploitation se subdivise en deux catégories d'activités:

- **Entretien courant** : tous les contrôles et les curages des canalisations et ouvrages spéciaux, ainsi que la maintenance courante des équipements mécaniques et électromécaniques (contrôle de fonctionnement, graissage, réglages, ...). L'entretien courant n'augmente pas la valeur technique résiduelle des ouvrages.

- **Entretien constructif** : toute mesure qui implique une intervention de nature constructive (réparation de fissures, reconstruction d'un regard de visite, fraisage d'un raccord mal réalisé, changement de couvercle de regard de visite, etc.). Il ne s'agit cependant pas d'investissements nouveaux.

### **&- Le rôle de l'exploitant du réseau :**

L'exploitant du réseau joue un rôle prépondérant dans le bon fonctionnement du système d'assainissement et se dit d'être toujours disponible pour satisfaire l'ensemble des utilisateurs du réseau.

Pour assurer une exploitation et un entretien efficaces du système d'assainissement, les exigences organisationnelles suivantes doivent être remplies par l'exploitant :

- ✚ Planification rationnelle et documentée de l'entretien et de l'exploitation.
- ✚ Personnel compétent, formé et en suffisance.
- ✚ Le personnel doit avoir suivi les cours obligatoires pour la branche de l'assainissement.
- ✚ En cas de transport de matières dangereuses, le véhicule et le chauffeur doivent avoir les autorisations adéquates.
- ✚ Organisation claire des compétences et des responsabilités.
- ✚ Equipement adéquat et suffisant.
- ✚ Excellente connaissance du système d'assainissement et de son fonctionnement.
- ✚ Documentation de l'exploitation (protocoles, etc.).

### **&- Les risques de mal-exploitation du réseau :**

Un déficit dans l'exploitation et des dysfonctionnements des réseaux d'assainissement peuvent avoir pour conséquence :

- Une mise en danger de la santé publique ;
- Une mise en danger de la santé et de la sécurité du personnel d'exploitation ;
- Des dégâts à des constructions et infrastructures (voies de communication, réseaux, ...) avoisinant le système d'assainissement ;
- Des atteintes au milieu naturel (problèmes aux déversoirs d'orage notamment) ;
- Des nuisances olfactives ;
- Une réduction de la durée de vie des équipements.

#### **&- L'importance de l'exploitation du réseau :**

L'exploitation réduit au minimum ces risques, en permettant :

- Un fonctionnement du réseau sans obstructions.
- Un fonctionnement optimal et conforme à la planification.
- Une évacuation des eaux usées et pluviales sûre et efficace.
- Une durée de vie améliorée des infrastructures.
- Des déversements les plus faibles possibles en provenance du réseau.
- La préservation des milieux récepteurs dans le cadre fixé par la législation.

#### **IX.7.1-Concept de l'exploitation :**

Le concept d'exploitation comporte notamment *le curage* : un réseau d'assainissement, doit périodiquement être curé pour supprimer les obstructions et maintenir constamment l'écoulement des effluents (eaux usées, eaux pluviales...) ; il doit être entièrement curé et nettoyé.

##### **IX.7.1.1- Curage mécanique des égouts visitables :**

C'est l'une des techniques que présentent les curages. En effet, elle consiste à extraire des déchets grâce des engins à godets soit en surface soit en profondeur. Cette opération peut se faire à sec ou en eau.

#### **Curage mécanique en présence d'eau :**

##### **Principe de curage :**

Le curage s'effectue à l'aide d'une vanne mobile susceptible de se déplacer longitudinalement dans l'égout à nettoyer. La vanne a une forme semblable à la coupe transversale de l'égout (partie inférieure limitée par une horizontale située environ au niveau de la naissance de la voûte). Cette vanne comporte à sa partie inférieure, au niveau du radier de l'égout, une lumière obturée par une vanne secondaire. On ouvre alors la lumière qui constitue un ajutage de section réglable par lequel s'échappe un jet d'eau tangent au radier de l'égout, la vitesse de l'eau étant proportionnelle à la racine carrée de la dénivelée entre les plans d'eau amont et aval. Les sédiments sont déplacés vers l'aval à une distance variant de quelques centimètres à quelques dizaines de mètres en fonction de la vitesse de l'eau d'une part, de la granulométrie et de la densité des sédiments d'autre part.

### **Curage mécanique sans présence d'eau :**

Le curage ne peut être exécuté en utilisant l'énergie de l'eau puisque le débit de temps sec est très insuffisant. Donc on doit extraire cette matière accumulée dans l'égout au moyen des techniques rustiques basées sur les bras, la pelle et la pioche.

#### **IX.7.1.2- Curage des égouts non visitables :**

Ce curage peut se faire automatiquement par des regards de chasse, mais ces derniers ont monté leur limite d'utilisation, donc il vaut mieux prévoir des chasses hydrodynamique.

Les procédés manuels de curage :

##### **a. Chasse d'eau :**

Dans ce cas, les têtes amont du réseau sont équipées de réservoirs de chasse automatique de 300 ou 600 l, qui se remplissent en permanence et qui, une fois pleins, se vident sous forme de chasse qui pousse les sédiments à l'aval. Le fonctionnement de ces réservoirs est souvent mauvais et l'abandon de ces appareils a été vivement recommandé à cause de leur consommation d'eau et leur efficacité limitée.

##### **b. Par tringlage :**

Le principe de ce procédé consiste à pousser un engin de désobstruction avec un jonc, dont on ajuste les éléments au fur et à mesure de l'avancement. Le jonc peut-être remplacé par un flexible en rotation. Dans les deux (02) cas, la longueur de poussage ou de rotation est limitée.

##### **c. Par boule :**

C'est un moyen réservé aux collecteurs en charge, comme les siphons, ou ayant des hauteurs d'eaux importantes. Le curage se réalise par l'envoi d'une sphère dont le diamètre est plus petit que celui de la canalisation et dont le déplacement s'effectue sous l'effet de la poussée d'eau. On a deux types de boules :

##### **1 - La boule flottante :**

Ce procédé est utilisé pour le curage du siphon ou de grands émissaires non visitables, car il est constamment en charge, une boule en bois dur, d'un diamètre légèrement inférieur au diamètre de la canalisation à curer est introduite par un ouvrage spécial. Cette boule, suit la génératrice supérieure du tuyau et se met en rotation du fait de la poussée amont et de la pression de l'eau sous la boule. Le courant d'eau, ainsi créé, entraîne les dépôts gênants l'avancement de la boule jusqu'à l'ouvrage de sortie qui permettra de la récupérer et d'éliminer les matières entraînées.

##### **2 - La boule roulante :**

Elle active l'auto curage du collecteur. La boule a un diamètre de l'ordre de 50 cm et comporte des bourrelets en forme de (S). Le lâchage quotidien d'une boule dans les collecteurs entraînée par le courant remet en suspension et entraîne les dépôts.

## **IX.8-La réhabilitation du réseau d'assainissement :**

Par définition, la réhabilitation consiste en une remise en état d'un réseau dégradé en vue de restituer les propriétés initiales ou bien d'en améliorer certaines. La réhabilitation de réseaux doit impérativement apporter :

- ✚ Une technique performante et garantie.
- ✚ Une économie significative.
- ✚ Un faible gêne de l'environnement.

### **Les objectifs de réhabilitation :**

Trois objectifs distincts apparaissent dans les actions de réhabilitation :

- ❖ La reconstitution des équipements : cet objectif reflète la volonté de rénover les équipements, de les rétablir dans leur forme et dans leur état d'origine afin de prolonger leur durée de vie.
- ❖ L'adaptation des équipements à leurs modes d'usage : cet objectif reflète la volonté de préserver les équipements afin de prolonger leur durée de vie.
- ❖ L'adaptation des équipements aux nouvelles exigences d'étanchéité : cet objectif accompagne les actions de réhabilitation visant à augmenter l'efficacité de dépollution des équipements. On cherche à rendre les canalisations étanches afin d'éliminer les eaux parasites.

Ces trois objectifs concernent la nature des remèdes à la dégradation qu'on veut appliquer aux équipements à l'aide de réhabilitation.

### **&-Les techniques de réhabilitation :**

Les techniques de réhabilitation existantes sont nombreuses. Pour la plupart, elles sont spécifiques à un problème donné et à objectif visé :

- Le fraisage des obstacles intérieurs.
- Le tubage intérieur.
- Le graissage intérieur.
- L'injection de produits colmatant.

#### **IX.8.1- Le fraisage des obstacles :**

C'est une opération destinée à l'élimination des racines d'arbres qui s'introduisent par les joints, l'opération est effectuée par une brosse circulaire dure qu'est actionnée par un mouvement de rotation autour d'un axe horizontal. Le mouvement de rotation est assuré par un moteur électrique.

#### **IX.8.2- Le tubage intérieur :**

On adopte cette technique pour les conduites ayant un diamètre de 1000 mm ou plus, son principe ne consiste à placer des tuyaux à l'intérieur de la canalisation. L'assemblage se fait par collage, par emboîtement, par joint caoutchouc ou par thermo-soudage.

#### **IX.8.3- Le gainage intérieur :**

Ce procédé est utilisé pour les conduites de diamètre allant de 200 mm à 1000 mm, avant la mise en place de la gaine on procède à une inspection de la canalisation par une caméra TV. On place à l'intérieur de la conduite une gaine qu'on gonfle avec de l'air sous pression (de 0,1 à 0,5 bar).

#### **IX.8.4- Le chemisage extérieur :**

L'opération est appliquée pour les canalisations traversant des terrains marécageux, ou des soles agressifs. Elle consiste à enrober la canalisation d'une gaine étanche et qui résiste aux attaques chimiques, la gaine est ensuite entourée par une couche de sable pour faciliter le drainage des eaux qui se stagnent autour de la conduite.

#### **IX.8.5- L'injection des produits comatants :**

Cette technique est utilisée pour les conduites de gros diamètres, elle consiste à projeter par centrifugation une couche de mortier de ciment ou résine hypoxydique qui se stabilise à l'état de gel ce qui permet d'obturer tous trous ou fissure.

##### **➔ Avantages**

- Introduction du matériel par des regards.
- Possibilité de vérifier l'étanchéité du joint.
- Mise en œuvre compatible avec des infiltrations limitées.
- Comblement des vides créent autour des joints.
- Mise en œuvre rapide et possible même en présence d'écoulement.

##### **➔ Inconvénients**

- Equipement sophistiqué.
- Réhabilitation souvent peu structurante et locale.
- Peu utilisable sur pvc et polyéthylène.
- Traitement difficile à proximité des regards.

#### **IX.9-Les risques courus par les travailleurs de l'eau usée :**

Les eaux usées, de nature domestique ou industrielle, sont acheminées par des réseaux d'assainissement dans des stations d'épuration ou elles subissent un traitement pour les rendre conformes à la réglementation sur les rejets dans le milieu extérieur. Les agents chargés d'entretenir les canalisations d'assainissement et les ouvrages qui s'y rapportent (regards de branchement, siphons...) sous la voirie (égouts) et dans les stations de relèvement et de pompage, ainsi que ceux assurant le bon déroulement des opérations et le bon fonctionnement des installations (vannes, pompes et filtres) permettant l'épuration de l'eau et le traitement des boues dans les stations sont soumis à des dangers et intoxications potentiels inhérents à ces métiers.

- Risques chimiques, biologiques, liés à l'ensemble des procédés et produits mise en œuvre.
- risques liés à la nature des expositions physiques et au matériel utilisé (par exemple moyens mécaniques et hydraulique haute pression).
- Risque liés au gaz toxiques, Pour chaque gaz, substances toxiques où les vapeurs il y a des concentrations à ne pas dépasser, parmi ces gaz toxiques on citera : NH<sub>3</sub>, CO, CH<sub>4</sub>, vapeur d'essence, H<sub>2</sub>S, et le CH<sub>4</sub>.

#### **IX.10- Maladies liées à l'eau usée :**

L'eau indispensable à la survie de tous les êtres humains, est l'un des plus grands vecteurs des maladies dans le monde. En tuant plus de 2,2 millions de personnes chaque année. Plusieurs maladies d'origine bactérienne et virales sont transmises à l'homme lorsque ce dernier consomme une eau contaminée. Ces maladies sont connues sous le nom de maladies à transmission hydrique (MVH), ces maladies sont liées à une pollution de l'eau par l'absence de structures d'assainissement appropriées : les excréments sont transportés par ruissellement ou par infiltration dans des sources d'eau douce, contaminant ainsi l'eau potable et les animaux. Il s'agit du choléra, de la typhoïde, de la polio, de la méningite, des hépatites A et E, et de la diarrhée.

### **IX.11- Recommandations pour la gestion et l'exploitation de notre réseau :**

La première opération qu'il faut entreprendre, pour une bonne gestion et exploitation de notre réseau, est une campagne de collecte de données et une série de mesures concernant le réseau; tracé, débit, pente, ...etc. L'objectif de cette opération est de déceler tout fonctionnement incorrect du réseau que l'on doit compléter par des travaux de remise en état, comme le curage, réparation ou remplacement des éléments défectueux ou les différentes actions citées dans les travaux spécifiques, selon la nature de l'anomalie.

Une fois que l'opération de remise à niveau du réseau terminée, on établit un calendrier annuel de toutes les opérations de surveillance et de contrôle ; à titre d'exemple ; il faut prévoir le curage des tous regards et bouches d'égouts avant les premières pluies de l'automne.

### **IX.12-Hygiène et sécurité :**

Une attention toute particulière doit être portée aux conditions d'hygiène et de sécurité applicables aux agents travaillant à l'entretien des réseaux d'assainissements, c'est-à-dire une surveillance médicale spéciale du personnel.

### **Conclusion :**

La gestion d'un service d'assainissement implique d'effectuer au quotidien les tâches administratives, techniques et financières permettant d'assurer le suivi interne du service et de garantir une bonne relation avec les usagers. Elle représente une grande responsabilité. Elle exige la surveillance continue du réseau.

Toujours, on cherche à améliorer la gestion du réseau d'assainissement, alors on a comme solutions :

- L'utilisation des méthodes modernes d'entretien et de surveillance du réseau.
- L'utilisation des caméras télévisées si la capacité technique et économique est disponible car cette dernière nécessite un équipement important, mais donne une véritable inspection du réseau.

## **Conclusion générale**

Les réseaux d'assainissement ont été initialement conçus pour évacuer rapidement et sans stagnation, loin des habitations les eaux.

Mais, aujourd'hui et en raison du développement de l'urbanisme et des contraintes du site, ces réseaux sont menacés (des désordres dans la structure, dégradations...) Ils obligent de faire une étude diagnostique pour les remédier.

L'objectif principal de cette étude est de faire le diagnostic du réseau d'assainissement du chef-lieu de la commune de Tiberguent (Wilaya de Mila) pour déceler ces anomalies, les analyser, les interpréter et ensuite les maîtriser et les supprimer pour assurer l'évacuation de l'ensemble des eaux usées et pluviales vers les ouvrages de traitement avant leur rejet dans le milieu récepteur (oued El Maleh) sous des modes compatibles avec les exigences de la santé publique et de l'environnement.

Après cette étude, on a pu apporter des solutions aux problèmes identifiés pour améliorer le bon fonctionnement du système tel que :

- Quelques tronçons nécessitent d'être rénovés faute d'incapacités d'évacuer tous les débits apportés par les eaux usées et les eaux pluviales ;
- Planifier des tâches multiples dans le but d'améliorer l'exploitation et la maintenance des équipements et des installations du système d'assainissement ;
- Couvrir les regards non couverts par des tampons pour éviter les dangers divers et faire apparaître ceux qui sous butime ;
- Le déplacement des regards de chute dans le cas du terrain accidenté ;
- La sensibilisation du publique en matière d'assainissement.

## Références bibliographiques :

### Ouvrage :

- 1) Bourrier, R. 1991. Les réseaux d'assainissement, calculs applications perspectives. Edition Lavoisier, Collection Tec & Doc. Paris, France. 810p.
- 2) Julien G. 2018. Mémento assainissement, mettre en œuvre un service d'assainissement complet, durable et adapté. 1<sup>ère</sup> Edition Gret, hors collection.
- 3) Touaibia B. 2004. Manuel pratique d'hydrologie. Guerrouaou, Blida, Algérie. 164 pages.
- 4) Lencastre, A. 2008. Hydraulique générale (5<sup>ème</sup> édition). Edition Eyrolles. Paris, France. 633p.

### Mémoires :

- 1) Kadi, B. 2019. Diagnostic et réhabilitation du réseau d'assainissement des localités Laazib Taslent et Laazib Thaoudha, Commune d'Akbou, Wilaya de Bejaia. Mémoire de fin d'étude d'assainissement, Ecole Nationale Supérieure d'Hydraulique de Blida, Blida, Algeria.
- 2) M. El hadj Bamba, M., Ousmane, M. 2008. Etude du réseau d'assainissement des eaux usées de la ville de Thiès : mise en place d'un système d'information géographique. Projet fin d'études, Ecole Supérieure Polytechnique de Dakar, Sénégal.
- 3) Azari, S.2019. Dimensionnement d'un réseau d'assainissement de la nouvelle ville de BOUINAN-Lot : B et D-(W.Blida). Mémoire fin d'étude d'assainissement, école nationale supérieure d'Hydraulique de Blida, Algérie.
- 4) Habchi, I.2017. Diagnostic et réhabilitation du réseau d'assainissement de la ville d'oum ladhaim (W.Souk ahras). Mémoire de fin d'étude d'assainissement, école nationale supérieure d'Hydraulique de Blida, Algérie

Annexe n°1 : Tableau de coefficients d'allongement et de pentes

N° du SB	Aire (ha)	Tronçon	LONGUEUR	Ltotale	M	Côtes TN (m)		Côte de projet (m)		La pente	I <sub>moy</sub> (m/m)
						Amont	Aval	Amont	Aval		
1	8,03	A2 R4	46,3	603,9	2,1311168	450.63	450.06	449.13	448.56	0,0122	0,02489
		A3 R9	43,8			459.42	457.26	457.92	455.69	0,0638	
		R9 A4	52,35			457.26	454.37	455.69	452.38	0,0335	
		A4 R7	47			454.37	453.43	452.38	451.43	0,0335	
		R7 A5	45,65			453.43	452.97	451.43	450.59	0,0184	
		R8 A6	39,25			453.22	452.82	451.72	451.15	0,0142	
		A6 A5	40,5			452.82	452.97	451.15	450.59	0,0142	
		A5 R6	63,7			452.97	451.26	450.59	449.42	0,0184	
		R6 R5	22,6			451.26	451.11	449.42	449.01	0,0184	
		R5 R4	24,3			451.11	450.06	449.01	448.56	0,1000	
		R4 A7	45,05			450,87	450,82	449,56	449,72	0,0336	
		A7 A8	47,7			430.03	424.96	427.42	422.43	0,0336	
		A8A9	46,85			424.96	422.13	422.43	419.87	0,0336	
A9 A10	38,85	422.13	419.5	419.87	417.5	0,0336					
2	4,21	R71 R70	29,15	378,4	1,8442088	443.2	441.14	440.63	440.63	0,0475	0,052699
		R70 R75	66,4			441.14	438.54	440.63	438.35	0,0475	
		R72 R64	41,15			438.54	436.33	438.35	433.83	0,3159	
		R66 A96	21,7			436.33	433.5	433.83	430.8	0,3111	
		A96 A97	23,3			443.23	441.14	441.73	439.64	0,3111	

		A95 R73	42,5			460,00	458.99	457,00	455.49	0,0265	
		R73 R64	50,45			458.99	455.5	455.49	452,00	0,0280	
		R64 A97	43,5			455.5	451.9	452,00	447.9	0,0460	
		A97 A98	30,8			451.9	447.3	447.9	447.3	0,0503	
		A98 A99	29,45			447.3	446.2	447.3	442.2	0,0369	
<b>3</b>	7,05	R65 R67	63,20			440,00	439.39	438.17	437.89	0,0426	
		D1 R19	47,05			447.03	446.25	445.53	445.03	0,0228	
		R19 R61	50,90			446.25	445.38	445.03	443.27	0,0066	
		D2 R19	33,30			444.86	443.78	442.9	441.78	0,5000	
		A99 C63	58,75			446.2	435.7	442.2	433.73	0,0730	
		C63 C64	51,00			435.7	429.58	433.73	428.58	0,0670	
		C64 C65	44,65			429.58	425.35	428.58	423.16	0,0378	
		C65 C66	50,00			425.35	423.24	423.16	423.16	0,0378	
		C66 C67	43,85			423.24	421.95	423.16	419.95	0,0378	
				442,70	1,6673047						0,0335126
<b>4</b>	10,73	B39 B40	43,2			433.04	432.96	431.54	430.97	0,0575	
		B39 R55	21,3			434.27	433.04	432.77	431.54	0,0132	
		B46 B47	47,25			438.54	437.2	437.04	435.59	0,0372	
		B47 B48	67,75			437.2	432.88	435.59	430.88	0,0372	
		B48 R54	19,55			432.88	432.43	430.88	429.88	0,0418	
		B49 B50	50,3			432.43	429.35	429.88	427.81	0,0418	
		B49 B54	47,3			429.35	428.15	427.81	426.65	0,0418	
		B71 B72	17,95			456.95	419.27	455.45	413.59	0,5000	
		B72 B74	46,7			419.27	413.59	413.59	412.09	0,1208	
		B73 B74	24,6			434.4	434.37	432.37	432.37	0,0770	
		B74 B76	49,95			413.59	413.59	413.59	413.59	0,0770	
		B75 B76	37,4			448.93	446.13	446.93	444.11	1,7914	
		B76 C75	35			410.54	407.07	408.26	405.57	0,12	
		C67 D12	30,9			446.13	443.78	444.11	441.78	0,1882	
		C67 C68	27,4			421.95	416.3	419.95	414.3	0,1472	
				1204,3	3,6765022						0,039327

		C68 C69	50,05			416.3	413.11	414.3	411.11	0,0821	
		C69 C70	50			413.11	410.81	411.11	409.31	0,0359	
		C70 C71	29,8			410.81	410.01	409.31	408.56	0,0253	
		C71 C72	29,8			410.01	409.31	408.56	407.8	0,0253	
		C72 C73	31,25			409.31	407.2	407.8	405.2	0,0717	
		C73 C74	40			407.2	406.54	405.2	405.04	0,0096	
		C74 C75	40			406.54	407.07	405.04	404.85	0,0096	
		C75 C76	16,7			407.07	407.33	404.85	404.78	0,0096	
		C76 C77	34,4			407.33	407.4	404.78	404.78	0,0096	
		D3 R59	43,5			443.2	441.14	440.63	440.63	0,0460	
		D3 D4	30			445.27	442.59	443.27	440.59	0,0066	
		D3 R61	63,75			445.38	445.27	443.27	443.27	0,0805	
		D4 D10	39,8			442.59	440.80	440.59	438.80	0,0490	
		D9 D10	43,9			441.76	440.8	443.85	438.8	0,0177	
		D10 D11	55,7			440.8	436.3	438.8	434.3	0,0950	
		D11 D12	39,1			436.3	428.91	434.3	426.91	0,2239	
5	10,91	B3 B4	46,15			450.81	448.74	448.69	446.49	0,0473	
		B4 B5	31,15			448.74	447.32	446.49	445.02	0,0473	
		B5 B13	41,7			447.32	445.05	445.02	443.04	0,0473	
		B13 B14	48,85			445.05	442.97	443.04	440.73	0,0473	
		B14 B15	36,65			442.97	441.59	440.73	439,00	0,0473	
		B69 B70	41,5			410.04	406.35	408.16	404.85	0,0800	
		B70 C80	39,4			406.35	406.29	404.85	404.49	0,0800	
		B9 B10	42,65			453.04	450.84	451.2	449.24	0,0476	
		B10 B11	44,15			450.84	448.38	449.24	447.16	0,0476	
		B11 B12	24,6			448.38	447.47	447.16	445.97	0,0476	
		R74 B8	34,4			441.14	438.54	440.63	438.35	0,0581	
		R75 B19	53,05			438.54	436.33	438.35	433.83	0,0475	
		B19 B18	33,6			436.33	433.5	433.83	430.8	0,0475	
				2366,85	7,1656957						0,021197

	R76 R67	49,75		443.23	441.14	441.73	439.64	0,5930
	R67 B16	39,4		444.86	443.78	442.9	441.78	0,0264
	B16 B17	21,4		440,00	439.39	438.17	437.89	0,0264
	B17 B18	52,95		434.4	434.37	432.37	432.37	0,0070
	B18 R68	41,5		448.93	446.13	446.93	444.11	0,0169
	R69 R68	15,5		446.13	443.78	444.11	441.78	0,0169
	R68 B20	28,35		429.34	424.63	426.84	421.41	0,0482
	B20 B21	27,8		424.63	420.5	421.41	418,00	0,0482
	B21 B22	26,5		420.5	418.34	418,00	416.25	0,0482
	B22 B23	33,65		418.34	413.36	416.25	411.59	0,0482
	B23 B24	50		413.36	410.04	411.59	408.16	0,0164
	B24 B15	55,35		447.47	447.32	445.97	445.02	0,0164
	B25 B26	40,85		438.81	439.3	437.31	437.1	0,0054
	B26 B27	50,4		439.3	439.56	437.1	436.85	0,0054
	B27 B28	31,95		439.56	439.46	436.85	436.66	0,0054
	B31 B32	40,8		437.76	437.06	436.26	435.38	0,0300
	B32 B33	42,9		437.06	435.75	435.38	433.84	0,0300
	B33 B34	27,25		435.75	434.87	433.84	432.87	0,0300
	R53 B35	44,3		437.1	436.29	435.6	434.73	0,0277
	B35 B36	30		436.29	434.82	434.73	433.26	0,0277
	B36 R52	49,35		434.82	433.6	433.26	432.15	0,0277
	B40 B41	48,55		432.96	432.33	430.97	430.33	0,0132
	B41 B42	35,1		432.33	431.56	430.33	429.88	0,0132
	B42 B43	43,6		431.56	430.85	429.88	429.35	0,0132
	B50 B51	54,4		428.15	428.06	426.65	425.99	0,0083
	B51 B52	49,4		428.06	427.76	425.99	425.61	0,0083
	B52 B53	33		427.76	427.13	425.61	425.33	0,0083
	B59 B60	58,35		422.74	421.53	421.24	419.85	0,0249
	B60 R56	54		421.53	419.8	419.85	418.3	0,0249

		R56 B61	43			419.8	420.48	418.3	417.85	0,0122	
		B64 B65	50,35			418.75	417.3	417.25	415.8	0,0254	
		B65 B67	69			417.3	414.9	415.8	412.97	0,0153	
		B67 B68	86,3			414.9	413.36	412.97	411.66	0,0153	
		B66 B67	37,15			428.91	421.95	426.91	419.95	0,1500	
		D5 D6	39,3			448.21	445.36	446.21	443.85	0,0600	
		D6 D7	31,9			445.36	443.63	443.85	441.95	0,0600	
		D7 D8	27,2			443.63	442.31	441.95	440.31	0,0600	
		D8 D9	41,3			442.31	441.76	440.31	443.85	0,0177	
		C77 C78	35			407.4	407,00	404.78	404.45	0,0177	
		C78 C79	50			407,00	406.2	404.45	404.22	0,0096	
		C79 C80	50			406.2	406.29	404.22	404.49	0,0096	
		C80 C81	32,15			406.29	404.98	404.49	404.49	0,0309	
		C81 C82	30			404.98	404,32	404.49	404,21	0,0309	
		C82 C83	50			404,32	403,86	404,21	403,98	0,0230	
<b>6</b>	10,68	A10 A11	45,05			447,21	446,29	443,84	443,65	0,0150	
		A11 A12	49,80			446.29	446.25	443.65	443.09	0,0150	
		A12 A13	55,95			446.25	445.75	443.09	442.25	0,0150	
		A13 A20	35,85			445.75	441.7	442.25	439.78	0,0650	
		A20 A29	15,30			441.7	441.86	439.78	438.56	0,0160	
		A29 A33	26,90			441.86	441.78	438.56	438.18	0,0150	
		A33 A34	32,90			441.78	441.21	438.18	437.71	0,0160	
		A34 A35	42,85			441.21	438.44	437.71	436.02	0,0160	
		A32 A31	75,55			446.31	445.63	444.81	444.1	1,5354	
		A30 A31	54,75			445.63	445.24	444.1	443.87	0,0142	
		A31 A16	38,85			445.24	444.76	443.87	443.1	0,0386	
		A14 A15	52,30			444.76	443.34	443.1	441.98	1,1472	
		A15 A16	27,25			443.34	442.12	441.98	440.15	1,8349	
		A16 A20	14,70			445.24	444.76	443.87	443.1	0,4762	
				1 332,45	1,913201						0,0354142

	A17 A18	32,80		445.96	444.85	444.46	443.02	0,0441
	A18 A19	29,35		444.85	443,00	443.02	441.72	0,0441
	A19 A20	32,75		443,00	441.78	441.72	438.28	0,0440
	A21 A22	43,35		452.29	451.55	450.79	449.48	0,0302
	A22 A24	43,35		451.55	449.37	449.48	448.17	0,0302
	A23 A24	37,45		449.72	449.37	449.72	447.67	0,0547
	A24 A25	38,90		449.37	447.98	447.67	446.3	0,0352
	A25 A26	27,65		447.98	447.33	446.3	444.33	0,0350
	A26 A27	33,95		447.33	443.99	444.33	442.63	0,0902
	A27 A28	18,75		443.99	442.79	442.63	441.79	0,0500
	A28 A29	50,65		442.79	441.86	441.79	438.86	0,0174
	R36 A35	63,75		447.3	438.44	445.8	436.94	0,1371
	A35 A38	21,45		438.44	437.12	445.8	444.67	0,2000
	A39 A40	42,20		442.14	441.37	440.75	439.37	0,4739
	A40 A47	49,85		441.37	439.21	439.37	437.05	0,0721
	A41 A42	43,15		445.64	442.89	444.14	441.25	0,0671
	A42 A45	48,95		442.89	439.67	441.25	437.96	0,0671
	A43 A44	41,25		441.3	440.91	439.8	439.41	0,0095
	A44 A45	46,55		440.91	439.7	439.41	437.99	0,0305
	A45 A46	29,75		439.7	438.5	437.99	436.77	0,0305
	A46 A47	46,20		438.5	437.43	436.77	435.68	0,0305
	A47 A38	53,95		437.43	436.05	435.68	433.05	0,0305
	A52 A53	23,40		436.18	435.18	434.21	433.68	0,0225
	A57 A58	59,90		435.6	434.23	433.6	432.6	0,0347
	A58 A61	32,75		434.23	432.68	432.6	430.18	0,0290
	A38 A53	38,05		436.05	434.9	434.13	431.26	0,0200
	A53 A56	75,65		434.9	430.31	431.26	427.88	0,0200
	R38 B1	37,75		458.32	455.79	455.32	453.4	0,0473
	B1 B2	60,40		455.79	452.36	453.4	450.67	0,0473

		B2 B3	42,35			452.36	450.81	450.67	448.69	0,0473	
		B6 B7	23,15			455.89	455.74	454.39	454.24	0,0062	
		B7 B8	63,55			455.74	453.15	454.24	451.65	0,0408	
		B8 B9	8,00			453.15	453.04	451.65	451.2	0,0476	
		B7 B9	23,50			453.04	542.46	451.2	450.43	0,0851	
<b>7</b>	4,46	R3 A1	33,85	330,6	1,9965706	452.9	451.65	451.4	450.26	0,0284	0,069467
		A1 A2	46,55			451.65	450.63	450.26	449.13	0,0284	
		R10 R11	53,95			447.03	446.25	445.53	445.03	0,3707	
		R12 R11	56,3			446.25	445.38	445.03	443.27	0,0355	
		B78 R13	38,4			445.38	445.27	443.27	443.27	0,3125	
		R11 R13	26,95			451.1	449.7	449.1	447.74	0,1000	
		R13 B79	26,95			449.7	449.7	447.74	447.74	0,1000	
		B79 B80	47,65			449.7	443.95	447.74	441.76	0,1000	
<b>8</b>	5,8	B45 B57	57,3	653,7	2,7143415	455.5	451.9	452,00	447.9	0,023	0,022708
		B57 B58	36			451.9	447.3	447.9	447.3	0,0600	
		B58 B63	21,9			447.3	446.2	447.3	442.2	0,0600	
		B63 B68	58,3			446.2	435.7	442.2	433.73	0,0600	
		B68 B69	43,25			435.7	429.58	433.73	428.58	0,021	
		R52 R51	9,3			433.6	432.87	432.15	431.45	0,1234	
		R51 B37	25,55			432.87	432.81	431.45	431.05	0,067	
		B37 R50	41,55			432.81	432.07	431.05	430.07	0,067	
		B43 B44	34			430.85	430.82	429.35	428.57	0,0196	
		B44 B45	64,6			430.82	429.32	428.57	427.32	0,0163	
		B53 R58	42			427.13	427.21	425.33	425.04	0,0163	
		R58 B55	44,5			427.21	426.77	425.04	424.67	0,0163	
		B55 B56	33,3			426.77	426.4	424.67	424.4	0,0083	
		B56 B57	29,15			426.4	424.63	424.4	422.63	0,0083	
		B54 R58	30,6			424.63	423.87	422.63	421.98	0,4902	
		B61 B62	47,75			420.48	418.82	417.85	417.13	0,0122	

		B62 B63	34,65			418.82	418.34	417.13	416.84	0,0122	
<b>9</b>	5,92	R29 B88	63,85	1072,15	4,4065094	441.45	437.11	439.95	435.61	0,0678	0,057822
		B88 B89	54,5			437.11	435.89	435.61	432.88	0,0547	
		B89 R31	37,05			435.89	432.61	432.88	430.61	0,0547	
		R31 B90	61,9			432.61	430.03	430.61	427.42	0,0638	
		B90 B91	53,7			430.03	424.96	427.42	422.43	0,0638	
		R30 R31	78,4			436.21	432.61	434.71	430.61	0,0668	
		C32 C33	45,2			429.58	425.35	428.58	423.16	0,1500	
		C33 C34	50			425.35	423.24	423.16	423.16	0,1500	
		C34 C35	50			423.24	421.95	423.16	419.95	0,1500	
		C35 C36	47			421.95	416.3	419.95	414.3	0,1500	
		C22 C23	70,55			416.3	413.11	414.3	411.11	0,0853	
		R32 R33	66,8			413.11	410.81	411.11	409.31	0,0497	
		R28 B99	46,15			410.81	410.01	409.31	408.56	0,0497	
		B99 C1	45,65			410.01	409.31	408.56	407.8	0,0497	
		C1 C2	45,35			409.31	407.2	407.8	405.2	0,0647	
		C2 C3	41,35			407.2	406.54	405.2	405.04	0,0268	
		R24 B99	77,75			406.54	407.07	405.04	404.85	0,0260	
C7 R23	45	407.07	407.33	404.85	404.78	0,021					
R26 R25	35,85	407.33	407.4	404.78	404.78	0,0561					
R25 R23	56,1	407.4	407,00	404.78	404.45	0,0561					
<b>10</b>	5,82	C36 R80	48,9	635	2,6321597	427.21	426.77	425.04	424.67	0,1500	0,055271
		R80 C37	48,7			426.77	426.4	424.67	424.4	0,1500	
		C37 C38	50			426.4	424.63	424.4	422.63	0,1800	
		C38 C39	50			424.63	423.5	422.63	421.9	0,1800	
		C39 R81	44,7			422.7	419.9	421.2	418.4	0,1119	
		C23 C24	56,7			419.9	419.9	418.4	418.4	0,0651	
		C24 R35	34,25			419.9	420.45	418.4	417.95	0,0065	
		R35 R34	34,3			420.48	418.82	417.85	417.13	0,0065	

		R33 R34	55,75			424.57	420.45	425.27	417.95	0,0853	
		R34 C25	49,7			420.45	417.95	417.95	416.44	0,0336	
		C25 C26	44,15			417.95	416.3	416.44	414.8	0,0336	
		C26 C27	42,3			439.56	439.46	436.85	436.66	0,150	
		C27 C28	40,85			439.46	437.76	436.66	436.26	0,150	
		C28 C29	34,7			437.76	437.06	436.26	435.38	0,150	
<b>11</b>	5,71	B91 B92	56,95			437.06	435.75	435.38	433.84	0,0638	
		B92 C21	32,8			435.75	434.87	433.84	432.87	0,0638	
		C3 C4	51			433.5	430.4	430.8	428.9	0,0647	
		C4 R20	46,35			430.4	426.86	428.9	424.86	0,0647	
		C10 R22	47,45			426.86	425.12	424.86	423.25	0,0066	
		C13 R21	47,9			425.12	424	423.25	422.1	0,0061	
		R23 C8	38,15			443.78	441.95	441.78	439.46	0,0516	
		C8 R22	53,75			441.95	439.39	439.46	437.04	0,0516	
		R22 C11	40,8			439.39	436.78	437.04	434.71	0,0516	
		C11 R21	49,65			436.78	434.37	434.71	432.37	0,0516	
		R21 R19	50,55			434.37	432.24	432.37	430.74	0,0323	
		C15 R19	48,05			432.24	430.76	430.74	428.12	0,0520	
		R19 C16	41,8			430.76	428.45	428.12	426.34	0,1500	
		C16 R20	52,05			428.45	427.34	426.34	425.56	0,1500	
		R20 C17	32,5			429.62	428.57	428.43	427.07	0,1500	
		C17 C20	48,35			428.57	426.08	427.07	424.55	0,1500	
		C18 C19	60,9			426.08	421.5	424.55	420,00	0,0631	
		C19 C20	63,15			421.5	420.87	420,00	418.09	0,0631	
		C20 C21	33,6			420.87	418.35	418.09	416.23	0,1000	
		C21 C26	51,75			418.09	416.98	416.23	414.34	0,1000	
		A37 R36	42,25			448.33	447.82	446.83	446.36	0,0202	
		A36 R37	30,4			453.3	449.12	451.8	447.62	0,0934	
		R37 R36	45,5			449.12	447.3	447.62	445.8	0,0646	
				947,5	3,9651641						0,045438
				1738,9	5,4368						0,0361
				5	741						083

	A48 A49	50,4		440.08	437.84	438.58	436.47	0,0394
	A49 A50	38,4		437.84	437.26	436.47	435.71	0,0225
	A50 A51	33,05		437.26	436.72	435.71	434.94	0,0225
	A51 A52	28,7		436.72	436.18	434.94	434.21	0,0225
	A54 A55	28,25		437.89	433.53	435.89	431.54	0,1540
	A55 A56	25,9		433.53	429.1	431.54	427.6	0,1540
	A59 A60	24,7		437.55	434.98	436.05	433.7	1,0931
	A60 A61	30,75		434.98	432.68	433.7	431.18	0,5528
	A63 A64	44,35		432.81	434.25	431.31	431.16	0,0200
	A64 A65	32,95		434.25	433.46	431.16	430.99	0,0212
	A61 A62	23,6		433.46	432.12	433.46	432.23	0,0340
	A62 A65	20,2		432.12	430.31	432.23	430.24	0,0440
	A65 A66	38,45		430.31	426.01	427.88	424.45	0,0439
	A67 A68	48,55		424.63	424.63	424.63	424.63	0,0240
	A69 A70	47,4		448.52	447.03	447.02	445.26	0,0392
	A70 A71	43,9		447.03	445.3	445.26	443.3	0,0392
	A71 A72	49,1		445.3	442.7	443.3	440.31	0,0665
	A72 R18	40,45		442.7	439.86	440.31	437.56	0,0665
	R18 A73	49,5		439.86	436.4	437.56	434.9	0,0665
	A73 A74	25,75		436.4	434.6	434.9	433.29	0,0402
	A74 A79	70,55		434.6	433.48	433.29	431.91DRF	0,1500
	A75 A74	16,95		433.48	431.6	431.91	430.29	0,0402
	A76 A78	57,1		431.6	429.23	430.29	428.23	0,0700
	A77 A78	21,05		429.23	430.33	428.23	427.99	0,0115
	A78 A79	20,8		430.33	430.84	427.99	427.75	0,0115
	A79 A80	19,1		430.84	430.78	427.75	427.53	0,0115
	A80 A81	72,2		430.78	424.08	427.53	422.58	0,1714
	A56 A66	69,65		426.01	425.43	424.45	423.54	0,0200
	A66 A68	30,35		425.43	424.08	423.54	422.54	0,0220

		A68 A81	25,3			424.08	421.75	422.54	420.35	0,0220	
		A81 A82	42,25			421.75	419.32	420.35	417.82	0,0250	
		A82 A83	49,85			419.32	416.26	417.82	413.61	0,0250	
		A83 A84	53,45			416.26	412.56	413.61	410.56	0,0250	
		A84 C51	45			412.56	410.43	410.56	408.26	0,0590	
		A91 A84	66,35			451.34	449.21	449.61	447.71	0,0904	
		C5 R17	39			449.21	449.3	447.71	447.31	0,103	
		R17 R26	36,4			449.3	448.93	447.31	444.07	0,082	
		C6 C7	43,25			445.57	444.86	444.07	438.45	0,046	
		C9 C10	37,35			439.95	440,00	438.45	432.9	0,054	
		C12 C13	39			434.4	434.4	432.9	431.32	0,0061	
		C14 C15	41,5			434.4	433.54	431.32	429.67	0,0061	
<b>13</b>	6,74	C51 C52	45			434.27	433.04	432.77	431.54	0,0210	
		C52 C53	45			433.04	432.96	431.54	430.97	0,1000	
		C53 C54	55,55			432.96	432.33	430.97	430.33	0,1000	
		C54 C55	50,45			432.33	431.56	430.33	429.88	0,1000	
		A86 A87	39,5			431.56	430.85	429.88	429.35	0,0418	
		A87 A88	46,15			430.85	430.82	429.35	428.57	0,0418	
		A88 A89	22,3			430.82	429.32	428.57	427.32	0,0418	
		A89 A93	25,35			429.32	428.15	427.32	426.65	0,0418	
		R57 A90	40,25			428.15	428.06	426.65	425.99	0,0224	
		A90 A93	40,8			428.06	427.76	425.99	425.61	0,0224	
		A93 A92	37,7			427.76	425.82	425.61	423.57	0,0410	
		A92 A91	39,25			425.82	422.97	423.57	419.97	0,0473	
		B15 B28	49,35			441.59	439.46	439,00	436.66	0,0473	
		B28 B29	39,5			439.46	437.58	436.66	434.79	0,0473	
		B29 B30	28,25			437.58	436.59	434.79	433.77	0,0473	
		B30 B34	25			436.59	434.87	433.77	432.87	0,0473	
		B34 R50	55,65			434.87	432.07	432.87	529.64	0,0473	
				744,2	2,8665513						0,04445

		R50 B38	26,65			432.07	430.84	529.64	428.38	0,0473	
		B38 B45	32,5			430.84	429.34	428.38	426.84	0,0473	
<b>14</b>	3,54	B80 B83	52,95	959	5,0970275	443.95	441.5	441.76	439.73	0,1000	0,0512
		B81 B82	43,6			449.65	444.51	448.15	443.01	0,1000	
		B82 B83	40,55			444.51	441.5	443.01	439.73	0,1000	
		B83 B84	62,9			440.23	438,00	436.02	435.46	0,1000	
		B84 R16	61,5			441.5	440.23	439.73	436.02	0,1179	
		88' R16	56,25			440.23	438,00	436.02	435.46	0,0810	
		B85 R15	46,15			437.94	437,00	435.94	435.64	0,0164	
		R15 B87	44,7			437,00	<b>437.35</b>	435.64	435.35	0,0065	
		B86 R15	22,9			439.34	438,00	436.2	435.46	0,0065	
		R16 B87	22,55			438,00	437.35	435.46	435.35	0,0873	
		B87 C30	35			437.35	435.65	435.35	433.99	0,0210	
		C30 C31	41,6			435.65	433.89	433.99	433.1	0,1420	
		C31 C32	50			455.78	454.95	455.8	453.45	0,1420	
		B93 B95	80,8			454.95	451.61	453.45	450.11	0,1500	
		B94 B95	63,9			453.37	451.61	451.87	450.11	0,1500	
		B95 B96	43,8			451.61	448.07	450.11	446.07	0,0218	
		B96 B97	32,55			448.07	447,00	446.07	444.45	0,0644	
		B97 R27	29,45			447,00	444.78	444.45	442.99	0,0924	
		R27 R28	47,15			444.78	443.2	442.99	440.63	0,0497	
		B98 R27	80,7			448.68	444.78	447.18	442.98	0,0497	

Annexe n°2 : tableau du calcul hydraulique

Col	Amont	Aval	Distance	Pente	Q.Total (l/s)	C	Nouv.D (mm)	D Exist (mm)	Observation	Vps (m/s)	Qps (l/s)	RQ	RV	RH(%)	VR	V0,1 (m/s)	V0,01 (m/s)	Hr (mm)	Con
1	R03	A01	33,85	0,0284	8,72	52,41	400	400	Changer	2,79	350,78	0,08187	0,6137	19,02	1,71	0,942677	0,4284897	76,094	Ok
	A01	A02	46,55	0,0284	20,712	52,41	400	400	Changer	2,79	350,78	0,11606	0,6754	3	1,89	1,03743	0,471559	90,831	Ok
	A02	R04	46,3	0,0122	63,206	52,41	400	400	Changer	1,83	229,91	0,36191	0,9192	41,44	1,68	0,925466	0,4206665	165,756	Ok
2	A03	R09	35	0,0638	43,8	56,07	600	600	garder	5,49	1550,12	0,02826	0,4368	11,56	2,4	1,317688	0,5989492	69,364	Ok
	R09	A03'	30,95	0,0638	96,15	56,07	600		ajouter	5,49	1550,1	0,02826	0,4368	11,56	2,4	1,317672	0,5989416	69,365	Ok
	A03'	A04	40	0,0335	143,15	56,07	600	600	garder	3,97	1123,26	0,0856	0,6224	19,43	2,47	1,360674	0,618488	116,58	Ok
	A04	R07	28,2	0,0335	197,8	56,07	600	600	garder	3,97	1123,26	0,12744	0,6898	23,9	2,74	1,508056	0,68548	143,376	Ok
	R07	A05	45,65	0,0184	39,25	56,07	600	600	garder	2,95	832,46	0,23761	0,798	33,66	2,35	1,292869	0,5876676	201,953	Ok
3	R08	A06	39,25	0,0142	79,75	49,95	315	300	Changer	1,63	115,17	0,34079	0,8999	40,24	1,47	0,806854	0,366752	120,716	Ok
	A06	A05	40,5	0,0142	63,7	49,95	315	300	Changer	1,63	115,17	0,69243	1,0434	63,17	1,7	0,935545	0,4252479	189,5	Ok
4	A05	R06	30,3	0,0184	86,3	54,39	500	500	Changer	2,61	511,94	0,12443	0,6862	23,58	1,79	0,984495	0,4474975	117,92	Ok
	R06	R05	22,6	0,0184	110,6	54,39	500	500	changer	2,61	511,94	0,16858	0,7325	27,93	1,91	1,050951	0,4777049	139,675	Ok
	R05	R04	24,3	0,0231	155,65	54,39	500	500	changer	6,08	1193,46	0,09267	0,6373	20,2	3,88	2,13167	0,968941	100,999	Ok
	R04	A07	45,05	0,0336	203,35	58,82	630	500	changer	4,82	2422,68	0,06425	0,5615	17,1	2,71	1,489123	0,6768742	136,815	Ok
	A07	A08	47,7	0,0336	250,2	58,82	630	500	changer	4,82	2422,68	0,08394	0,6186	19,25	2,98	1,640677	0,745762	153,988	Ok
	A08	A09	46,85	0,0336	289,05	58,82	630	500	changer	4,82	2422,68	0,10327	0,6563	21,35	3,17	1,740764	0,7912565	170,766	Ok
	A09	A10	38,85	0,0336	427,278	58,82	630	500	changer	4,82	2422,68	0,11931	0,6797	23,05	3,28	1,802728	0,8194216	184,398	Ok
	A10	A11	45,05	0,015	580,08	62,94	630	500	changer	4,22	4772,53	0,08953	0,631	19,86	2,66	1,465125	0,665966	238,296	Ok
	A11	A12	26,7	0,015	751,753	62,94	630	500	changer	4,22	4772,53	0,12155	0,6826	23,28	2,88	1,585023	0,7204652	279,404	Ok
	A12	A12'	23,1	0,015	861,753	62,94	630		ajouter	4,22	4772,53	0,12155	0,6826	23,28	2,88	1,585023	0,7204652	279,404	Ok
	A12'	A13	28	0,015	908,098	62,94	630	500	changer	4,22	4772,53	0,15752	0,7219	26,89	3,05	1,676222	0,7619192	322,713	Ok
	A13	A13'	27,95	0,015	990,635	62,94	630		ajouter	4,22	4772,53	0,15752	0,7219	26,89	3,05	1,676222	0,7619192	322,713	Ok
	A13'	A20	35,85	0,065	1091,58	62,94	630	500	changer	8,79	9934,81	0,08674	0,625	19,55	5,49	3,020978	1,3731719	234,653	Ok
	A20	A29	15,3	0,016	1223,06	62,94	630	500	changer	4,36	4929,05	0,18423	0,7472	29,35	3,26	1,792079	0,8145815	352,217	Ok
A29	A33	26,9	0,015	1324,78	62,94	800	500	changer	4,22	4772,53	0,20757	0,7691	31,33	3,25	1,78602	0,8118272	375,982	Ok	
A33	A34	32,9	0,016	1356,89	62,94	800	500	changer	4,36	4929,05	0,22146	0,7824	32,44	3,41	1,876298	0,8528628	389,252	Ok	
A34	A35	42,85	0,016	1645,89	62,94	800	500	changer	4,36	4929,05	0,24813	0,8083	34,42	3,52	1,938561	0,8811642	413,035	Ok	
5	A32	A31	75,55	1,5354	287,195	49,95	315	300	Changer	16,95	1197,62	0,19358	1,0434	30,16	4,94	2,719651	1,2362051	90,491	Ok
6	A30	A31	54,75	0,0142	160,473	49,95	315	300	Changer	1,63	115,17	1,45858	1,0565	1465,12	2,67	1,46583	0,6662864	135,374	Ok
	A31	A16	38,85	0,0386	244,0851	49,95	315	300	Changer	2,69	189,89	1,51242	0,999	2031,34	3,98	2,191388	0,9960853	204,019	Ok
7	A14	A15	52,3	1,1472	100,641	49,95	315	300	Changer	14,65	1035,21	0,15501	0,9981	26,65	4,73	2,601435	1,1824703	79,957	Ok
	A15	A16	27,25	1,8349	190,696	49,95	315	300	Changer	18,53	1309,23	0,18643	1,0784	29,54	4,22	2,323494	1,0561336	88,634	Ok
	A16	A20	14,7	0,4762	291,184	49,95	315	300	Changer	9,44	666,97	0,43359	1,014	45,53	4,16	2,288769	1,0403494	136,603	Ok
8	A17	A18	32,8	0,0441	98,76	49,95	315	300	Changer	2,87	202,97	0,49585	1,0047	49,37	2,89	1,587531	0,7216049	148,114	Ok
	A18	A19	29,35	0,0441	133,012	49,95	315	300	Changer	2,87	202,97	0,93953	1,0584	84,25	3,04	1,672399	0,7601813	252,754	Ok
	A19	A20	32,75	0,044	266,024	49,95	315	300	Changer	2,87	202,74	1,43625	1,2662	1274,17	4,74	2,609202	1,186001	322,496	Ok
9	A21	A22	43,35	0,0302	114,909	49,95	315	300	Changer	2,38	167,96	0,79191	1,0675	69,92	2,54	1,395879	0,6344904	99,766	Ok
	A22	A24	43,35	0,0302	234,267	49,95	315	300	Changer	2,38	167,96	1,58382	1,0761	3065,3	3,75	2,064364	0,9383473	195,909	Ok
10	A23	A24	37,45	0,0547	319,106	49,95	315	300	Changer	3,2	226,05	0,50833	1,0091	50,19	3,23	1,775714	0,8071425	150,558	Ok
	A24	A25	38,9	0,0547	423,275	49,95	315	300	Changer	2,57	181,33	1,2919	0,9944	492,19	3,18	1,749942	0,795428	476,577	Ok

	A25	A26	27,65	0,0986	480,806	49,95	315	300	Changer	2,56	180,82	1,76478	1,0012	7839,19	4,3	2,365882	1,075401	517,58	Ok
	A26	A27	33,95	0,169	636,217	49,95	315	300	Changer	4,11	290,28	1,45818	1,0239	1461,42	5,76	3,167134	1,4396061	584,256	Ok
	A27	A28	18,75	0,087	705,393	49,95	315	300	Changer	3,06	216,12	2,22472	0	51565,61	0	1,226891	5,5719806	616,832	Ok
	A28	A28'	25,23	0,054	765,98	52,41	400		ajouter	3,14	394,94	1,21742	1,0167	298,03	3,92	2,153429	0,9788315	692,137	Ok
	A28'	A29	25,42	0,083	839,857	52,41	400	300	Changer	2,19	274,57	2,31713	1,0146	70694,19	4,84	2,664204	1,2110019	776,743	Ok
11	A37	A37'	21,12	0,0202	295,116	49,95	315		ajouter	1,94	137,37	0,40324	0,9532	43,78	1,85	1,019326	0,4633301	131,333	Ok
	A37'	R36	21,13	0,0202	360,931	49,95	315	300	Changer	1,94	137,37	0,40324	0,9532	43,78	1,85	1,019326	0,4633301	131,333	Ok
12	A36	R37	30,4	0,0934	129,483	49,95	315	300	Changer	4,18	295,38	0,13493	0,6985	24,66	2,92	1,606121	0,7300551	73,989	Ok
	R37	R36	45,5	0,0646	282,439	49,95	315	300	Changer	3,48	245,66	0,40508	0,9546	43,88	3,32	1,825473	0,8297603	131,647	Ok
	R36	R36'	33,15	0,1371	302,56	49,95	315		ajouter	5,07	357,87	0,27806	0,8382	36,45	4,25	2,335088	1,0614037	109,345	Ok
	R36'	A35	30,6	0,1371	352,398	49,95	315	300	changer	5,07	357,87	0,82464	0,6572	72,21	3,72	2,045958	0,9299808	216,644	Ok
	A35	A38	21,45	0,2	412,593	58,82	800	500	changer	11,76	5910,73	0,06106	0,6892	16,76	3,9	2,145754	0,9753428	134,056	Ok
13	A39	A40	42,2	0,4739	126,568	49,95	315	300	Changer	9,42	665,35	0,19461	0,757	30,25	7,13	3,920778	1,7821716	90,753	Ok
	A40'	A40''	21,22	0,0067	269,399	49,95	315		Ajouter	1,12	79,11	1,63669	1,0442	4092,69	2,75	1,511324	0,6869654	98,076	Ok
	A40''	A40'''	21,22	0,0067	360,681	49,95	315		Ajouter	1,12	79,11	1,63669	1,0442	4092,69	2,75	1,511324	0,6869654	122,076	Ok
	A40'''	A40	21,22	0,0067	502,438	49,95	315		Ajouter	1,12	79,5	1,62874	0,5899	3921,79	1,55	0,853715	0,3880523	157,172	Ok
	A40	A47	49,85	0,0721	667,974	49,95	400	300	Changer	3,67	259,52	1,0883	1,1331	138,47	4,16	2,289173	1,0405333	215,401	Ok
14	A41	A42	43,15	0,0671	66,078	49,95	315	300	Changer	3,54	250,36	0,52882	1,0151	51,55	3,6	1,978472	0,8993056	154,662	Ok
	A42	A45	48,95	0,0671	116,423	49,95	315	300	Changer	3,54	250,36	1,12873	0,9984	171,62	3,91	2,152366	0,978348	164,865	Ok
15	A43	A44	41,25	0,0095	37,038	49,95	315	300	Changer	1,33	94,2	1,34355	1,0595	697,05	2,02	1,113182	0,5059916	91,147	Ok
	A44	A45	46,55	0,0305	70,994	49,95	315	300	Changer	2,39	168,79	1,59601	0,9997	3280,28	3,75	2,059986	0,9363571	98,853	Ok
	A45	A46	29,75	0,0305	109,67	49,95	315	300	Changer	2,39	168,79	0,13034	0,6932	24,19	1,66	0,910951	0,4140687	72,581	Ok
	A46	A47	46,2	0,0305	157,34	49,95	315	300	Changer	2,39	168,79	2,97662	1,0364	455891,32	7,6	4,177416	1,8988254	136,951	Ok
	A47	A47'	24,34	0,0305	183,793		315		ajouter	2,39	168,79	2,97662	0,728	455891,32	3,45	1,8975	0,8625	176,951	Ok
	A47'	A38	29,61	0,0305	284,28	52,41	400	300	Changer	2,89	363,52	1,83751	0,9945	11018,74	5,12	2,814347	1,2792485	184,947	Ok
16	A48	A48'	25	0,0394	15,097	49,95	315		ajouter	2,72	191,85	0,34443	0,9033	40,45	2,45	1,349094	0,6132244	121,34	Ok
	A48'	A49	25,4	0,0394	26,967	49,95	315	300	Changer	2,72	191,85	0,34443	0,9033	40,45	2,45	1,349094	0,6132244	121,34	Ok
	A49	A50	38,4	0,0225	32,383	49,95	315	300	Changer	2,05	144,98	0,80304	1,0703	70,68	2,2	1,207928	0,5490581	212,054	Ok
	A50	A51	33,05	0,0225	58,146	49,95	315	300	Changer	2,05	144,98	1,10192	1,2961	148,35	2,66	1,462853	0,664933	445,042	Ok
	A51	A52	28,7	0,0225	72,699	49,95	315	300	Changer	2,05	144,98	1,35739	0,9961	764,35	2,7	1,487732	0,676242	293,039	Ok
	A52	A53	23,4	0,0225	101,346	49,95	315	300	Changer	2,05	144,98	1,85263	1,0454	11799,08	4,14	2,279637	1,0361985	353,242	Ok
17	A54	A55	28,25	0,154	30,941	49,95	315	300	Changer	5,37	379,34	0,09764	0,6467	20,74	3,47	1,90968	0,8680364	62,214	Ok
	A55	A56	25,9	0,154	57,425	49,95	315	300	Changer	5,37	379,34	0,18715	0,75	29,61	4,03	2,214749	1,0067038	88,823	Ok
18	A57	A57'	29,3	0,028	45,132	49,95	315		ajouter	2,29	161,73	1,13642	0,9982	179,36	2,54	1,399019	0,6359175	538,067	Ok
	A58	A61	32,75	0,029	107,836	49,95	315	300	Changer	2,33	164,59	1,72718	1,0053	6522,98	4,01	2,205242	1,0023828	568,942	Ok
19	A59'	A59	27,15	0,0195	62,115	49,95	315		ajouter	1,91	134,97	0,23994	0,8003	33,83	1,53	0,84084	0,3821999	101,488	Ok
	A59	A60	24,7	1,0931	119,701	49,95	315	300	Changer	14,3	1010,51	0,03205	0,5992	12,27	3,6	1,981036	0,900471	36,808	Ok
	A60	A60'	30,56	0,095	184,074	49,95	315		ajouter	4,22	297,9	0,24404	0,8043	34,13	3,39	1,865243	0,8478379	102,38	Ok
	A60'	A61	30,75	0,5528	237,107	49,95	315	300	Changer	10,17	718,61	0,10117	0,756	21,12	4,02	2,210332	1,0046962	63,357	Ok
20	A63	A64	44,35	0,02	302,005	49,95	300	300	Changer	1,93	136,69	0,4254	0,9687	45,05	1,87	1,030829	0,4685586	135,163	Ok
	A64'	A64	24,75	0,02	335,765	49,95	300		ajouter	1,93	136,69	0,4254	0,9687	45,05	1,87	1,030829	0,4685586	135,163	Ok
	A64	A65	32,95	0,0212	428,261	49,95	300	300	Changer	1,99	140,73	0,72016	1,0494	65,08	2,09	1,149616	0,5225527	195,255	Ok

21	A61	A62	23,6	0,034	22,222	49,95	315	300	Changer	2,52	178,22	0,17361	0,7373	28,4	1,86	1,022897	0,4649531	85,195	Ok
	A62	A65	20,2	0,044	74,862	49,95	315	300	Changer	2,87	202,74	0,28325	0,8434	36,78	2,42	1,331064	0,605029	110,346	Ok
22	A67'	A67	24,56	0,048	56,265	49,95	315		ajouter	3	211,75	0,3006	0,8607	37,87	2,58	1,418887	0,6449487	113,6	Ok
	A67	A68'	24,86	0,024	262,506	49,95	315	300	Changer	2,12	149,73	0,42511	0,9686	45,04	2,05	1,128995	0,5131795	135,113	Ok
23	A68'	A68	26,22	0,024	303,56	49,95	315		ajouter	2,12	150,46	0,42304	0,972	44,92	2,06	1,132903	0,5149559	134,752	Ok
	A69	A70	47,4	0,0392	62,115	49,95	315	300	Changer	2,71	191,36	0,32459	0,8844	39,3	2,4	1,317495	0,5988615	117,904	Ok
	A70	A71	43,9	0,0392	119,701	49,95	315	300	Changer	2,71	191,36	0,62552	1,0324	58,39	2,8	1,538006	0,6990938	175,173	Ok
	A71	A72	49,1	0,0665	184,074	49,95	315	300	Changer	3,53	249,24	0,73854	1,0538	66,33	3,72	2,044633	0,9293784	199,001	Ok
	A72	R18	40,45	0,0665	237,107	49,95	315	300	Changer	3,53	249,24	0,95131	1,0508	86,26	3,71	2,038852	0,9267508	258,787	Ok
	R18	A73	49,5	0,0665	302,005	49,95	315	300	Changer	3,53	249,24	1,2117	1,0098	286,99	4,08	2,243575	1,0198069	269,966	Ok
	A73	A74	25,75	0,0402	335,765	49,95	315	300	Changer	2,74	193,79	1,73266	0,4644	6702,31	1,87	1,030561	0,4684369	306,937	Ok
	A74	A79	70,55	0,15	428,261	49,95	315	300	Changer	5,3	374,33	1,14407	0,9977	187,56	5,92	3,254754	1,4794337	362,669	Ok
24	A75	A74	16,95	0,0402	22,222	49,95	315	300	Changer	2,74	193,79	0,11467	0,6735	22,56	1,85	1,016004	0,4618199	67,684	Ok
25	A76	A78	57,1	0,07	74,862	49,95	315	300	Changer	3,62	255,72	0,29275	0,8529	37,38	3,09	1,697862	0,7717555	112,147	Ok
26	A77	A78	21,05	0,0115	116,75	49,95	315	300	Changer	1,47	103,65	1,12641	2,5615	169,39	3,76	2,066787	0,9394487	508,17	Ok
	A78	A79	20,8	0,0115	56,265	49,95	315	300	Changer	1,47	103,65	0,54285	1,0185	52,51	1,49	0,821844	0,3735656	157,537	Ok
	A79	A80	19,1	0,0115	262,506	54,39	500	300	changer	2,06	404,72	0,64861	1,0358	60,05	2,14	1,17487	0,5340318	300,274	Ok
	A80	A80'	32,1	0,0115	303,56		500		ajouter	2,06	404,72	0,75005	1,0567	67,11	2,18	1,198534	0,5447881	335,543	Ok
	A80'	A81	42,35	0,1714	376,75	54,39	500	300	changer	7,96	1562,47	0,19428	0,7566	30,22	6,02	3,313282	1,5060374	151,116	Ok
27	A38	A53	38,05	0,02	5657,985	62,94	800	600	changer	4,88	5510,84	1,0267	1,0162	106,51	4,79	2,63474	1,1976092	78,11	Ok
	A53	A53'	25,34	0,02	5796,527	62,94	800		ajouter	4,88	5510,84	1,0267	0,9984	106,51	4,77	2,622998	1,1922718	78,11	Ok
	A53'	54	30,45	0,02	5866,923	62,94	800		ajouter	4,88	5510,84	1,0267	0,9958	106,51	4,85	2,67012	1,2136909	1278,11	Ok
	54	56	29,23	0,02	6055,95	62,94	800		ajouter	4,88	5510,84	1,0267	0,9958	106,51	4,85	2,67012	1,2136909	78,11	Ok
	56	A56	40,42	0,02	6097,943	62,94	800	600	changer	4,88	5510,84	1,05184	1,0018	117,36	4,88	2,68603	1,2209228	108,308	Ok
	A56	A56'	39,11	0,02	6425,527	62,94	800		ajouter	4,88	5510,84	1,05184	1,0018	117,36	4,88	2,68603	1,2209228	108,308	Ok
	A56'	A66	30,54	0,02	6453,873	62,94	800	600	changer	4,88	5510,84	1,06461	1,0223	123,95	4,98	2,741093	1,2459514	187,459	Ok
	A66	A68	30,35	0,02	6484,266	62,94	1000	600	changer	4,88	5510,84	1,09892	1,0002	146,06	5,1	2,806363	1,2756196	192,747	Ok
	A68	A81	25,3	0,022	6801,979	62,94	1000	600	changer	5,11	5779,82	1,05504	1,0054	118,94	5,14	2,827283	1,2851288	227,246	Ok
	A81	A82	42,25	0,025	768,24	62,94	1000	600	changer	5,45	6161,31	1,04288	0,9958	113,19	5,43	2,985112	1,3568689	358,265	Ok
	A82	A82'	29,11	0,025	912,24	62,94	1000		ajouter	5,45	6161,31	1,04288	0,9958	113,19	5,43	2,985112	1,3568689	358,265	Ok
	A82'	A83	20,89	0,025	1056,8	62,94	1000	600	changer	5,45	6161,31	1,04748	0,9982	115,29	5,44	2,99228	1,3601275	383,433	Ok
	A83	A83'	23,45	0,025	1200	62,94	1000		ajouter	5,45	6161,31	1,04748	0,9982	115,29	5,44	2,99228	1,3601275	383,433	Ok
	A83'	A84	30	0,025	5657,985	62,94	1000	600	changer	5,45	6161,31	1,05242	1,0023	117,64	5,46	3,00483	1,3658319	411,678	Ok
	A84	C51	45	0,059	5796,527	62,94	1000	600	changer	8,37	9465,18	0,71863	1,0263	64,98	5,79	3,185584	1,4479927	479,764	Ok
	C51	C52	45	0,021	5866,923	56,07	630	600	changer	3,15	889,34	0,86384	1,0792	75,32	3,4	1,867919	0,8490541	451,922	Ok
	C52	C53	45	0,1	6055,95	56,07	630	600	changer	6,87	1940,69	0,47006	1,0739	47,74	3,83	2,107704	0,9580471	286,429	Ok
	C53	C54	55,55	0,1	6097,943	56,07	630	600	changer	6,87	1940,69	0,54455	0,9985	52,63	3,56	1,959641	0,8907461	315,774	Ok
	C54	C55	50,45	0,1	6425,527	56,07	630	600	changer	6,87	1940,69	0,61834	-0,289	57,87	-1,03	-0,567255	-	347,231	Ok
	28	A86	A87	39,5	0,0418	6,943	49,95	315	300	Changer	2,8	197,6	0,13298	0,6963	24,46	1,95	1,071088	0,486858	73,392
A87		A88	46,15	0,0418	13,885	49,95	315	300	Changer	2,8	197,6	0,28834	0,8485	37,11	2,37	1,30522	0,5932817	111,316	Ok
A88		A89	22,3	0,0418	26,16	49,95	315	300	Changer	2,8	197,6	0,47708	0,9971	48,18	2,79	1,533874	0,6972152	144,53	Ok
A89		A93	25,35	0,0418	93,801	49,95	315	300	Changer	2,8	197,6	0,58912	1,0271	55,77	2,87	1,580052	0,7182053	167,307	Ok

29	R57	A90	40,25	0,0224	29,056	49,95	315	300	Changer	2,05	144,66	0,1851	0,7481	29,43	1,53	0,842402	0,3829101	88,284	Ok
	A90	A93	40,8	0,0224	46,03	49,95	315	300	Changer	2,05	144,66	0,37273	0,9287	42,05	1,9	1,045805	0,4753661	126,15	Ok
	A92	A91	39,25	0,041	87,03	52,41	400	300	Changer	3,36	421,47	0,18988	0,7525	29,84	2,53	1,38888	0,6313091	119,378	Ok
	A91	A91'	36	0,041	114,275	52,41	400		ajouter	3,36	421,47	0,18988	0,7525	29,84	2,53	1,38888	0,6313091	119,378	Ok
	A91'	A84	38,2	0,0904	159,794	52,41	400	300	Changer	4,98	625,84	0,26687	0,8431	35,71	3,96	2,178987	0,9904486	142,845	Ok
30	R10	R11	53,95	0,3707	58,954	49,95	315	300	Changer	8,33	588,47	0,02362	0,4134	10,62	3,44	1,89385	0,8608411	31,865	Ok
31	R12	R11	56,3	0,0355	199,283	49,95	315	300	Changer	2,58	182,11	0,07964	0,6081	18,78	1,57	0,862133	0,3918786	56,34	Ok
32	B78	R13	38,4	0,3125	269,765	49,95	315	300	Changer	7,65	540,3	0,01831	0,3825	9,42	2,93	1,608939	0,7313358	28,253	Ok
33	R11	R13	26,95	0,1	244,007	54,39	500	500	Changer	6,08	1193,46	0,00582	0,2709	5,48	1,65	0,906169	0,4118951	27,393	Ok
	R13	B79	26,95	0,1	430,15	54,39	500	500	Changer	6,08	1193,46	0,01163	0,3335	7,6	2,03	1,115387	0,5069941	38,008	Ok
	B79	B79'	27,12	0,0506	523,899	54,39	500		ajouter	4,33	848,95	0,01636	0,3696	8,93	1,6	0,879454	0,3997517	44,644	Ok
	B79'	B80	20,29	0,0717	610,84	54,39	500	500	Changer	5,15	1010,57	0,02589	0,4252	11,09	2,19	1,204195	0,5473614	55,461	Ok
	B80	B83	32,12	0,0717	635,154	54,39	500	500	Changer	5,15	1010,57	0,09282	0,6376	20,22	3,28	1,805835	0,8208339	101,079	Ok
	B83	B83'	34,23	0,1	3236,079	54,39	500		ajouter	6,08	1193,46	0,0786	0,6054	18,67	3,68	2,025017	0,9204623	93,328	Ok
	B83'	B84	26,99	0,021	647,2	54,39	500	500	Changer	2,79	546,91	0,31843	0,8784	38,94	2,45	1,346329	0,6119676	194,694	Ok
	B84	B84'	28,56	0,021	690,2	54,39	500		ajouter	2,79	546,91	0,31843	0,8784	38,94	2,45	1,346329	0,6119676	194,694	Ok
	B84'	R16	45,24	0,0048	730,4	58,82	500	300	Changer	1,82	915,69	0,27599	0,8361	36,31	1,52	0,838117	0,3809625	290,508	Ok
34	B81	B82	43,6	0,1179	55,697	49,95	315	300	Changer	4,7	331,87	0,16783	0,7318	27,87	3,44	1,890641	0,8593823	83,597	Ok
	B82	B83	40,55	0,081	107,497	49,95	315	300	Changer	3,89	275,08	0,39079	0,9436	43,07	3,67	2,020627	0,9184669	129,21	Ok
35	88'	R16	56,25	0,0164	71,857	52,41	400	400	Changer	2,12	266,56	0,26957	0,8296	35,89	1,76	0,968425	0,4401931	143,564	Ok
36	B85	R15	46,15	0,0065	58,954	49,95	400	300	Changer	1,1	77,92	0,75657	1,0584	67,55	1,17	0,642023	0,2918287	202,638	Ok
	R15	B87	44,7	0,0065	116,056	49,95	400	300	Changer	1,1	77,92	1,48937	1,068	1769,18	1,91	1,047793	0,4762696	237,545	Ok
37	B86	R15	22,9	0,0873	29,056	49,95	400	300	Changer	4,04	285,57	0,10175	0,6538	21,18	2,64	1,453514	0,6606884	63,544	Ok
38	R29	B88	63,85	0,0678	46,03	46,69	400	300	Changer	2,72	85,36	0,53925	1,0177	52,26	2,77	1,521614	0,6916427	104,53	Ok
	B88	B89	54,5	0,0547	87,03	52,41	400	400	Changer	3,88	486,83	0,17877	0,7421	28,87	2,88	1,582069	0,7191222	115,461	Ok
	B89	R31	37,05	0,0547	114,275	52,41	400	400	Changer	3,88	486,83	0,23474	0,7952	33,45	3,08	1,695188	0,7705402	133,786	Ok
	R31	B90	61,9	0,0638	159,794	54,39	500	500	Changer	4,86	953,27	0,16763	0,7316	27,85	3,55	1,954557	0,8884349	139,235	Ok
	B90	B91	53,7	0,0638	199,283	54,39	500	500	Changer	4,86	953,27	0,20905	1,0149	31,45	1,95	1,073442	0,4879281	157,262	Ok
	B91	B92	56,95	0,0638	244,007	54,39	500	500	Changer	4,86	953,27	0,25597	1,0355	34,97	1,99	1,095238	0,4978352	174,845	Ok
	B92	C21	32,8	0,0638	269,765	54,39	500	500	Changer	4,86	953,27	0,28299	1,0481	36,77	2,02	1,10861	0,5039136	183,828	Ok
39	R30	R30'	45,3	0,0384	49,122	49,95	315		ajouter	2,68	189,4	0,30441	0,8645	38,1	2,32	1,274696	0,5794072	114,298	Ok
	R30'	R31	33,4	0,0668	75,61	49,95	315	300	Changer	3,54	249,8	0,2308	0,7914	33,15	2,8	1,538966	0,6995299	99,457	Ok
40	R16	B87	22,55	0,021	63,7	54,39	500	400	Changer	2,79	546,91	0,95793	1,046	87,5	2,92	1,603297	0,7287714	437,481	Ok
	B87	C30	35	0,142	86,3	54,39	500	500	Changer	7,25	1422,17	0,42951	1,067	45,3	4,21	2,312849	1,0512952	226,475	Ok
	C30	C31	41,6	0,142	110,6	54,39	500	500	Changer	7,25	1422,17	0,44661	1,0742	46,31	4,23	2,328527	1,0584214	231,54	Ok
	C31	C32	50	0,15	155,65	58,82	500	500	garder	10,19	5118,84	0,63219	0,9756	58,87	3,67	2,456278	1,034526	470,976	Ok
	C32	C33	45,2	0,15	203,35	58,82	630	600	garder	10,19	5118,84	0,12643	0,8698	23,79	3,62	1,98984	0,9044727	190,335	Ok
	C33	C34	50	0,15	250,2	58,82	800	800	garder	10,19	5118,84	0,13484	0,8899	24,65	3,7	2,035842	0,9253826	197,225	Ok
	C34	C35	50	0,15	289,05	58,82	800	800	garder	10,19	5118,84	0,14269	0,908	25,44	3,78	2,077327	0,9442397	203,547	Ok
	C35	C36	47	0,15	427,278	58,82	800	800	garder	10,19	5118,84	0,15109	0,9264	26,27	3,85	2,119401	0,9633641	210,172	Ok
	C36	R80	48,9	0,15	580,08	58,82	800	800	garder	10,19	5118,84	0,16027	0,945	27,16	3,93	2,161938	0,9826992	217,244	Ok
	R80	C37	48,7	0,15	751,753	58,82	800	800	garder	10,19	5118,84	0,18375	0,9837	29,31	4,09	2,25046	1,0229365	234,471	Ok
	C37	C38	50	0,18	861,753	58,82	800	800	garder	11,16	5607,41	0,17677	1,0139	28,68	1,89	1,037374	0,4715335	229,477	Ok

	C38	R81	50	0,18	908,098	58,82	800	800	garder	11,16	5607,41	0,36669	0,9954	41,71	3,91	2,150725	0,9776021	333,675	Ok
	R81	C39	44,7	0,089	990,635	58,82	800	800	garder	8,8	4421,21	0,46508	0,9954	47,43	3,91	2,150725	0,9776021	379,44	Ok
	C39	C40	54,4	0,087	1091,58	58,82	800	800	garder	9,44	4741,5	0,43366	0,9954	45,54	3,91	2,150725	0,9776021	364,309	Ok
	C40	R82	50	0,0782	1091,58	58,82	800	800	garder	9,11	4578,43	0,44911	0,9954	46,46	3,91	2,150725	0,9776021	371,663	Ok
	R82	C41	50	0,09	1223,0609	58,82	800	800	garder	10,19	5118,84	0,40169	0,9954	43,69	3,91	2,150725	0,9776021	349,512	Ok
	C41	C42	58,15	0,098	1403,09	58,82	800	800	garder	10,19	5118,84	0,40169	0,9954	43,69	3,91	2,150725	0,9776021	349,512	Ok
	C42	C43	40	0,09	1476,67	58,82	800	800	garder	10,19	5118,84	0,40169	0,9954	43,69	3,91	2,150725	0,9776021	349,512	Ok
	C43	C44	40	0,09	1557,174	58,82	800	800	garder	10,19	5118,84	0,40169	0,9954	43,69	3,91	2,150725	0,9776021	349,512	Ok
	C44	R83	49,4	0,15	1634,67	58,82	800	800	garder	10,19	5118,84	0,40169	0,9954	43,69	3,91	2,150725	0,9776021	349,512	Ok
41	C22	C22'	35,23	0,0237	51,132	49,95	315		ajouter	2,11	148,79	0,34867	0,9072	40,69	1,91	1,05089	0,4776774	122,066	Ok
	C22'	C23	34,34	0,0237	98,855	49,95	315	300	Changer	2,11	148,79	0,34867	0,9072	40,69	1,91	1,05089	0,4776774	122,066	Ok
	C23	C24	56,7	0,0651	102,67	49,95	315	300	Changer	3,49	246,6	0,31962	0,8795	39,01	3,07	1,688525	0,7675116	117,027	Ok
	C24	R35	34,25	0,0065	129,45	52,41	400	300	Changer	1,34	167,82	0,56664	1,0234	54,17	1,37	0,752051	0,3418411	216,684	Ok
	R35	R34	34,3	0,0065	145,45	52,41	400	300	Changer	1,34	167,82	0,66375	1,0382	61,14	1,39	0,76296	0,3467998	244,557	Ok
42	R32	R32'	34,12	0,0853	48,968	49,95	315		ajouter	4	282,28	0,17402	0,7377	28,44	2,95	1,62103	0,7368316	85,306	Ok
	R32'	R33	35,78	0,0853	86,232	49,95	315	300	Changer	4	282,28	0,17402	0,7377	28,44	2,95	1,62103	0,7368316	85,306	Ok
	R33	R34	55,75	0,0853	123,2	49,95	315	300	Changer	4	282,28	0,26785	0,8279	35,78	3,31	1,819399	0,8269995	107,331	Ok
	R34	C25	49,7	0,0336	145,46	52,41	400	300	changer	3,04	381,55	0,26006	0,8201	35,25	2,49	1,370294	0,622861	141,001	Ok
	C25	C26	44,15	0,0336	165,67	52,41	400	300	changer	3,04	381,55	0,31503	0,875	38,74	2,66	1,462015	0,6645522	154,95	Ok
43	B93	B93'	40,66	0,0218	67,617	49,95	315		ajouter	2,02	142,7	0,7233	1,0501	65,3	2,12	1,166579	0,5302633	195,898	Ok
	B93'	B95	40,2	0,0218	97,576	49,95	315	300	Changer	2,02	142,7	0,7233	1,0501	65,3	2,12	1,166579	0,5302633	195,898	Ok
44	B94	B94'	23,45	0,0644	54,409	52,41	400		ajouter	4,21	528,23	0,15453	0,7189	26,61	3,02	1,662944	0,7558837	106,423	Ok
	B94'	B95	40,65	0,0644	92,144	52,41	400	400	Changer	4,21	528,23	0,15453	0,7189	26,61	3,02	1,662944	0,7558837	106,423	Ok
	B95	B96	43,8	0,0924	124,97	52,41	400	400	Changer	5,04	632,73	0,21744	0,7785	32,12	3,92	2,15704	0,9804725	128,493	Ok
	B96	B97	32,55	0,0497	165,845	52,41	400	400	Changer	3,69	464,04	0,38609	0,9398	42,8	3,47	1,90974	0,8680638	171,216	Ok
	B97	R27	29,45	0,0497	171,827	52,41	400	400	Changer	3,69	464,04	0,46716	0,9925	47,56	3,67	2,016842	0,9167465	190,235	Ok
	R27	R28	47,15	0,0497	210,818	52,41	400	400	Changer	3,69	464,04	0,59696	1,0283	56,33	3,8	2,08956	0,9498002	225,326	Ok
	R28	B99	46,15	0,0497	229,334	52,41	400	400	Changer	3,69	464,04	0,67009	1,0393	61,59	3,84	2,111891	0,9599505	246,364	Ok
	B99	C01	45,65	0,0497	301,156	52,41	400	400	Changer	3,69	464,04	0,74243	1,0547	66,6	3,9	2,143268	0,9742128	266,386	Ok
	C01	C02	45,35	0,0497	431,1	52,41	400	400	Changer	3,69	464,04	0,8143	1,0728	71,47	3,96	2,179982	0,9909009	285,888	Ok
	C02	C03	41,35	0,0647	534,108	52,41	400	400	Changer	4,22	529,46	0,78934	1,0519	69,75	3,69	2,027199	0,9214539	278,989	Ok
	C03	C04	51	0,0647	603,636	52,41	400	400	Changer	4,22	529,46	0,85808	0,9946	74,83	3,48	1,916655	0,8712069	299,304	Ok
	C04	R20	46,35	0,0647	696,711	52,41	400	400	Changer	4,22	529,46	0,78317	1,0568	69,33	3,7	2,036532	0,9256964	277,321	Ok
45	B98	B98'	38,5	0,052	103,09	52,41	400		ajouter	3,78	474,66	0,21719	0,7783	32,1	2,94	1,617665	0,7353021	128,413	Ok
	B98'	R27	33,12	0,052	120	52,41	400	400	Changer	3,78	474,66	0,21719	0,7783	32,1	2,94	1,617665	0,7353021	128,413	Ok
46	R24	B99'	35,34	0,0268	57,174	49,95	315		ajouter	2,24	158,23	0,36134	0,9187	41,41	2,06	1,13167	0,5143956	124,222	Ok
	B99'	B99	36,66	0,0268	87,56	49,95	315	300	Changer	2,24	158,23	0,36134	0,9187	41,41	2,06	1,13167	0,5143956	124,222	Ok
47	C05	R17	39	0,0103	51,132	49,95	315	300	Changer	1,39	98,09	0,52127	1,013	51,05	1,41	0,773568	0,3516217	153,136	Ok
	R17	R26	36,4	0,0103	98,855	49,95	315	300	Changer	1,39	98,09	1,00779	1,006	99,93	1,4	0,768221	0,3491915	299,796	Ok
48	C06	C07	43,25	0,026	56,704	49,95	315	300	Changer	2,21	155,85	0,36385	0,921	41,55	2,03	1,117342	0,5078826	124,646	Ok
	C07	R23	45	0,026	89,795	49,95	315	300	Changer	2,21	155,85	0,57618	1,025	54,85	2,26	1,243626	0,5652847	164,538	Ok
49	C09	C10	37,35	0,0066	48,968	52,41	400	400	Changer	1,35	169,1	0,28958	0,8497	37,18	1,14	0,629208	0,2860037	148,733	Ok
	C10	R22	47,45	0,0066	86,232	52,41	400	400	Changer	1,35	169,1	0,50993	1,0096	50,29	1,36	0,747596	0,3398163	201,165	Ok

50	C12	C13	39	0,0061	946,656	52,41	400	400	Changer	1,29	162,57	0,31452	0,8745	38,71	1,13	0,622581	0,2829915	154,828	Ok
	C13	R21	47,9	0,0061	965,449	52,41	400	400	Changer	1,29	162,57	0,5459	1,0192	52,72	1,32	0,725588	0,3298126	210,89	Ok
51	R26	R25	35,85	0,0561	1019,1	52,41	400	400	Changer	3,93	493,02	0,05347	0,5174	15,94	2,03	1,11705	0,50775	63,76	Ok
	R25	R23	56,1	0,0561	1036,829	52,41	400	400	Changer	3,93	493,02	0,13715	0,7009	24,89	2,75	1,513208	0,6878216	99,55	Ok
	R23	C08	38,15	0,0516	1058,747	54,39	500	500	Changer	4,37	857,3	0,11382	0,6723	22,47	2,94	1,615245	0,7342024	112,355	Ok
	C08	R22	53,75	0,0516	1093,633	54,39	500	500	Changer	4,37	857,3	0,16306	0,7272	27,42	3,18	1,747261	0,7942096	137,095	Ok
	R22	C11	40,8	0,0516	115,551	54,39	500	500	Changer	4,37	857,3	0,20043	0,7624	30,74	3,33	1,831787	0,8326305	153,712	Ok
	C11	R21	49,65	0,0516	1128,885	54,39	500	500	Changer	4,37	857,3	0,24591	0,8061	34,26	3,52	1,936829	0,8803768	171,306	Ok
	R21	R19	50,55	0,0323	1164,38	54,39	500	500	Changer	3,46	678,28	0,36934	0,9258	41,86	3,2	1,759789	0,7999039	209,294	Ok
52	C14	C15	41,5	0,0723	71,024	56,07	630	600	garder	5,84	1650,16	0,03297	0,458	12,44	2,67	1,471053	0,6686605	74,612	Ok
	C15	R19	48,05	0,052	266,024	56,07	630	600	garder	4,95	1399,45	0,06584	0,5671	17,28	2,81	1,544539	0,702063	103,651	Ok
	R19	C16	41,8	0,015	290,57	58,82	800	800	garder	10,19	5118,84	0,02441	0,4176	10,79	4,26	2,340275	1,0637614	86,314	Ok
	C16	R20	52,05	0,015	385,766	58,82	800	800	garder	10,19	5118,84	0,0324	0,4556	12,33	4,64	2,552972	1,1604418	98,662	Ok
	R20	C17	32,5	0,015	484,311	58,82	800	800	garder	10,19	5118,84	0,03739	0,4762	13,2	4,85	2,668586	1,2129936	105,566	Ok
	C17	C20	48,35	0,15	539,219	58,82	800	800	garder	10,19	5118,84	0,0448	0,5064	14,37	4,52	2,484804	1,1294563	114,991	Ok
53	C18	C19	30,12	0,0631	35,468	49,95	315	300	Changer	3,44	242,79	0,14609	0,7104	25,78	2,44	1,342694	0,6103154	77,342	Ok
	C19	C19'	24,31	0,0631	72,247	49,95	315		ajouter	3,44	242,79	0,14609	0,7104	25,78	2,44	1,342694	0,6103154	77,342	Ok
	C19'	C20	43,45	0,0631	1034,98	49,95	315	300	Changer	3,44	242,79	0,29757	0,8577	37,68	2,95	1,621126	0,7368756	113,043	Ok
	C20	C21	33,6	0,1	1065,12	58,82	800	800	garder	8,32	4179,52	0,24763	1,0558	34,38	2,91	1,602209	0,7282766	275,072	Ok
	C21	C26	51,75	0,1	1418,736	58,82	800	800	garder	8,32	4179,52	0,25484	1,0614	34,89	2,93	1,610775	0,7321705	279,128	Ok
	C26	R81	42,3	0,15	1678,24	58,82	800	800	garder	10,19	5118,84	0,27716	0,997	36,39	2,75	1,512955	0,6877066	291,119	Ok
54	R38	B01	37,75	0,0473	17,45	54,39	500	300	changer	4,18	820,8	0,14112	0,7052	25,29	2,95	1,622177	0,7373533	126,432	Ok
	B01	B01'	31,45	0,0473	22,311	54,39	500		ajouter	4,18	820,8	0,36691	0,9236	41,72	3,86	2,124685	0,965766	208,607	Ok
	B01'	B02	29,87	0,0473	73,133	54,39	500	300	changer	4,18	820,8	0,36691	0,9236	41,72	3,86	2,124685	0,965766	208,607	Ok
	B02	B03	42,35	0,0473	115,829	54,39	500	300	changer	4,18	820,8	0,52522	1,0489	51,31	3,21	1,764627	0,8021032	256,553	Ok
	B03	B04	46,15	0,0473	301,156	54,39	500	300	changer	4,18	820,8	0,65072	1,0773	60,21	3,3	1,812442	0,8238371	301,031	Ok
	B04	B05	31,15	0,0473	431,1	54,39	630	300	changer	4,18	820,8	0,73542	1,0076	66,12	3,08	1,695198	0,7705446	330,616	Ok
	B05	B13	41,7	0,0473	534,108	56,07	630	300	changer	4,72	1334,71	0,52199	1,0479	51,09	3,62	1,990804	0,9049109	306,562	Ok
	B13	B14	48,85	0,0473	603,636	56,07	630	300	changer	4,72	1334,71	0,60369	1,075	56,82	3,71	2,042356	0,9283437	340,891	Ok
	B14	B15	36,65	0,0473	696,711	56,07	630	300	changer	4,72	1334,71	0,66498	1,0725	61,23	3,7	2,037565	0,926166	367,359	Ok
	B15	B28	49,35	0,0473	805,746	56,07	630	300	changer	4,72	1334,71	0,68957	1,0564	62,97	3,65	2,006907	0,9122305	377,799	Ok
	B28	B29	39,5	0,0473	887,55	56,07	630	300	changer	4,72	1334,71	0,70926	1,0368	64,34	3,58	1,969734	0,8953338	386,016	Ok
	B29	B30	28,25	0,0473	920,38	56,07	630	300	changer	4,72	1334,71	0,72334	1,0208	65,3	3,53	1,93931	0,8815046	391,813	Ok
	B30	B34	25	0,0473	946,656	56,07	630	300	changer	4,72	1334,71	0,7358	1,216	66,15	3,85	2,119688	0,9634945	396,891	Ok
	B34	R50	55,65	0,0473	965,449	58,82	800	400	changer	5,72	2874,46	0,35454	1,0336	41,02	3,31	1,819393	0,8269968	328,175	Ok
	R50	B38	26,65	0,0473	982,08	58,82	800	400	changer	5,72	2874,46	0,3607	1,0352	41,37	3,31	1,822263	0,8283012	330,969	Ok
	B38	B45	32,5	0,0473	1019,1	58,82	800	400	changer	5,72	2874,46	0,36833	1,0374	41,8	3,32	1,826	0,8300001	334,413	Ok
	B45	B45'	27,78	0,0948	1036,829	58,82	800		ajouter	8,1	4069,4	0,26017	1,0374	35,26	3,32	1,826	0,8300001	282,066	Ok
	B45'	B57	30,1	0,0948	1058,747	58,82	800	400	changer	8,1	4069,4	0,26875	1,0411	35,84	3,33	1,832559	0,8329813	286,692	Ok
B57	B58	36	0,0948	1093,633	58,82	800	400	changer	8,1	4069,4	0,0284	0,5866	11,59	1,88	1,032469	0,4693042	92,701	Ok	
B58	B63	21,9	0,08	115,551	58,82	800	400	changer	7,44	3738,28	0,30198	1,0454	37,95	3,35	1,840125	0,8364205	303,611	Ok	
B63	B63'	21	0,08	1128,885	58,82	800		ajouter	7,44	3738,28	0,30198	1,0454	37,95	3,35	1,840125	0,8364205	303,611	Ok	
B63'	B68	37,3	0,08	1164,38	58,82	800	400	changer	7,44	3738,28	0,31148	1,0503	38,53	3,36	1,848758	0,8403444	308,201	Ok	

	B68	B69	43,25	0,08	1190,713	58,82	800	400	changer	7,44	3738,28	0,31852	1,0543	38,94	3,37	1,855754	0,8435246	311,553	Ok
	B69	B70	41,5	0,08	1283,342	58,82	800	400	changer	7,44	3738,28	0,3433	1,0691	40,38	3,42	1,881839	0,8553815	323,058	Ok
	B70	C80	39,4	0,08	1371,284	58,82	800	400	changer	7,44	3738,28	0,36682	1,0654	41,72	3,42	1,897564	0,8657408	333,734	Ok
55	B06	B07	23,15	0,0062	71,024	49,95	315	300	Changer	1,08	76,1	0,93325	1,0787	83,27	3,45	1,898787	0,8630849	249,805	Ok
	B07	B07'	33,12	0,0408	266,024	49,95	315		ajouter	2,76	195,23	0,47468	1,062	48,03	1,14	0,629201	0,2860004	144,078	Ok
	B07'	B08	30,11	0,0408	290,57	49,95	315	300	Changer	2,76	195,23	1,36264	0,996	791,41	2,75	1,513782	0,6880825	214,228	Ok
	B08	B09	8	0,0476	385,766	49,95	315	300	Changer	2,98	210,87	1,37796	1,006	875,49	3,59	1,973754	0,8971611	226,48	Ok
	B09	B10	42,65	0,0476	484,311	49,95	315	300	Changer	2,98	210,87	1,82941	0,9989	10618,61	4,03	2,216956	1,0077073	255,836	Ok
	B10	B11	44,15	0,0476	539,219	49,95	315	300	Changer	2,98	210,87	2,29674	1,0275	66033,93	5,26	2,89276	1,3148909	301,791	Ok
	B11	B12	24,6	0,0476	138,416	49,95	315	300	Changer	2,98	210,87	2,55713	1,0947	149388,7	3,45	2,534673	1,047904	346,106	Ok
	B12	B05	24,5	0,0264	165,837	49,95	315	300	Changer	2,22	157,04	0,88141	0,8972	76,95	4,06	1,65794	0,789354	360,839	Ok
56	R74	B08	34,4	0,0581	281,65	49,95	315	315	Changer	3,3	232,97	0,32958	1,0784	39,59	2,4	1,318433	0,5992876	118,776	Ok
57	B07	B09	23,5	0,0851	72,106	49,95	315	300	Changer	3,99	281,95	0,25574	0,8892	34,95	2,93	1,612707	0,7330488	104,86	Ok
58	R71	R70	29,15	0,0475	28,824	49,95	315	300	Changer	2,98	210,65	0,10592	0,8159	21,63	3,26	1,79076	0,8139817	64,888	Ok
	R70	R70'	19,67	0,0475	87,283		315		ajouter	2,98	210,65	0,10592	0,6606	21,63	1,97	1,083258	0,49239	64,888	Ok
	R70'	R75	23,45	0,0475	195,648	49,95	315	300	Changer	2,98	210,65	0,34718	0,6606	40,6	1,97	1,083258	0,49239	121,812	Ok
	R75	R75'	33,76	0,0475	273,992		315		ajouter	2,98	210,65	0,34718	0,9059	40,6	2,7	1,485493	0,675224	121,812	Ok
	R75'	B19	53,05	0,0475	371,309	49,95	315	300	Changer	2,98	210,65	0,9093	0,9059	80	2,7	1,485493	0,675224	240,001	Ok
	B19	B18	33,6	0,0475	392,01	49,95	315	300	Changer	2,98	210,65	1,34904	1,0725	723,07	3,2	1,758744	0,7994291	269,213	Ok
59	R76	R67	49,75	0,593	111,04	49,95	315	300	Changer	10,53	744,28	0,1492	1,0495	26,09	3,93	2,162485	0,9829475	78,26	Ok
60	R65	R65'	34,74	0,0426	155,621	49,95	315		ajouter	2,82	199,49	0,15274	0,9205	26,43	3,98	2,190172	0,9955329	79,296	Ok
	R65'	R67	32,43	0,0426	182,076	49,95	315	300	Changer	2,82	199,49	0,15274	0,7171	26,43	2,02	1,113698	0,5062262	79,296	Ok
	R67	B16	39,4	0,0264	246,084	49,95	315	300	Changer	2,22	157,04	0,75402	0,7171	67,37	2,02	1,113698	0,5062262	202,124	Ok
	B16	B16'	22,67	0,0264	314,151	49,95	315		ajouter	2,22	157,04	0,75402	1,0577	67,37	2,35	1,293076	0,5877619	202,124	Ok
	B16'	B17	21,4	0,0264	435,574	49,95	315	300	Changer	2,22	157,04	1,05817	1,0577	120,53	2,35	1,293076	0,5877619	361,588	Ok
	B17	B17'	22,35	0,007	545,836		315		ajouter	1,14	80,86	2,05499	1,0098	27530,47	2,24	1,23453	0,5611499	391,415	Ok
	B17'	B18	32	0,007	619,493	49,95	315	300	Changer	1,14	80,86	3,20048	1,0383	766155,44	3,68	2,022197	0,9191803	426,334	Ok
	B18	R68	41,5	0,0169	645,064	52,41	400	300	Changer	2,15	270,6	1,15548	0,9944	200,8	3,52	1,936702	0,8803189	503,211	Ok
61	R69	R68	15,5	0,0169	34,596	49,95	315	300	Changer	1,78	125,65	0,27534	1,0257	36,27	4,4	2,420046	1,1000207	108,814	Ok
62	R68	B20	28,35	0,0482	63,278	52,41	400	400	Changer	3,64	456,99	0,13847	0,8354	25,02	1,49	0,817172	0,3714418	100,082	Ok
	B20	B21	27,8	0,0482	125,329	52,41	400	400	Changer	3,64	456,99	0,27425	0,7023	36,2	2,56	1,405495	0,6388615	144,8	Ok
	B21	B22	26,5	0,0482	275,108	52,41	400	400	Changer	3,64	456,99	0,602	0,8343	56,69	3,04	1,669618	0,7589174	226,777	Ok
	B22	B24	33,65	0,0482	289,976	52,41	400	400	Changer	3,64	456,99	0,63454	1,0291	59,04	3,74	2,059271	0,9360322	236,166	Ok
63	B23	B24	50	0,0164	346,746	49,95	400	300	Changer	1,75	123,77	0,90166	1,0337	79,09	3,76	2,068602	0,9402738	237,282	Ok
	B24	B15	55,35	0,0164	375,818	54,39	500	300	Changer	2,46	483,31	0,48653	1,0748	48,77	1,88	1,035608	0,4707309	243,868	Ok
64	B25	B26	40,85	0,0054	91,179	49,95	315	300	Changer	1,01	71,02	1,28377	1,0011	465,79	2,47	1,356001	0,6163641	97,358	Ok
	B26	B27	50,4	0,0054	203,673	49,95	315	300	Changer	1,01	71,02	2,86766	1	347962,59	2,67	1,466798	0,6667263	87,765	Ok
	B27	B28	31,95	0,0054	274,986	49,95	315	300	Changer	1,01	71,02	3,87172	1,0839	2895592,2	2,89	1,589753	0,7226152	86,527	Ok
65	B31	B32	40,8	0,03	91,067	49,95	315	300	Changer	2,37	167,41	0,54399	0,9972	52,59	3,71	2,041021	0,9277367	157,772	Ok
	B32	B33	42,9	0,03	186,821	49,95	315	300	Changer	2,37	167,41	1,11598	1,0188	159,87	2,41	1,327734	0,6035156	479,619	Ok
	B33	B34	27,25	0,03	247,644	49,95	315	300	Changer	2,37	167,41	1,4793	1,0395	1664,25	2,84	1,564237	0,7110167	492,736	Ok
66	R53	B35	44,3	0,0277	63,278	49,95	315	300	Changer	2,28	160,86	0,61469	1,0379	57,61	3,76	2,066169	0,9391676	172,825	Ok
	B35	B35'	19,34	0,0277	125,329	50,95	315		ajouter	2,28	160,86	0,61469	1,0309	57,61	2,35	1,290939	0,5867904	172,825	Ok

	B35'	B36	30	0,0277	275,108	49,95	315	300	Changer	2,28	160,86	1,03094	1,0309	108,16	2,35	1,290939	0,5867904	324,472	Ok
	B36	R52	49,35	0,0277	289,976	49,95	315	300	Changer	2,28	160,86	1,7157	0,9948	6160,03	2,26	1,245743	0,5662466	480,101	Ok
	R52	R51	9,3	0,0277	91,179	49,95	315	300	Changer	2,28	160,86	1,7509	1,0048	7329,45	3,89	2,138349	0,9719766	488,364	Ok
	R51	B37	25,55	0,0277	111,602	49,95	315	300	Changer	2,28	160,86	1,8476	0,9949	11534,5	3,85	2,117319	0,9624178	498,492	Ok
	B37	R50	41,55	0,0277	235,145	49,95	315	300	Changer	2,28	160,86	2,00486	1,005	22565,32	4,01	2,204562	1,0020735	595,966	Ok
67	R55	B39	21,3	0,0575	28,824	49,95	315	300	Changer	3,28	231,76	0,12437	1,0414	23,58	4,44	2,440506	1,1093209	70,733	Ok
	B39	B40	43,2	0,0132	87,719	49,95	315	300	Changer	1,57	111,04	0,78602	0,6861	69,52	2,25	1,657348	0,6578493	75,568	Ok
	B40	B41	48,55	0,0132	158,921	49,95	315	300	Changer	1,57	111,04	1,76189	1,066	7730,69	1,68	1,237917	0,5626895	92,067	Ok
	B41	B42	35,1	0,0132	219,632	49,95	315	300	Changer	1,57	111,04	2,46741	1,062	114189,25	3,82	0,921557	0,4188894	97,75	Ok
	B42	B43	43,6	0,0132	311,815	52,41	400	300	Changer	1,9	239,15	1,55263	1,0742	2568,8	3,86	2,099059	0,9541176	105,209	Ok
	B43	B44	34	0,0196	371,221	52,41	400	300	Changer	2,32	291,41	1,34521	1,0761	704,83	3,83	2,123146	0,9650664	119,315	Ok
	B44	B45	64,6	0,0163	446,596	52,41	400	300	Changer	2,12	265,75	1,6231	1,0787	3804,34	3,83	2,103777	0,9562624	15217,365	Ok
68	B46	B47	47,25	0,0372	63,94	49,95	315	300	Changer	2,64	186,42	0,343	1,0397	40,37	3,7	2,032524	0,9238747	121,095	Ok
	B47	B47'	22,39	0,0372	155,621	50,95	315		ajouter	2,64	186,42	0,343	0,902	40,37	2,38	1,308947	0,5949761	121,095	Ok
	B47'	B47''	22,39	0,0372	182,076	51,95	315		ajouter	2,64	186,42	0,343	0,902	40,37	2,38	1,308947	0,5949761	121,095	Ok
	B47''	B48	67,75	0,0372	246,084	52,95	315	300	Changer	2,64	186,42	0,83481	0,902	72,97	2,38	1,308947	0,5949761	218,909	Ok
	B48	B54	19,55	0,0372	314,151	53,95	315	300	Changer	2,64	186,42	0,97672	1,0766	91,48	2,84	1,56242	0,7101909	274,432	Ok
	B54	B48'	19,55	0,0418	435,574	54,95	315		ajouter	2,8	197,6	0,92141	1,0311	81,56	2,72	1,496375	0,6801705	244,694	Ok
	B48'	B49	41,45	0,0418	545,836	49,95	315	300	Changer	2,8	197,6	1,24533	1,0678	359,14	2,99	1,642693	0,7466785	247,433	Ok
	B49	B50	25,65	0,0418	619,493	52,41	400	300	Changer	3,39	425,57	0,73819	1,079	66,31	4,38	2,408452	1,0947507	265,242	Ok
	B50	B50'	24,65	0,0083	645,064	54,39	500		ajouter	1,75	343,83	0,91368	1,0537	80,55	3,57	1,963587	0,8925393	402,732	Ok
	B50'	B51	34,71	0,0083	672,158	54,39	500	300	changer	1,75	343,83	1,26682	1,071	415,26	1,88	1,031987	0,4690852	276,297	Ok
	B51	B52	49,4	0,0083	692,432	54,39	500	300	changer	1,75	343,83	1,58751	1,003	3129,03	2,2	1,209584	0,5498107	245,164	Ok
	B52	B53	33	0,0083	710,18	54,39	500	300	changer	1,75	343,83	1,80174	1,0686	9342,04	3,73	2,053194	0,9332701	310,181	Ok
	B53	R58	42	0,0083	63,94	54,39	500	300	changer	1,75	343,83	1,87611	1,0742	13101,57	3,75	2,064032	0,9381964	307,826	Ok
	R58	B55	44,5	0,0083	155,621	56,07	630	400	changer	1,98	559,11	1,2022	1,0576	269,67	3,69	2,032073	0,9236697	318,007	Ok
	B55	B56	33,3	0,0083	182,076	56,07	630	400	changer	1,98	559,11	1,23846	1,044	342,93	2,59	1,421767	0,6462578	357,568	Ok
	B56	B57	29,15	0,06	246,084	56,07	630	400	changer	5,32	1503,25	0,47243	1,0203	47,89	2,53	1,389528	0,6316037	287,313	Ok
69	B54	R58	30,6	0,4902	18,63	49,95	315	300	Changer	9,58	676,7	0,02753	1,0013	11,42	2,53	1,543298	0,643215	34,259	Ok
70	B59	B59'	38,56	0,0249	56,448	50,95	315		ajouter	2,16	152,51	0,85395	0,465	74,48	3,54	1,948481	0,8856732	223,441	Ok
	B59'	B60	25,35	0,0249	89,742	51,95	315	300	Changer	2,16	152,51	0,85395	0,465	74,48	2,33	1,280847	0,5822033	223,441	Ok
	B60	B60'	22,43	0,0249	113,316	52,95	315		ajouter	2,16	152,51	0,85395	1,0788	74,48	2,33	1,280847	0,5822033	223,441	Ok
	B60'	R56	23	0,0249	135,89	53,95	315	300	Changer	2,16	152,51	1,64424	1,0788	60,67	2,33	1,280847	0,5822033	282,003	Ok
	R56	B61	13,1	0,0122	164,214	54,95	315	300	Changer	1,51	106,76	3,24804	1,0788	89,77	3,67	2,019711	0,9180505	259,312	Ok
	B61	B61'	23,12	0,0122	188,801	55,95	315		ajouter	1,51	106,76	3,52037	1,0219	38,44	4,7	2,58495	1,1749771	215,321	Ok
	B61'	B62	47,75	0,0122	213,388	56,95	315	300	Changer	1,51	106,76	3,52037	0,9947	48,44	1,35	0,745148	0,3387035	215,321	Ok
	B62	B63	34,65	0,0122	234,914	57,95	315	300	Changer	1,83	229,91	1,72638	-0,3028	97,26	1,35	0,745148	0,3387035	259,037	Ok
71	B64	B64'	26	0,0254	339,722	58,95	315		ajouter	2,18	154,04	0,72958	1,0095	65,73	6,26	3,442837	1,564926	197,181	Ok
	B64'	B65	24,7	0,0679	407,383	59,95	315	300	Changer	3,56	251,85	0,44623	1,0516	46,29	2,29	1,261009	0,573186	138,855	Ok
	B65	B65'	23,65	0,0153	447,709	60,95	315		ajouter	1,69	119,55	0,94004	0,9815	84,33	3,5	1,924405	0,8747295	252,998	Ok
	B65'	B67	45	0,0153	488,035	61,95	315	300	Changer	1,69	119,55	2,22827	1,0581	30,6	1,79	0,984787	0,4476305	131,791	Ok
	B67	B67'	24,12	0,0153	530,323	62,95	315		ajouter	1,69	119,55	2,22827	1,0024	52,6	3,73	2,051707	0,9325939	131,791	Ok
	B67'	B68'	23,19	0,0153	584,452	63,95	315		ajouter	1,69	119,55	2,22827	1,0024	5260	3,73	2,051707	0,9325939	131,791	Ok

	B68'	B68	45	0,0153	638,581	49,95	315	300	Changer	1,69	119,55	3,83949	1,0024	27,61	3,73	2,051707	0,9325939	118,832	Ok
72	B66	B67	37,15	0,15	82,92	49,95	315	300	Changer	5,3	374,33	0,22152		32,44	2,34	0,4078	0,0001854	97,326	Ok
73	D01	D01'	23,87	0,0228	22,683	49,95	315		ajouter	2,07	145,94	0,15543	0,7824	26,69	4,15	2,28005	1,0363861	80,076	Ok
	D01'	R19	47,05	0,0228	47,222	49,95	315	300	Changer	2,07	145,94	0,15543	0,7198	26,69	1,49	0,81779	0,3717228	80,076	Ok
	R19	R19'	43,45	0,0066	133,49	49,95	500		ajouter	1,56	306,6	0,15402	0,7198	26,56	1,49	0,81779	0,3717228	132,779	Ok
	R19'	R61	50,9	0,0066	174,087	54,39	500	300	changer	1,56	306,6	0,15402	0,7184	26,56	1,12	0,61731	0,2805956	132,779	Ok
	R61	D03	63,75	0,0066	227,945	54,39	500	300	changer	1,56	306,6	0,43538	0,7184	45,64	1,12	0,61731	0,2805956	228,201	Ok
	D03	D04	30	0,0805	245,78	54,39	500	300	changer	5,46	1070,79	0,16258	0,9751	27,37	1,52	0,837879	0,3808541	136,87	Ok
	D04	D10	39,8	0,049	342,142	54,39	500	300	changer	4,26	835,42	0,27285	0,7268	36,11	3,97	2,181002	0,9913647	180,541	Ok
74	D02	R19	33,3	0,5	16,054	49,95	315	300	Changer	9,67	683,43	0,02349	0,8329	10,59	3,55	1,950147	0,8864306	31,784	Ok
75	R59	D03	43,5	0,046	58,865	49,95	315	300	Changer	2,93	207,29	0,28397	0,4127	36,83	3,99	2,19585	0,9981134	110,484	Ok
76	D05	D06	39,3	0,06	87,719	49,95	315	300	Changer	3,35	236,75	0,37052	0,8441	41,93	2,48	1,362146	0,6191572	125,775	Ok
	D06	D07	31,9	0,06	158,921	49,95	315	300	Changer	3,35	236,75	0,67127	0,9268	82,45	3,11	1,708095	0,7764067	185,023	Ok
	D07	D08	27,2	0,06	219,632	49,95	315	300	Changer	3,35	236,75	0,92771	1,0395	10,41	3,48	1,915849	0,8708403	247,34	Ok
	D08	D09	41,3	0,0177	311,815	49,95	315	300	Changer	1,82	128,59	2,42494	1,0649	36,85	3,57	1,962671	0,8921231	305,231	Ok
	D09	D10	43,9	0,0177	371,221	49,95	315	300	Changer	1,82	128,59	2,88693	0,9985	42,68	4,32	2,375693	1,0798604	189,536	Ok
	D10	D11	55,7	0,095	446,596	54,39	500	300	Changer	5,93	1163,24	0,38393	0,3437	36,56	1,52	0,838074	0,3809426	213,408	Ok
	D11	D12	39,1	0,2239	499,507	54,39	500	300	Changer	9,1	1785,8	0,27971	1,0334	39,65	3,72	2,044895	0,9294978	182,775	Ok
	D12	C67	30,9	0,1882	541,322	55,39	500	300	Changer	8,34	1637,25	0,33063	1,0465	61,67	3,77	2,070828	0,9412855	198,264	Ok
77	R72	R64	41,15	0,3159	31,496	49,95	315	300	changer	7,69	543,23	0,05798	1,0610	23,01	2,65	1,768909	0,7864368	99,09	ok
78	A96	A97	23,3	0,3111	34,443	49,95	315	300	Changer	7,63	539,09	0,06389	0,4435	17,06	3,38	1,861273	0,8460332	51,19	Ok
79	R63	A99	41,15	0,3159	66,367	49,95	315	300	Changer	7,69	543,23	0,12217	0,5602	23,35	4,27	2,350914	1,0685974	70,047	Ok
80	B71	B72	18	0,5	24,29	49,95	315	300	Changer	9,67	683,43	0,03554	0,6834	12,88	5,25	2,889982	1,3136281	38,653	Ok
	B72	B74	46,7	0,1208	87,486	49,95	315	300	Changer	4,75	335,93	0,26043	0,54321	35,28	4,53	2,494221	1,133737	105,828	Ok
	B74	B76	50	0,077	155,08	49,95	315	300	Changer	3,8	268,2	0,57823	0,4688	54,99	3,9	2,145774	0,9753517	164,975	Ok
	B76	C75	35	0,077	202,442	49,95	315	300	Changer	3,8	268,2	0,75482	0,8205	67,43	3,89	2,140886	0,9731298	202,287	Ok
81	B73	B74	24,6	2,1138	33,28	49,95	315	300	Changer	19,89	1405,21	0,02369	1,0579	10,64	4,02	2,208785	1,0039931	31,911	Ok
82	B75	B76	37,4	1,7914	50,611	49,95	315	300	Changer	18,31	1293,62	0,03912	0,6544	13,48	3,02	1,66102	0,755009	40,447	Ok
83	A95	R73	42,6	0,0265	17,834	49,95	315	300	Changer	2,23	157,34	0,11335	0,7039	22,42	3,6	1,981815	0,9008248	67,263	Ok
	R73	R73'	25	0,0265	22,54	49,95	315		ajouter	2,23	157,34	0,11335	0,543	22,42	3,4	0,453987	0,765429	62,657	Ok
	R73'	R64	25,3	0,028	56,448	49,95	315	300	Changer	2,29	161,73	0,34903	0,634	29,54	2,45	1,12389	0,42367	122,127	Ok
	R64	R64'	23	0,064	89,742	49,95	315		ajouter	3,46	244,51	0,23086	0,6716	33,16	1,5	0,822639	0,3739266	99,47	Ok
	R64'	A97	20,5	0,0503	113,316	54,39	315	300	Changer	4,31	846,43	0,10602	0,9076	21,64	2,08	1,142666	0,5193938	108,204	Ok
	A97	A97'	15	0,0503	135,89	54,39	315		ajouter	4,31	846,43	0,10602	0,7914	21,64	2,74	1,50647	0,6847592	108,204	Ok
	A97'	A98	17	0,0503	164,214	54,39	315	300	Changer	4,31	846,43	0,13388	0,6607	24,56	2,85	1,567401	0,7124548	122,778	Ok
	A98	A99	29,50	0,0369	188,801	54,39	315	300	Changer	3,69	724,97	0,18744	0,6607	29,63	2,85	1,567401	0,7124548	148,165	Ok
	A99	A99'	17,5	0,0313	213,388	52,41	500		ajouter	2,93	368,26	0,36901	0,6973	41,84	3,01	1,654063	0,751847	167,36	Ok
	A99'	A99''	17,5	0,0545	234,914	52,41	500		ajouter	3,87	485,93	0,27965	0,7502	36,55	2,77	1,524323	0,6928743	146,204	Ok
	A99''	C63	17	0,073	271,993	52,41	630	600	Changer	4,48	562,39	0,29199	0,9255	37,33	2,71	1,492413	0,6783697	149,338	Ok
	C63	C63'	18	0,067	339,722	52,41	630		ajouter	4,29	538,79	0,30478	0,8397	38,12	3,25	1,786896	0,8122254	152,488	Ok
	C63'	C63''	23,5	0,067	407,383	52,41	630		ajouter	4,29	538,79	0,30478	0,8521	38,12	3,82	2,098543	0,9538833	152,488	Ok
C63''	C64	22,1	0,067	447,709	56,07	630	600	changer	5,62	1588,52	0,11885	0,8649	23	3,71	2,040593	0,9275422	138,011	Ok	

C64	C65	44,76	0,0378	488,035	56,07	630	600	changer	4,22	1193,17	0,17884	0,8649	28,87	3,71	2,040593	0,9275422	173,229	Ok
C65	C66	49,87	0,0378	530,323	56,07	630	600	changer	4,22	1193,17	0,19688	0,6791	30,44	3,82	2,099535	0,9543341	182,665	Ok
C66	C67	43,85	0,0378	584,452	56,07	630	600	changer	4,22	1193,17	0,22796	0,7422	32,94	3,13	1,723498	0,783408	197,624	Ok
C67	C68	38,4	0,1472	638,581	56,07	630	600	changer	8,33	2354,56	0,14428	0,7591	25,6	3,2	1,762717	0,8012351	153,611	Ok
C68	C69	38,85	0,0821	661,18	56,07	630	600	changer	6,22	1758,44	0,23167	0,7886	33,22	3,33	1,831303	0,8324104	199,307	Ok
C69	C70	50,15	0,0359	707,731	58,82	800	600	changer	4,98	2504,23	0,17878	0,7085	28,87	5,9	3,246807	1,4758215	230,929	Ok
C70	C71	49,4	0,0253	785,852	58,82	800	600	changer	4,18	2102,26	0,23215	0,7922	33,25	4,93	2,711201	1,2323641	266,028	Ok
C71	C72	30,15	0,0253	897,454	58,82	800	600	changer	4,18	2102,26	0,25226	0,7421	34,71	3,7	2,034565	0,9248024	277,688	Ok
C72	C73	36,25	0,0717	969,214	58,82	1000	600	changer	7,04	3539,04	0,16514	0,7927	27,62	3,32	1,824297	0,8292258	220,922	Ok
C73	C74	34,95	0,0096	1036,175	61,05	1000	600	changer	2,99	2347,95	0,27197	0,8124	36,05	3,4	1,869706	0,8498665	360,504	Ok
C74	C75	40,05	0,0096	1147,782	61,05	1000	600	changer	2,99	2347,95	0,2816	0,7292	36,68	5,14	2,825322	1,2842375	366,766	Ok
C75	C76	16,7	0,0096	1234,56	61,05	1000	600	changer	2,99	2347,95	0,30143	0,8321	37,92	2,49	1,368779	0,6221722	379,175	Ok
C76	C77	34,45	0,0096	1287,56	61,05	1000	600	changer	2,99	2347,95	0,3347	0,8417	39,89	2,52	1,384656	0,6293889	398,882	Ok
C77	C78	35	0,0096	2349,89	61,05	1000	600	changer	2,99	2347,95	0,38223	0,8616	42,59	2,58	1,417311	0,6442322	425,858	Ok
C78	C79	49,7	0,0096	2765,54	61,05	1000	600	changer	2,99	2347,95	0,41279	0,8941	44,32	2,67	1,470881	0,6685822	443,245	Ok
C79	C80	50	0,0096	3049	61,05	1000	600	changer	2,99	2347,95	0,44131	0,9367	45,99	2,8	1,540864	0,7003926	459,915	Ok
C80	C81	32,15	0,0309	4377,847	62,94	1000	600	changer	6,06	6849,87	0,16756	0,9601	27,84	2,87	1,579482	0,7179465	334,091	Ok
C81	C82	30	0,0309	5232,538	62,94	1000	600	changer	6,06	6849,87	0,63911	0,9787	59,37	2,93	1,609979	0,7318086	712,457	Ok

col	Reg.A	Reg.	Dist	pen	Q.Total	C	Nouv.L	D Exis	Observ	Vps (	Qps (l	RQ	RV	RH(	VR (	VO,1 (m/	VO,01 (m	Hr (m	cond d'écou
	C	D0	16,	0,02	647,2	58,	80	80	Garder	3,9	2004,4	0,3228	0,	39,	2,			313,	C
CR1	D03	C32	29,98	0,099	647,2	58,8	800	800	Garder	8,28	4158,57	0,15563	0,4782609	26,71	3,96	2,178	0,99	213,69	Ok
	C32	C33	34,97	0,099	690,2	58,8	800	800	Garder	8,28	4158,57	0,16597	0,2463768	27,69	2,04	1,122	0,51	221,54	Ok
	C33	C34	55,19	0,021	730,4	58,8	800	800	Garder	3,81	1915,3	0,38135	0,6745407	42,54	2,57	1,4135	0,6425	340,29	Ok
	C34	C35	56,6	0,021	730,4	58,8	800	800	Garder	3,81	1915,3	0,38135	0,4120735	42,54	1,57	0,8635	0,3925	340,29	Ok
	C35	C36	49,1	0,029	730,4	58,8	800	800	Garder	4,45	2235,16	0,32678	0,4359551	39,43	1,94	1,067	0,485	315,43	Ok
	C36	R80	48,74	0,029	730,4	58,8	800	800	Garder	4,45	2235,16	0,32678	0,8853933	39,43	3,94	2,167	0,985	315,43	Ok
	R80	C37	49,36	0,006	730,4	58,8	800	800	Garder	2,09	1049,05	0,69625	1,0430622	63,43	2,18	1,199	0,545	507,47	Ok
	C37	C38	49,36	0,006	730,4	58,8	800	800	Garder	2,09	1049,05	0,69625	1,0430622	63,43	2,18	1,199	0,545	507,47	Ok
	C38	C38'	53,22	0,006	730,4	58,8	800	800	Garder	2,09	1049,05	0,69625	1,0430622	63,43	2,18	1,199	0,545	507,47	Ok
	C38'	R81	53,22	0,006	730,4	58,8	800	800	Garder	2,09	1049,05	0,69625	1,0430622	63,43	2,18	1,199	0,545	507,47	Ok
	R81	C39	40,09	0,091	2056,2	58,8	800	800	Garder	8,73	4383,52	0,34219	0,327606	40,32	2,86	1,573	0,715	322,55	Ok
	C39	C40	29,95	0,11	2056,2	58,8	800	800	Garder	8,73	4383,52	0,34219	0,327606	40,32	2,86	1,573	0,715	322,55	Ok
	C40	R82	50,53	0,11	2056,2	58,8	800	800	Garder	8,73	4383,52	0,34219	0,2130584	40,32	1,86	1,023	0,465	322,55	Ok
	R82	C41	47,74	0,038	2056,2	58,8	800	800	Garder	5,09	2559,42	0,58607	0,6345776	55,55	3,23	1,7765	0,8075	444,41	Ok
	C41	C42	47,74	0,038	2056,2	58,8	800	800	Garder	5,09	2559,42	0,58607	0,459725	55,55	2,34	1,287	0,585	444,41	Ok
	C42	C43	55,51	0,038	2056,2	58,8	800	800	Garder	5,09	2559,42	0,58607	0,459725	55,55	2,34	1,287	0,585	444,41	Ok
	C43	C44	39,9	0,038	2056,2	58,8	800	800	Garder	5,09	2559,42	0,58607	0,459725	55,55	2,34	1,287	0,585	444,41	Ok
	R83	C44'	42,08	18	2056,2	58,8	800	800	Garder	11,16	5607,41	0,2675	0,2903226	35,75	3,24	1,782	0,81	286,03	Ok
	C44'	C45	22,03	0,08	2056,2	58,8	800	800	Garder	11,16	5607,41	0,2675	0,2903226	35,75	3,24	1,782	0,81	286,03	Ok
	C45	C46	32,41	0,078	2056,2	58,8	800	800	Garder	11,16	5607,41	0,2675	0,2903226	35,75	3,24	1,782	0,81	286,03	Ok
	C46	C47	31,72	0,104	2056,2	58,8	800	800	Garder	8,48	4262,29	0,35192	0,3207547	40,87	2,72	1,496	0,68	326,99	Ok
	C47	C48	27,91	0,104	2056,2	58,8	800	800	Garder	8,48	4262,29	0,35192	0,3207547	40,87	2,72	1,496	0,68	326,99	Ok
	C48	C49	28,8	0,104	2056,2	58,8	800	800	Garder	8,48	4262,29	0,35192	0,3207547	40,87	2,72	1,496	0,68	326,99	Ok
C49	R84	47,33	0,104	2056,2	58,8	800	800	Garder	8,48	4262,29	0,35192	0,3207547	40,87	2,72	1,496	0,68	326,99	Ok	
R84'	C49'	27,42	0,43	2056,2	58,8	800	800	Garder	17,25	8666,83	0,17307	0,1571015	28,35	2,71	1,4905	0,6775	226,79	Ok	
C49'	C50	30,37	0,43	2056,2	58,8	800	800	Garder	17,25	8666,83	0,17307	0,1571015	28,35	2,71	1,4905	0,6775	226,79	Ok	
C50	C51'	44,24	0,43	2056,2	58,8	800	800	Garder	17,25	8666,83	0,17307	0,1571015	28,35	2,71	1,4905	0,6775	226,79	Ok	
C51'	C51''	22,55	0,43	2056,2	58,8	800	800	Garder	17,25	8666,83	0,17307	0,1571015	28,35	2,71	1,4905	0,6775	226,79	Ok	
C51''	R85	21,17	0,43	2056,2	58,8	800	800	Garder	17,25	8666,83	0,17307	0,1571015	28,35	2,71	1,4905	0,6775	226,79	Ok	
CR2	C82	D01	50	0,031	1046,5	56,07	600	600	Garder	3,99	2004,43	0,32289	0,8822055	39,2	3,52	1,936	0,88	313,61	Ok
	D01	C84	48,14	0,018	1046,5	56,07	600	600	Garder	8,28	4158,57	0,15563	0,3574879	26,71	2,96	1,628	0,74	213,69	Ok
	C84	C85	51,17	0,018	1046,5	56,07	600	600	Garder	8,28	4158,57	0,16597	0,3671498	27,69	3,04	1,672	0,76	221,54	Ok
	C85	C86	50,99	0,03	1046,5	56,07	600	600	Garder	3,81	1915,3	0,38135	0,6745407	42,54	2,57	1,4135	0,6425	340,29	Ok
	C86	C87	49,43	0,03	1046,5	56,07	600	600	Garder	3,81	1915,3	0,38135	0,6745407	42,54	2,57	1,4135	0,6425	340,29	Ok
	C87	C88	49,43	0,07	1046,5	56,07	600	600	Garder	4,45	2235,16	0,32678	0,8853933	39,43	3,94	2,167	0,985	315,43	Ok
	C88	C89	49,37	0,07	1046,5	56,07	600	600	Garder	4,45	2235,16	0,32678	0,6606742	39,43	2,94	1,617	0,735	315,43	Ok
	C89	C90	46,55	0,07	1046,5	56,07	600	600	Garder	2,09	1049,05	0,69625	1,0430622	63,43	2,18	1,199	0,545	507,47	Ok
	C90	C91	50	0,018	1046,5	56,07	600	600	Garder	2,09	1049,05	0,69625	1,0430622	63,43	2,18	1,199	0,545	507,47	Ok
	C91	C92	45,74	0,018	1046,5	56,07	600	600	Garder	2,09	1049,05	0,69625	1,0430622	63,43	2,18	1,199	0,545	507,47	Ok
C92	C93	48,15	0,018	1046,5	56,07	600	600	Garder	2,09	1049,05	0,69625	1,0430622	63,43	2,18	1,199	0,545	507,47	Ok	

	C93	C94	41,92	0,018	1046,5	56,07	600	600	Garder	8,73	4383,52	0,34219	0,4421535	40,32	3,86	2,123	0,965	322,55	Ok
	C94	C94'	34,18	0,018	1046,5	56,07	600	600	Garder	8,73	4383,52	0,34219	0,4421535	40,32	3,86	2,123	0,965	322,55	Ok
	C94'	C95	30	0,018	1046,5	56,07	600	600	Garder	8,73	4383,52	0,34219	0,4421535	40,32	3,86	2,123	0,965	322,55	Ok
	C95	C96	30,5	0,04	1046,5	56,07	600	600	Garder	5,09	2559,42	0,58607	0,438114	55,55	2,23	1,2265	0,5575	444,41	Ok
	C96	C96'	54,31	0,04	1046,5	56,07	600	600	Garder	5,09	2559,42	0,58607	0,438114	55,55	2,23	1,2265	0,5575	444,41	Ok
	C96'	C97	48,1	0,04	1046,5	56,07	600	600	Garder	5,09	2559,42	0,58607	0,438114	55,55	2,23	1,2265	0,5575	444,41	Ok
	C97	C97'	44,06	0,061	1046,5	56,07	600	600	Garder	5,09	2559,42	0,58607	0,438114	55,55	2,23	1,2265	0,5575	444,41	Ok
	C97'	C98	34,36	0,061	1046,5	56,07	600	600	Garder	11,16	5607,41	0,2675	0,2903226	35,75	3,24	1,782	0,81	286,03	Ok
	C98	R85	23,79	0,061	1046,5	56,07	600	600	Garder	11,16	5607,41	0,2675	0,2903226	35,75	3,24	1,782	0,81	286,03	Ok
	R85	C98'	45,36	0,097	3870,94	62,9	1200	1200	Garder	11,16	5607,41	0,2675	0,2903226	35,75	3,24	1,782	0,81	286,03	Ok
	C98'	C99	40,2	0,097	3870,94	62,9	1200	1200	Garder	8,48	4262,29	0,35192	0,3207547	40,87	2,72	1,496	0,68	326,99	Ok
	C99	C99'	44,2	0,097	3870,94	62,9	1200	1200	Garder	8,48	4262,29	0,35192	0,3207547	40,87	2,72	1,496	0,68	326,99	Ok
	C99'	DO EX	35,05	0,097	3870,94	62,9	1200	1200	Garder	8,48	4262,29	0,35192	0,3207547	40,87	2,72	1,496	0,68	326,99	Ok
CR3	C51	C52	44,14	0,056	768,24	56,07	600	600	Garder	5,14	1452,28	0,51436	0,4280156	50,58	2,2	1,21	0,55	303,51	Ok
	C52	C53	43,92	0,056	768,24	56,07	600	600	Garder	5,14	1452,28	0,51436	0,4280156	50,58	2,2	1,21	0,55	303,51	Ok
	C53	C54	54,14	0,056	768,24	56,07	600	600	Garder	5,14	1452,28	0,51436	0,4280156	50,58	2,2	1,21	0,55	303,51	Ok
	C54	C55	50,46	0,056	768,24	56,07	600	600	Garder	5,14	1452,28	0,51436	0,6225681	50,58	3,2	1,76	0,8	303,51	Ok
	C55	C56	34,4	0,055	768,24	56,07	600	600	Garder	5,09	1439,25	0,51902	0,2278978	50,89	1,16	0,638	0,29	305,37	Ok
	C56	C57	43,03	0,055	768,24	56,07	600	600	Garder	5,09	1439,25	0,51902	0,2278978	50,89	1,16	0,638	0,29	305,37	Ok
	C57	C58	46,77	0,055	768,24	56,07	600	600	Garder	5,09	1439,25	0,51902	0,2278978	50,89	1,16	0,638	0,29	305,37	Ok
	C58	C59	48,47	0,021	768,24	56,07	600	600	Garder	9,95	2812,33	0,26562	0,1226131	35,63	1,22	0,671	0,305	213,76	Ok
	C59	C60	51,63	0,022	768,24	56,07	600	600	Garder	10,19	2878,51	0,25951	0,1324828	35,21	1,35	0,7425	0,3375	211,28	Ok
	C60	C61	48,36	0,022	768,24	56,07	600	600	Garder	10,19	2878,51	0,25951	0,1324828	35,21	1,35	0,7425	0,3375	211,28	Ok
	C61	C62	40,23	0,013	768,24	56,07	600	600	Garder	7,83	2212,73	0,33759	0,1302682	40,06	1,02	0,561	0,255	240,33	Ok
	C62	R85	41,43	0,095	768,24	56,07	600	600	Garder	6,69	1891,55	0,39491	0,4992526	43,3	3,34	1,837	0,835	259,82	Ok

Annexe n°3 : Tableau du calcul de volumes de travaux

Collec teur projet é	Reg.A mont	Reg.Aval	Distance	Débit (l/s)	Pente	C	Nouv.D (mm)	D Exist (mm)	Observation	Vps (m/s)	Qps (l/s)	RQ	RV	RH(%)	VR (m/s)	V0,1 (m/s)	V0,01 (m/s)	Hr (mm)	Condi tion d'écoul ement
1	P1	P2	40	20,628	0,0313	52,4	400		ajouter	2,93	168,26	0,2841	0,8464	36,84	2,48	1,364	0,08532	147,35	Ok
	P2	P3	40	29,256	0,0313	52,4	400		ajouter	2,93	168,26	0,5682	1,0239	54,28	3	1,65	0,08532	217,133	Ok
	P3	P4	50	28,381	0,1322	52,4	400		ajouter	6,03	356,82	0,381	0,9353	42,52	5,64	3,102	0,04146	170,075	Ok
	P4	C64	22,3	34,312	0,5317	52,4	400		ajouter	12,08	117,8	0,2532	0,8137	34,78	9,83	5,4065	0,0207	139,107	Ok
2	P5	P6	50	31,4	0,015	52,4	400		ajouter	7,45	161,7	0,042	0,494	13,94	3,68	2,024	0,03356	69,714	Ok
	P6	P7	38	23,72	0,03	52,4	400		ajouter	10,53	267,1	0,0647	0,5632	17,15	5,93	3,2615	0,02374	85,749	Ok
	P7	P8	38	29,732	0,02	52,4	400		ajouter	8,6	187,8	0,1954	0,7581	30,32	6,52	3,586	0,02907	151,576	Ok
	P8	P9	37,3	41,165	0,015	52,4	400		ajouter	7,45	261,7	0,3018	0,8617	37,94	6,42	3,531	0,03356	189,708	Ok
	P9	B72	37,3	37,151	0,015	52,4	400		ajouter	7,45	261,7	0,3196	0,8792	39,01	6,55	3,6025	0,03356	195,039	Ok
3	P10	P11	42,35	31,625	0,0522	50	315		ajouter	3,13	220,82	0,1432	0,7061	25,5	2,21	1,2155	0,07987	76,487	Ok
	P11	B94'	42,35	28,458	0,0522	50	315		ajouter	3,13	220,82	0,31	0,869	38,44	2,72	1,496	0,07987	115,313	Ok
4	P12	P13	37,8	29,196	0,1289	50	315		ajouter	4,91	147,01	0,0841	0,6191	19,27	3,04	1,672	0,05092	57,812	Ok
	P13	A31	37,8	25,881	0,0943	50	315		ajouter	4,2	196,8	0,1883	0,7524	29,71	3,16	1,738	0,05952	89,117	Ok
5	P14	P15	48,5	19,691	0,052	50	315		ajouter	3,35	136,75	0,6065	1,0299	57,02	3,45	1,8975	0,07463	171,057	Ok
	P15	P16	45,5	27,194	0,0201	50	315		ajouter	2,77	148,3	0,8084	1,0722	71,06	2,97	1,6335	0,09025	284,234	Ok
	P16	P17	27,25	30,707	0,0589	50	315		ajouter	2,77	148,3	1,0006	1,0108	97,73	2,8	1,54	0,09025	390,9	Ok
6	P18	P19	34,3	21,123	0,0126	50	315		ajouter	1,54	108,49	0,1947	0,7532	30,26	1,16	0,638	0,16234	90,775	Ok
	P19	A37'	31,6	32,574	0,0694	50	315		ajouter	3,6	254,62	0,1672	0,7333	27,81	2,64	1,452	0,06944	83,423	Ok
7	P21	P22	37,3	23,591	0,06	52,4	400		ajouter	3,35	136,75	0,6065	1,0299	57,02	3,45	1,8975	0,07463	171,057	Ok
	P22	P23	37,3	21,577	0,028	52,4	400		ajouter	2,77	148,3	0,8084	1,0722	71,06	2,97	1,6335	0,09025	284,234	Ok
	P23	C38	26,65	38,5	0,028	52,4	400		ajouter	2,77	148,3	1,0006	1,0108	97,73	2,8	1,54	0,09025	390,9	Ok

Regard		L(m)	Vdéc	Vconduite	Vlit de sable	B cv	Vcv	Vremblai	Vsol	V excédentaire
amont	aval									
R03	A01	33,85	16,925	4,25156	2,708	1	3,385	10,832	20,987	10,155
A01	A02	46,55	18,9924	5,84668	3,724	1	4,655	10,6134	23,550576	12,937176
A02	R04	46,3	13,89	5,81528	3,704	1	4,63	5,556	17,2236	11,6676
A03	R09	22,5	21,06	6,3585	2,7	1,2	2,7	15,66	26,1144	10,4544
R09	A03'	21,3	27,6048	6,01938	2,556	1,2	2,556	22,4928	34,229952	11,737152
A03'	A04	52,35	97,6851	14,79411	6,282	1,2	6,282	85,1211	121,129524	36,008424
A04	R07	47	45,12	13,2822	5,64	1,2	5,64	33,84	55,9488	22,1088
R07	A05	45,65	42,1806	12,90069	5,478	1,2	5,478	31,2246	52,303944	21,079344
R08	A06	39,25	27,5535	2,7730125	2,355	0,9	3,5325	21,666	34,16634	12,50034
A06	A05	40,5	19,44	2,861325	2,43	0,9	3,645	13,365	24,1056	10,7406
A05	R06	34,45	2,58375	6,7608125	3,445	1,1	3,7895	-4,65075	3,20385	7,8546
R06	R05	22,6	11,752	4,43525	2,26	1,1	2,486	7,006	14,57248	7,56648
R05	R04	24,3	18,225	4,768875	2,43	1,1	2,673	13,122	22,599	9,477
R04	A07	45,05	67,3948	22,63312	7,208	1,4	6,307	53,8798	83,569552	29,689752
A07	A08	47,7	51,516	23,96448	7,632	1,4	6,678	37,206	63,87984	26,67384
A08	A09	46,85	52,472	23,53744	7,496	1,4	6,559	38,417	65,06528	26,64828
A09	A10	38,85	35,4312	19,51824	6,216	1,4	5,439	23,7762	43,934688	20,158488
A10	A11	45,05	72,4404	50,92452	10,812	1,8	8,109	53,5194	89,826096	36,306696
A11	A12	26,7	48,06	30,18168	6,408	1,8	4,806	36,846	59,5944	22,7484
A12	A12'	23,1	107,2764	26,11224	5,544	1,8	4,158	97,5744	133,022736	35,448336
A12'	A13	28	26,544	31,6512	6,72	1,8	5,04	14,784	32,91456	18,13056
A13	A13'	27,95	26,832	31,59468	6,708	1,8	5,031	15,093	33,27168	18,17868
A13'	A20	35,85	24,5214	40,52484	8,604	1,8	6,453	9,4644	30,406536	20,942136
A20	A29	15,3	50,8572	17,29512	3,672	1,8	2,754	44,4312	63,062928	18,631728
A29	A33	26,9	61,332	30,40776	6,456	1,8	4,842	50,034	76,05168	26,01768
A33	A34	32,9	82,908	37,19016	7,896	1,8	5,922	69,09	102,80592	33,71592
A34	A35	42,85	179,97	48,43764	10,284	1,8	7,713	161,973	223,1628	61,1898
A32	A31	75,55	33,5442	5,3376075	4,533	0,9	6,7995	22,2117	41,594808	19,383108
A30	A31	54,75	27,10125	3,8680875	3,285	0,9	4,9275	18,88875	33,60555	14,7168
A31	A16	38,85	14,33565	2,7447525	2,331	0,9	3,4965	8,50815	17,776206	9,268056
A14	A15	52,3	13,9641	3,694995	3,138	0,9	4,707	6,1191	17,315484	11,196384
A15	A16	27,25	9,156	1,9252125	1,635	0,9	2,4525	5,0685	11,35344	6,28494
A16	A20	14,7	10,8045	1,038555	0,882	0,9	1,323	8,5995	13,39758	4,79808
A17	A18	32,8	20,9592	2,31732	1,968	0,9	2,952	16,0392	25,989408	9,950208
A18	A19	29,35	26,9433	2,0735775	1,761	0,9	2,6415	22,5408	33,409692	10,868892
A19	A20	32,75	21,4185	2,3137875	1,965	0,9	2,9475	16,506	26,55894	10,05294
A21	A22	43,35	36,6741	3,0626775	2,601	0,9	3,9015	30,1716	45,475884	15,304284
A22	A24	43,35	27,96075	3,0626775	2,601	0,9	3,9015	21,45825	34,67133	13,21308

A23	A24	37,45	17,5266	2,6458425	2,247	0,9	3,3705	11,9091	21,732984	9,823884
A24	A25	38,9	15,7545	2,748285	2,334	0,9	3,501	9,9195	19,53558	9,61608
A25	A26	27,65	13,85265	1,9534725	1,659	0,9	2,4885	9,70515	17,177286	7,472136
A26	A27	33,95	14,97195	2,3985675	2,037	0,9	3,0555	9,87945	18,565218	8,685768
A27	A28	18,75	10,35	1,3246875	1,125	0,9	1,6875	7,5375	12,834	5,2965
A28	A28'	25,23	28,05576	3,168888	2,0184	1	2,523	23,51436	34,7891424	11,2747824
A28'	A29	25,42	25,01328	3,192752	2,0336	1	2,542	20,43768	31,0164672	10,5787872
A37	A37'	21,12	19,26144	1,492128	1,2672	0,9	1,9008	16,09344	23,8841856	7,7907456
A37'	R36	21,13	18,31971	1,4928345	1,2678	0,9	1,9017	15,15021	22,7164404	7,5662304
A36	R37	30,4	13,3152	2,14776	1,824	0,9	2,736	8,7552	16,510848	7,755648
R37	R36	45,5	25,5255	3,214575	2,73	0,9	4,095	18,7005	31,65162	12,95112
R36	R36'	33,15	15,61365	2,3420475	1,989	0,9	2,9835	10,64115	19,360926	8,719776
R36'	A35	30,6	18,7272	2,16189	1,836	0,9	2,754	14,1372	23,221728	9,084528
A35	A38	21,45	51,1368	10,77648	3,432	1,4	3,003	44,7018	63,409632	18,707832
A39	A40	42,2	14,6856	2,98143	2,532	0,9	3,798	8,3556	18,210144	9,854544
A40'	A40''	21,22	10,37658	1,499193	1,2732	0,9	1,9098	7,19358	12,8669592	5,6733792
A40''	A40'''	21,22	8,78508	1,499193	1,2732	0,9	1,9098	5,60208	10,8934992	5,2914192
A40'''	A40	21,22	10,61	2,665232	1,6976	1	2,122	6,7904	13,1564	6,366
A40	A47	49,85	14,20725	3,5219025	2,991	0,9	4,4865	6,72975	17,61699	10,88724
A41	A42	43,15	13,33335	3,0485475	2,589	0,9	3,8835	6,86085	16,533354	9,672504
A42	A45	48,95	30,69165	3,4583175	2,937	0,9	4,4055	23,34915	38,057646	14,708496
A43	A44	41,25	13,48875	2,9143125	2,475	0,9	3,7125	7,30125	16,72605	9,4248
A44	A45	46,55	23,88015	3,2887575	2,793	0,9	4,1895	16,89765	29,611386	12,713736
A45	A46	29,75	11,15625	2,1018375	1,785	0,9	2,6775	6,69375	13,83375	7,14
A46	A47	46,2	20,2356	3,26403	2,772	0,9	4,158	13,3056	25,092144	11,786544
A47	A47'	24,34	11,39112	1,719621	1,4604	0,9	2,1906	7,74012	14,1249888	6,3848688
A47'	A38	29,61	20,37168	3,719016	2,3688	1	2,961	15,04188	25,2608832	10,2190032
A48	A48'	25	12,075	1,76625	1,5	0,9	2,25	8,325	14,973	6,648
A48'	A49	25,4	7,4676	1,79451	1,524	0,9	2,286	3,6576	9,259824	5,602224
A49	A50	38,4	13,0176	2,71296	2,304	0,9	3,456	7,2576	16,141824	8,884224
A50	A51	33,05	13,0878	2,3349825	1,983	0,9	2,9745	8,1303	16,228872	8,098572
A51	A52	28,7	15,7563	2,027655	1,722	0,9	2,583	11,4513	19,537812	8,086512
A52	A53	23,4	17,0586	1,65321	1,404	0,9	2,106	13,5486	21,152664	7,604064
A54	A55	28,25	17,967	1,9958625	1,695	0,9	2,5425	13,7295	22,27908	8,54958
A55	A56	25,9	14,9961	1,829835	1,554	0,9	2,331	11,1111	18,595164	7,484064
A57	A57'	29,3	11,7786	2,070045	1,758	0,9	2,637	7,3836	14,605464	7,221864
A57'	A58	30,6	15,147	2,16189	1,836	0,9	2,754	10,557	18,78228	8,22528
A58	A61	32,75	24,9555	2,3137875	1,965	0,9	2,9475	20,043	30,94482	10,90182
A59'	A59	27,15	14,57955	1,9181475	1,629	0,9	2,4435	10,50705	18,078642	7,571592
A59	A60	24,7	14,1531	1,745055	1,482	0,9	2,223	10,4481	17,549844	7,101744
A60	A60'	30,56	8,52624	2,159064	1,8336	0,9	2,7504	3,94224	10,5725376	6,6302976
A60'	A61	30,75	9,594	2,1724875	1,845	0,9	2,7675	4,9815	11,89656	6,91506

A63	A64	44,35	27,80745	3,1333275	2,661	0,9	3,9915	21,15495	34,481238	13,326288
A64'	A64	24,75	12,39975	1,7485875	1,485	0,9	2,2275	8,68725	15,37569	6,68844
A64	A65	32,95	15,12405	2,3279175	1,977	0,9	2,9655	10,18155	18,753822	8,572272
A61	A62	23,6	11,4696	1,66734	1,416	0,9	2,124	7,9296	14,222304	6,292704
A62	A65	20,2	13,3926	1,42713	1,212	0,9	1,818	10,3626	16,606824	6,244224
A65	A66	38,45	15,57225	2,7164925	2,307	0,9	3,4605	9,80475	19,30959	9,50484
A67'	A67	24,56	15,4728	1,735164	1,4736	0,9	2,2104	11,7888	19,186272	7,397472
A67	A68'	24,86	16,7805	1,756359	1,4916	0,9	2,2374	13,0515	20,80782	7,75632
A68'	A68	26,22	10,2258	1,852443	1,5732	0,9	2,3598	6,2928	12,679992	6,387192
A69	A70	47,4	19,908	3,34881	2,844	0,9	4,266	12,798	24,68592	11,88792
A70	A71	43,9	26,9985	3,101535	2,634	0,9	3,951	20,4135	33,47814	13,06464
A71	A72	49,1	22,8315	3,468915	2,946	0,9	4,419	15,4665	28,31106	12,84456
A72	R18	40,45	22,44975	2,8577925	2,427	0,9	3,6405	16,38225	27,83769	11,45544
R18	A73	49,5	27,324	3,497175	2,97	0,9	4,455	19,899	33,88176	13,98276
A73	A74	25,75	11,5875	1,8192375	1,545	0,9	2,3175	7,725	14,3685	6,6435
A74	A79	70,55	30,0543	4,9843575	4,233	0,9	6,3495	19,4718	37,267332	17,795532
A75	A74	16,95	7,3224	1,1975175	1,017	0,9	1,5255	4,7799	9,079776	4,299876
A76	A78	57,1	47,2788	4,034115	3,426	0,9	5,139	38,7138	58,625712	19,911912
A77	A78	21,05	13,32465	1,4871825	1,263	0,9	1,8945	10,16715	16,522566	6,355416
A78	A79	20,8	8,2368	1,46952	1,248	0,9	1,872	5,1168	10,213632	5,096832
A79	A80	19,1	12,224	3,748375	1,91	1,1	2,101	8,213	15,15776	6,94476
A80	A80'	32,1	17,8155	6,299625	3,21	1,1	3,531	11,0745	22,09122	11,01672
A80'	A81	42,35	30,0685	8,3111875	4,235	1,1	4,6585	21,175	37,28494	16,10994
A38	A53	38,05	110,9538	43,01172	9,132	1,8	6,849	94,9728	137,582712	42,609912
A53	A53'	25,34	42,26712	28,644336	6,0816	1,8	4,5612	31,62432	52,4112288	20,7869088
A53'	54	30,45	47,502	34,42068	7,308	1,8	5,481	34,713	58,90248	24,18948
54	56	29,23	49,80792	33,041592	7,0152	1,8	5,2614	37,53132	61,7618208	24,2305008
56	A56	40,42	67,42056	45,690768	9,7008	1,8	7,2756	50,44416	83,6014944	33,1573344
A56	A56'	39,11	56,78772	44,209944	9,3864	1,8	7,0398	40,36152	70,4167728	30,0552528
A56'	A66	30,54	53,50608	34,522416	7,3296	1,8	5,4972	40,67928	66,3475392	25,6682592
A66	A68	30,35	45,525	34,30764	7,284	1,8	5,463	32,778	56,451	23,673
A68	A81	25,3	39,1644	28,59912	6,072	1,8	4,554	28,5384	48,563856	20,025456
A81	A82	42,25	78,585	47,7594	10,14	1,8	7,605	60,84	97,4454	36,6054
A82	A82'	29,11	69,16536	32,905944	6,9864	1,8	5,2398	56,93916	85,7650464	28,8258864
A82'	A83	20,89	30,58296	23,614056	5,0136	1,8	3,7602	21,80916	37,9228704	16,1137104
A83	A83'	23,45	47,2752	26,50788	5,628	1,8	4,221	37,4262	58,621248	21,195048
A83'	A84	30	52,2	33,912	7,2	1,8	5,4	39,6	64,728	25,128
A84	C51	45	69,66	50,868	10,8	1,8	8,1	50,76	86,3784	35,6184
C51	C52	45	68,85	12,717	5,4	1,2	5,4	58,05	85,374	27,324
C52	C53	45	33,21	12,717	5,4	1,2	5,4	22,41	41,1804	18,7704
C53	C54	55,55	62,9937	15,69843	6,666	1,2	6,666	49,6617	78,112188	28,450488
C54	C55	50,45	37,5348	14,25717	6,054	1,2	6,054	25,4268	46,543152	21,116352

A86	A87	39,5	18,249	2,790675	2,37	0,9	3,555	12,324	22,62876	10,30476
A87	A88	46,15	21,73665	3,2604975	2,769	0,9	4,1535	14,81415	26,953446	12,139296
A88	A89	22,3	8,2287	1,575495	1,338	0,9	2,007	4,8837	10,203588	5,319888
A89	A93	25,35	5,1714	1,7909775	1,521	0,9	2,2815	1,3689	6,412536	5,043636
R57	A90	40,25	14,61075	2,8436625	2,415	0,9	3,6225	8,57325	18,11733	9,54408
A90	A93	40,8	24,2352	2,88252	2,448	0,9	3,672	18,1152	30,051648	11,936448
A92	A91	39,25	38,622	4,9298	3,14	1	3,925	31,557	47,89128	16,33428
A91	A91'	36	36,864	4,5216	2,88	1	3,6	30,384	45,71136	15,32736
A91'	A84	38,2	62,3424	4,79792	3,056	1	3,82	55,4664	77,304576	21,838176
R10	R11	53,95	44,3469	3,8115675	3,237	0,9	4,8555	36,2544	54,990156	18,735756
R12	R11	56,3	38,1714	3,977595	3,378	0,9	5,067	29,7264	47,332536	17,606136
B78	R13	38,4	23,8464	2,71296	2,304	0,9	3,456	18,0864	29,569536	11,483136
R11	R13	26,95	31,66625	5,2889375	2,695	1,1	2,9645	26,00675	39,26615	13,2594
R13	B79	26,95	43,3895	5,2889375	2,695	1,1	2,9645	37,73	53,80298	16,07298
B79	B79'	27,12	50,9856	5,3223	2,712	1,1	2,9832	45,2904	63,222144	17,931744
B79'	B80	20,29	19,17405	3,9819125	2,029	1,1	2,2319	14,91315	23,775822	8,862672
B80	B83	32,12	30,3534	6,30355	3,212	1,1	3,5332	23,6082	37,638216	14,030016
B83	B83'	34,23	51,0027	6,7176375	3,423	1,1	3,7653	43,8144	63,243348	19,428948
B83'	B84	26,99	34,5472	5,2967875	2,699	1,1	2,9689	28,8793	42,838528	13,959228
B84	B84'	28,56	19,1352	5,6049	2,856	1,1	3,1416	13,1376	23,727648	10,590048
B84'	R16	45,24	60,44064	22,728576	7,2384	1,4	6,3336	46,86864	74,9463936	28,0777536
B81	B82	43,6	34,662	3,08034	2,616	0,9	3,924	28,122	42,98088	14,85888
B82	B83	40,55	18,0042	2,8648575	2,433	0,9	3,6495	11,9217	22,325208	10,403508
88'	R16	56,25	31,21875	3,9740625	3,375	0,9	5,0625	22,78125	38,71125	15,93
B85	R15	46,15	24,22875	3,2604975	2,769	0,9	4,1535	17,30625	30,04365	12,7374
R15	B87	44,7	20,115	3,158055	2,682	0,9	4,023	13,41	24,9426	11,5326
B86	R15	22,9	10,305	1,617885	1,374	0,9	2,061	6,87	12,7782	5,9082
R29	B88	63,85	21,0705	2,00489	2,554	0,8	5,108	13,4085	26,12742	12,71892
B88	B89	54,5	53,41	6,8452	4,36	1	5,45	43,6	66,2284	22,6284
B89	R31	37,05	38,532	4,65348	2,964	1	3,705	31,863	47,77968	15,91668
R31	B90	61,9	75,8275	12,147875	6,19	1,1	6,809	62,8285	94,0261	31,1976
B90	B91	53,7	51,015	10,538625	5,37	1,1	5,907	39,738	63,2586	23,5206
B91	B92	56,95	75,45875	11,1764375	5,695	1,1	6,2645	63,49925	93,56885	30,0696
B92	C21	32,8	46,74	6,437	3,28	1,1	3,608	39,852	57,9576	18,1056
R30	R30'	45,3	20,1132	3,200445	2,718	0,9	4,077	13,3182	24,940368	11,622168
R30'	R31	33,4	12,024	2,35971	2,004	0,9	3,006	7,014	14,90976	7,89576
R16	B87	22,55	16,34875	4,4254375	2,255	1,1	2,4805	11,61325	20,27245	8,6592
B87	C30	35	25,9	6,86875	3,5	1,1	3,85	18,55	32,116	13,566
C30	C31	41,6	49,504	8,164	4,16	1,1	4,576	40,768	61,38496	20,61696
C31	C32	50	84	25,12	8	1,4	7	69	104,16	35,16
C32	C33	45,2	53,5168	22,70848	7,232	1,4	6,328	39,9568	66,360832	26,404032
C33	C34	50	73,2	25,12	8	1,4	7	58,2	90,768	32,568

C34	C35	50	114	25,12	8	1,4	7	99	141,36	42,36
C35	C36	47	45,872	23,6128	7,52	1,4	6,58	31,772	56,88128	25,10928
C36	R80	48,9	71,9808	24,56736	7,824	1,4	6,846	57,3108	89,256192	31,945392
R80	C37	48,7	63,1152	24,46688	7,792	1,4	6,818	48,5052	78,262848	29,757648
C37	C38	50	74	25,12	8	1,4	7	59	91,76	32,76
C38	R81	50	54	25,12	8	1,4	7	39	66,96	27,96
R81	C39	44,7	87,612	22,45728	7,152	1,4	6,258	74,202	108,63888	34,43688
C39	C40	54,4	80,512	27,33056	8,704	1,4	7,616	64,192	99,83488	35,64288
C40	R82	50	44,4	25,12	8	1,4	7	29,4	55,056	25,656
R82	C41	50	74	25,12	8	1,4	7	59	91,76	32,76
C41	C42	58,15	56,7544	29,21456	9,304	1,4	8,141	39,3094	70,375456	31,066056
C42	C43	40	23,68	20,096	6,4	1,4	5,6	11,68	29,3632	17,6832
C43	C44	40	69,76	20,096	6,4	1,4	5,6	57,76	86,5024	28,7424
C44	R83	49,4	54,9328	24,81856	7,904	1,4	6,916	40,1128	68,116672	28,003872
C22	C22'	35,23	28,00785	2,4889995	2,1138	0,9	3,1707	22,72335	34,729734	12,006384
C22'	C23	34,34	22,87044	2,426121	2,0604	0,9	3,0906	17,71944	28,3593456	10,6399056
C23	C24	56,7	36,5715	4,005855	3,402	0,9	5,103	28,0665	45,34866	17,28216
C24	R35	34,25	21,92	4,3018	2,74	1	3,425	15,755	27,1808	11,4258
R35	R34	34,3	29,9096	4,30808	2,744	1	3,43	23,7356	37,087904	13,352304
R32	R32'	34,12	14,12568	2,410578	2,0472	0,9	3,0708	9,00768	17,5158432	8,5081632
R32'	R33	35,78	18,56982	2,527857	2,1468	0,9	3,2202	13,20282	23,0265768	9,8237568
R33	R34	55,75	16,3905	3,9387375	3,345	0,9	5,0175	8,028	20,32422	12,29622
R34	C25	49,7	24,4524	6,24232	3,976	1	4,97	15,5064	30,320976	14,814576
C25	C26	44,15	48,565	5,54524	3,532	1	4,415	40,618	60,2206	19,6026
B93	B93'	40,66	37,44786	2,872629	2,4396	0,9	3,6594	31,34886	46,4353464	15,0864864
B93'	B95	40,2	14,7132	2,84013	2,412	0,9	3,618	8,6832	18,244368	9,561168
B94	B94'	23,45	21,0112	2,94532	1,876	1	2,345	16,7902	26,053888	9,263688
B94'	B95	40,65	54,3084	5,10564	3,252	1	4,065	46,9914	67,342416	20,351016
B95	B96	43,8	48,3552	5,50128	3,504	1	4,38	40,4712	59,960448	19,489248
B96	B97	32,55	29,0346	4,08828	2,604	1	3,255	23,1756	36,002904	12,827304
B97	R27	29,45	13,6648	3,69892	2,356	1	2,945	8,3638	16,944352	8,580552
R27	R28	47,15	23,3864	5,92204	3,772	1	4,715	14,8994	28,999136	14,099736
R28	B99	46,15	28,4284	5,79644	3,692	1	4,615	20,1214	35,251216	15,129816
B99	C01	45,65	26,8422	5,73364	3,652	1	4,565	18,6252	33,284328	14,659128
C01	C02	45,35	24,3076	5,69596	3,628	1	4,535	16,1446	30,141424	13,996824
C02	C03	41,35	22,1636	5,19356	3,308	1	4,135	14,7206	27,482864	12,762264
C03	C04	51	49,368	6,4056	4,08	1	5,1	40,188	61,21632	21,02832
C04	R20	46,35	47,4624	5,82156	3,708	1	4,635	39,1194	58,853376	19,733976
B98	B98'	38,5	30,03	4,8356	3,08	1	3,85	23,1	37,2372	14,1372
B98'	R27	33,12	26,89344	4,159872	2,6496	1	3,312	20,93184	33,3478656	12,4160256
R24	B99'	35,34	19,82574	2,496771	2,1204	0,9	3,1806	14,52474	24,5839176	10,0591776
B99'	B99	36,66	29,80458	2,590029	2,1996	0,9	3,2994	24,30558	36,9576792	12,6520992

C05	R17	39	25,389	2,75535	2,34	0,9	3,51	19,539	31,48236	11,94336
R17	R26	36,4	23,5872	2,57166	2,184	0,9	3,276	18,1272	29,248128	11,120928
C06	C07	43,25	17,3865	3,0556125	2,595	0,9	3,8925	10,899	21,55926	10,66026
C07	R23	45	19,845	3,17925	2,7	0,9	4,05	13,095	24,6078	11,5128
C09	C10	37,35	19,1232	4,69116	2,988	1	3,735	12,4002	23,712768	11,312568
C10	R22	47,45	29,2292	5,95972	3,796	1	4,745	20,6882	36,244208	15,556008
C12	C13	39	22,776	4,8984	3,12	1	3,9	15,756	28,24224	12,48624
C13	R21	47,9	23,7584	6,01624	3,832	1	4,79	15,1364	29,460416	14,324016
R26	R25	35,85	30,9744	4,50276	2,868	1	3,585	24,5214	38,408256	13,886856
R25	R23	56,1	49,5924	7,04616	4,488	1	5,61	39,4944	61,494576	22,000176
R23	C08	38,15	27,468	7,4869375	3,815	1,1	4,1965	19,4565	34,06032	14,60382
C08	R22	53,75	42,19375	10,5484375	5,375	1,1	5,9125	30,90625	52,32025	21,414
R22	C11	40,8	62,22	8,007	4,08	1,1	4,488	53,652	77,1528	23,5008
C11	R21	49,65	33,2655	9,7438125	4,965	1,1	5,4615	22,839	41,24922	18,41022
R21	R19	50,55	59,39625	9,9204375	5,055	1,1	5,5605	48,78075	73,65135	24,8706
C14	C15	41,5	53,286	11,7279	4,98	1,2	4,98	43,326	66,07464	22,74864
C15	R19	48,05	69,4803	13,57893	5,766	1,2	5,766	57,9483	86,155572	28,207272
R19	C16	41,8	62,1984	21,00032	6,688	1,4	5,852	49,6584	77,126016	27,467616
C16	R20	52,05	73,7028	26,14992	8,328	1,4	7,287	58,0878	91,391472	33,303672
R20	C17	32,5	31,98	16,328	5,2	1,4	4,55	22,23	39,6552	17,4252
C17	C20	48,35	59,5672	24,29104	7,736	1,4	6,769	45,0622	73,863328	28,801128
C18	C19	30,12	18,16236	2,127978	1,8072	0,9	2,7108	13,64436	22,5213264	8,8769664
C19	C19'	24,31	9,69969	1,7175015	1,4586	0,9	2,1879	6,05319	12,0276156	5,9744256
C19'	C20	43,45	17,4669	3,0697425	2,607	0,9	3,9105	10,9494	21,658956	10,709556
C20	C21	33,6	62,0928	16,88064	5,376	1,4	4,704	52,0128	76,995072	24,982272
C21	C26	51,75	73,278	25,9992	8,28	1,4	7,245	57,753	90,86472	33,11172
C26	R81	42,3	71,064	21,25152	6,768	1,4	5,922	58,374	88,11936	29,74536
R38	B01	37,75	54,17125	7,4084375	3,775	1,1	4,1525	46,24375	67,17235	20,9286
B01	B01'	31,45	26,7325	6,1720625	3,145	1,1	3,4595	20,128	33,1483	13,0203
B01'	B02	29,87	18,8181	5,8619875	2,987	1,1	3,2857	12,5454	23,334444	10,789044
B02	B03	42,35	24,35125	8,3111875	4,235	1,1	4,6585	15,45775	30,19555	14,7378
B03	B04	46,15	33,6895	9,0569375	4,615	1,1	5,0765	23,998	41,77498	17,77698
B04	B05	31,15	35,97825	6,1131875	3,115	1,1	3,4265	29,43675	44,61303	15,17628
B05	B13	41,7	41,283	11,78442	5,004	1,2	5,004	31,275	51,19092	19,91592
B13	B14	48,85	66,8268	13,80501	5,862	1,2	5,862	55,1028	82,865232	27,762432
B14	B15	36,65	48,5979	10,35729	4,398	1,2	4,398	39,8019	60,261396	20,459496
B15	B28	49,35	56,259	13,94631	5,922	1,2	5,922	44,415	69,76116	25,34616
B28	B29	39,5	21,33	11,1627	4,74	1,2	4,74	11,85	26,4492	14,5992
B29	B30	28,25	17,1195	7,98345	3,39	1,2	3,39	10,3395	21,22818	10,88868
B30	B34	25	28,5	7,065	3	1,2	3	22,5	35,34	12,84
B34	R50	55,65	120,204	27,95856	8,904	1,4	7,791	103,509	149,05296	45,54396
R50	B38	26,65	47,5436	13,38896	4,264	1,4	3,731	39,5486	58,954064	19,405464

B38	B45	32,5	65	16,328	5,2	1,4	4,55	55,25	80,6	25,35
B45	B45'	27,78	39,11424	13,956672	4,4448	1,4	3,8892	30,78024	48,5016576	17,7214176
B45'	B57	30,1	43,8256	15,12224	4,816	1,4	4,214	34,7956	54,343744	19,548144
B57	B58	36	41,472	18,0864	5,76	1,4	5,04	30,672	51,42528	20,75328
B58	B63	21,9	24,1776	11,00256	3,504	1,4	3,066	17,6076	29,980224	12,372624
B63	B63'	21	35,784	10,5504	3,36	1,4	2,94	29,484	44,37216	14,88816
B63'	B68	37,3	35,808	18,73952	5,968	1,4	5,222	24,618	44,40192	19,78392
B68	B69	43,25	66,778	21,7288	6,92	1,4	6,055	53,803	82,80472	29,00172
B69	B70	41,5	72,044	20,8496	6,64	1,4	5,81	59,594	89,33456	29,74056
B70	C80	39,4	31,2048	19,79456	6,304	1,4	5,516	19,3848	38,693952	19,309152
B06	B07	23,15	10,2786	1,6355475	1,389	0,9	2,0835	6,8061	12,745464	5,939364
B07	B07'	33,12	15,69888	2,339928	1,9872	0,9	2,9808	10,73088	19,4666112	8,7357312
B07'	B08	30,11	23,4858	2,1272715	1,8066	0,9	2,7099	18,9693	29,122392	10,153092
B08	B09	8	6,888	0,5652	0,48	0,9	0,72	5,688	8,54112	2,85312
B09	B10	42,65	31,09185	3,0132225	2,559	0,9	3,8385	24,69435	38,553894	13,859544
B10	B11	44,15	24,76815	3,1191975	2,649	0,9	3,9735	18,14565	30,712506	12,566856
B11	B12	24,6	10,4796	1,73799	1,476	0,9	2,214	6,7896	12,994704	6,205104
B12	B05	24,5	9,0405	1,730925	1,47	0,9	2,205	5,3655	11,21022	5,84472
R74	B08	34,4	13,8288	2,43036	2,064	0,9	3,096	8,6688	17,147712	8,478912
B07	B09	23,5	10,293	1,660275	1,41	0,9	2,115	6,768	12,76332	5,99532
R71	R70	29,15	15,12885	2,0594475	1,749	0,9	2,6235	10,75635	18,759774	8,003424
R70	R70'	19,67	12,68715	1,3896855	1,1802	0,9	1,7703	9,73665	15,732066	5,995416
R70'	R75	23,45	9,1455	1,6567425	1,407	0,9	2,1105	5,628	11,34042	5,71242
R75	R75'	33,76	14,28048	2,385144	2,0256	0,9	3,0384	9,21648	17,7077952	8,4913152
R75'	B19	53,05	23,8725	3,7479825	3,183	0,9	4,7745	15,915	29,6019	13,6869
B19	B18	33,6	16,2288	2,37384	2,016	0,9	3,024	11,1888	20,123712	8,934912
R76	R67	49,75	40,44675	3,5148375	2,985	0,9	4,4775	32,98425	50,15397	17,16972
R65	R65'	34,74	19,2807	2,454381	2,0844	0,9	3,1266	14,0697	23,908068	9,838368
R65'	R67	32,43	15,5664	2,2911795	1,9458	0,9	2,9187	10,7019	19,302336	8,600436
R67	B16	39,4	16,548	2,78361	2,364	0,9	3,546	10,638	20,51952	9,88152
B16	B16'	22,67	8,29722	1,6016355	1,3602	0,9	2,0403	4,89672	10,2885528	5,3918328
B16'	B17	21,4	9,8868	1,51191	1,284	0,9	1,926	6,6768	12,259632	5,582832
B17	B17'	22,35	14,8851	1,5790275	1,341	0,9	2,0115	11,5326	18,457524	6,924924
B17'	B18	32	27,552	2,2608	1,92	0,9	2,88	22,752	34,16448	11,41248
B18	R68	41,5	35,192	5,2124	3,32	1	4,15	27,722	43,63808	15,91608
R69	R68	15,5	10,7415	1,095075	0,93	0,9	1,395	8,4165	13,31946	4,90296
R68	B20	28,35	26,5356	3,56076	2,268	1	2,835	21,4326	32,904144	11,471544
B20	B21	27,8	24,1304	3,49168	2,224	1	2,78	19,1264	29,921696	10,795296
B21	B22	26,5	15,37	3,3284	2,12	1	2,65	10,6	19,0588	8,4588
B22	B24	33,65	32,4386	4,22644	2,692	1	3,365	26,3816	40,223864	13,842264
B23	B24	50	48,75	3,5325	3	0,9	4,5	41,25	60,45	19,2
B24	B15	55,35	59,2245	10,8624375	5,535	1,1	6,0885	47,601	73,43838	25,83738

B25	B26	40,85	13,35795	2,8860525	2,451	0,9	3,6765	7,23045	16,563858	9,333408
B26	B27	50,4	29,1816	3,56076	3,024	0,9	4,536	21,6216	36,185184	14,563584
B27	B28	31,95	14,9526	2,2572675	1,917	0,9	2,8755	10,1601	18,541224	8,381124
B31	B32	40,8	25,9488	2,88252	2,448	0,9	3,672	19,8288	32,176512	12,347712
B32	B33	42,9	32,6898	3,030885	2,574	0,9	3,861	26,2548	40,535352	14,280552
B33	B34	27,25	28,122	1,9252125	1,635	0,9	2,4525	24,0345	34,87128	10,83678
R53	B35	44,3	33,0921	3,129795	2,658	0,9	3,987	26,4471	41,034204	14,587104
B35	B35'	19,34	7,77468	1,366371	1,1604	0,9	1,7406	4,87368	9,6406032	4,7669232
B35'	B36	30	12,24	2,1195	1,8	0,9	2,7	7,74	15,1776	7,4376
B36	R52	49,35	32,8671	3,4865775	2,961	0,9	4,4415	25,4646	40,755204	15,290604
R52	R51	9,3	3,4596	0,657045	0,558	0,9	0,837	2,0646	4,289904	2,225304
R51	B37	25,55	13,4904	1,8051075	1,533	0,9	2,2995	9,6579	16,728096	7,070196
B37	R50	41,55	21,9384	2,9355075	2,493	0,9	3,7395	15,7059	27,203616	11,497716
R55	B39	21,3	12,0771	1,504845	1,278	0,9	1,917	8,8821	14,975604	6,093504
B39	B40	43,2	38,6208	3,05208	2,592	0,9	3,888	32,1408	47,889792	15,748992
B40	B41	48,55	40,4907	3,4300575	2,913	0,9	4,3695	33,2082	50,208468	17,000268
B41	B42	35,1	12,9519	2,479815	2,106	0,9	3,159	7,6869	16,060356	8,373456
B42	B43	43,6	21,4512	5,47616	3,488	1	4,36	13,6032	26,599488	12,996288
B43	B44	34	30,464	4,2704	2,72	1	3,4	24,344	37,77536	13,43136
B44	B45	64,6	54,7808	8,11376	5,168	1	6,46	43,1528	67,928192	24,775392
B46	B47	47,25	30,618	3,3382125	2,835	0,9	4,2525	23,5305	37,96632	14,43582
B47	B47'	22,39	11,95626	1,5818535	1,3434	0,9	2,0151	8,59776	14,8257624	6,2280024
B47'	B47''	22,39	8,32908	1,5818535	1,3434	0,9	2,0151	4,97058	10,3280592	5,3574792
B47''	B48	67,75	27,2355	4,7865375	4,065	0,9	6,0975	17,073	33,77202	16,69902
B48	B54	19,55	10,3224	1,3812075	1,173	0,9	1,7595	7,3899	12,799776	5,409876
B54	B48'	19,55	13,2549	1,3812075	1,173	0,9	1,7595	10,3224	16,436076	6,113676
B48'	B49	41,45	38,67285	2,9284425	2,487	0,9	3,7305	32,45535	47,954334	15,498984
B49	B50	25,65	25,3422	3,22164	2,052	1	2,565	20,7252	31,424328	10,699128
B50	B50'	24,65	15,15975	4,8375625	2,465	1,1	2,7115	9,98325	18,79809	8,81484
B50'	B51	34,71	20,99955	6,8118375	3,471	1,1	3,8181	13,71045	26,039442	12,328992
B51	B52	49,4	46,189	9,69475	4,94	1,1	5,434	35,815	57,27436	21,45936
B52	B53	33	33,495	6,47625	3,3	1,1	3,63	26,565	41,5338	14,9688
B53	R58	42	46,83	8,2425	4,2	1,1	4,62	38,01	58,0692	20,0592
R58	B55	44,5	49,929	12,5757	5,34	1,2	5,34	39,249	61,91196	22,66296
B55	B56	33,3	26,7732	9,41058	3,996	1,2	3,996	18,7812	33,198768	14,417568
B56	B57	29,15	44,7744	8,23779	3,498	1,2	3,498	37,7784	55,520256	17,741856
B54	R58	30,6	19,4616	2,16189	1,836	0,9	2,754	14,8716	24,132384	9,260784
B59	B59'	38,56	10,06416	2,724264	2,3136	0,9	3,4704	4,28016	12,4795584	8,1993984
B59'	B60	25,35	7,4529	1,7909775	1,521	0,9	2,2815	3,6504	9,241596	5,591196
B60	B60'	22,43	9,89163	1,5846795	1,3458	0,9	2,0187	6,52713	12,2656212	5,7384912
B60'	R56	23	11,385	1,62495	1,38	0,9	2,07	7,935	14,1174	6,1824
R56	B61	13,1	7,3491	0,925515	0,786	0,9	1,179	5,3841	9,112884	3,728784

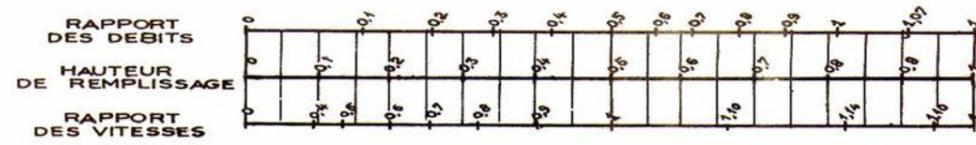
B61	B61'	23,12	14,49624	1,633428	1,3872	0,9	2,0808	11,02824	17,9753376	6,9470976
B61'	B62	47,75	30,79875	3,3735375	2,865	0,9	4,2975	23,63625	38,19045	14,5542
B62	B63	34,65	38,2536	4,35204	2,772	1	3,465	32,0166	47,434464	15,417864
B64	B64'	26	23,868	1,8369	1,56	0,9	2,34	19,968	29,59632	9,62832
B64'	B65	24,7	22,0818	1,745055	1,482	0,9	2,223	18,3768	27,381432	9,004632
B65	B65'	23,65	10,3587	1,6708725	1,419	0,9	2,1285	6,8112	12,844788	6,033588
B65'	B67	45	22,95	3,17925	2,7	0,9	4,05	16,2	28,458	12,258
B67	B67'	24,12	9,4068	1,704078	1,4472	0,9	2,1708	5,7888	11,664432	5,875632
B67'	B68'	23,19	12,5226	1,6383735	1,3914	0,9	2,0871	9,0441	15,528024	6,483924
B68'	B68	45	16,2	3,17925	2,7	0,9	4,05	9,45	20,088	10,638
B66	B67	37,15	20,84115	2,6246475	2,229	0,9	3,3435	15,26865	25,843026	10,574376
D01	D01'	23,87	0,642	0,07065	0,06	0,9	0,09	0,492	0,79608	0,30408
D01'	R19	47,05	17,64375	3,3240825	2,823	0,9	4,2345	10,58625	21,87825	11,292
R19	R19'	43,45	1,07	0,19625	0,1	1,1	0,11	0,86	1,3268	0,4668
R19'	R61	50,9	73,296	9,989125	5,09	1,1	5,599	62,607	90,88704	28,28004
R61	D03	63,75	39,20625	12,5109375	6,375	1,1	7,0125	25,81875	48,61575	22,797
D03	D04	30	21,75	5,8875	3	1,1	3,3	15,45	26,97	11,52
D04	D10	39,8	35,024	7,81075	3,98	1,1	4,378	26,666	43,42976	16,76376
D02	R19	33,3	26,8731	2,352645	1,998	0,9	2,997	21,8781	33,322644	11,444544
R59	D03	43,5	32,625	3,073275	2,61	0,9	3,915	26,1	40,455	14,355
D05	D06	39,3	24,8769	2,776545	2,358	0,9	3,537	18,9819	30,847356	11,865456
D06	D07	31,9	15,7905	2,253735	1,914	0,9	2,871	11,0055	19,58022	8,57472
D07	D08	27,2	11,832	1,92168	1,632	0,9	2,448	7,752	14,67168	6,91968
D08	D09	41,3	27,8775	2,917845	2,478	0,9	3,717	21,6825	34,5681	12,8856
D09	D10	43,9	31,7397	3,101535	2,634	0,9	3,951	25,1547	39,357228	14,202528
D10	D11	55,7	60,156	10,931125	5,57	1,1	6,127	48,459	74,59344	26,13444
D11	D12	39,1	30,107	7,673375	3,91	1,1	4,301	21,896	37,33268	15,43668
D12	C67	30,9	32,9085	6,064125	3,09	1,1	3,399	26,4195	40,80654	14,38704
R72	R64	41,15	24,69	2,9072475	2,469	0,9	3,7035	18,5175	30,6156	12,0981
R66	A96	21,7	11,9784	1,533105	1,302	0,9	1,953	8,7234	14,853216	6,129816
A96	A97	23,3	19,2924	1,646145	1,398	0,9	2,097	15,7974	23,922576	8,125176
R63	A99	41,15	22,83825	2,9072475	2,469	0,9	3,7035	16,66575	28,31943	11,65368
B71	B72	18	6,048	1,2717	1,08	0,9	1,62	3,348	7,49952	4,15152
B72	B74	46,7	20,4546	3,299355	2,802	0,9	4,203	13,4496	25,363704	11,914104
B74	B76	50	16,65	3,5325	3	0,9	4,5	9,15	20,646	11,496
B76	C75	35	12,705	2,47275	2,1	0,9	3,15	7,455	15,7542	8,2992
B73	B74	24,6	19,557	1,73799	1,476	0,9	2,214	15,867	24,25068	8,38368
B75	B76	37,4	32,2014	2,64231	2,244	0,9	3,366	26,5914	39,929736	13,338336
A95	R73	42,5	25,245	3,002625	2,55	0,9	3,825	18,87	31,3038	12,4338
R73	R64	25,45	21,461985	1,7980425	1,527	0,9	2,2905	17,644485	26,6128614	8,9683764
R64	R64'	25	13,5	1,76625	1,5	0,9	2,25	9,75	16,74	6,99
R64'	A97	43,5	75,0375	8,536875	4,35	1,1	4,785	65,9025	93,0465	27,144

A97	A97'	23	31,97	4,51375	2,3	1,1	2,53	27,14	39,6428	12,5028
A97'	A98	30,8	18,942	6,0445	3,08	1,1	3,388	12,474	23,48808	11,01408
A98	A99	29,45	5,74275	5,7795625	2,945	1,1	3,2395	-0,44175	7,12101	7,56276
A99	A99'	25,13	7,63952	3,156328	2,0104	1	2,513	3,11612	9,4730048	6,3568848
A99'	A99''	24,16	20,48768	3,034496	1,9328	1	2,416	16,13888	25,4047232	9,2658432
A99''	C63	34,7	29,2868	4,35832	2,776	1	3,47	23,0408	36,315632	13,274832
C63	C63'	32	24,576	4,0192	2,56	1	3,2	18,816	30,47424	11,65824
C63'	C63''	23,87	12,79432	2,998072	1,9096	1	2,387	8,49772	15,8649568	7,3672368
C63''	C64	41,56	49,37328	11,744856	4,9872	1,2	4,9872	39,39888	61,2228672	21,8239872
C64	C65	44,65	59,2059	12,61809	5,358	1,2	5,358	48,4899	73,415316	24,925416
C65	C66	50	93,6	14,13	6	1,2	6	81,6	116,064	34,464
C66	C67	43,85	61,0392	12,39201	5,262	1,2	5,262	50,5152	75,688608	25,173408
C67	C68	27,4	27,4548	7,74324	3,288	1,2	3,288	20,8788	34,043952	13,165152
C68	C69	50	33,6	14,13	6	1,2	6	21,6	41,664	20,064
C69	C70	50	58	25,12	8	1,4	7	43	71,92	28,92
C70	C71	29,8	29,5616	14,97152	4,768	1,4	4,172	20,6216	36,656384	16,034784
C71	C72	29,8	51,4944	14,97152	4,768	1,4	4,172	42,5544	63,853056	21,298656
C72	C73	31,25	39	15,7	5	1,4	4,375	29,625	48,36	18,735
C73	C74	40	49,2	31,4	8	1,6	6,4	34,8	61,008	26,208
C74	C75	40	93,6	31,4	8	1,6	6,4	79,2	116,064	36,864
C75	C76	16,7	40,915	13,1095	3,34	1,6	2,672	34,903	50,7346	15,8316
C76	C77	34,45	68,211	27,04325	6,89	1,6	5,512	55,809	84,58164	28,77264
C77	C78	35	83,3	27,475	7	1,6	5,6	70,7	103,292	32,592
C78	C79	50	138	39,25	10	1,6	8	120	171,12	51,12
C79	C80	50	78	39,25	10	1,6	8	60	96,72	36,72
C80	C81	32,15	48,225	36,34236	7,716	1,8	5,787	34,722	59,799	25,077
C81	C82	30	75,24	33,912	7,2	1,8	5,4	62,64	93,2976	30,6576

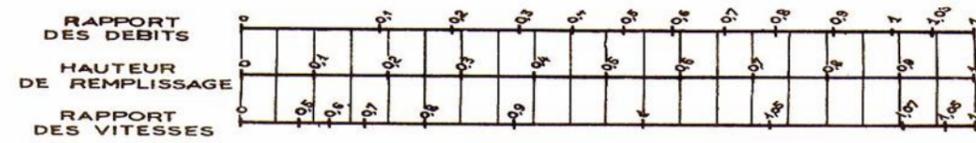
ANNEXE X

VARIATIONS DES DEBITS ET DES VITESSES  
EN FONCTION DE LA HAUTEUR DE REMPLISSAGE  
(d'après la formule de Bazin)

a) Ouvrages circulaires



b) Ouvrages ovoïdes normalisés



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