



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 RENOVATION DU RESEAU
D'ASSAINISSEMENT DE LA CITE 08 MAI 1945 DITE
(SORECAL) , (W.ALGER)**

Présenté par :
KHEDIM Sabrina

Devant les membres du jury

Nom et Prénoms	Grade	Qualité
Mr. HACHEMI Abdelkader	M.C.B	Président
Mme. HADJ SADOUK Nabila	M.A.A	Examinatrice
Mr. AMIRI Djamel	M.A.A	Examineur
Mme. DERNOUNI Fouzia	M.A.A	Examinatrice
Mr. SALAH Boualem	Professeur	Promoteur

Session Janvier 2024

Dédicace

Avec l'expression de ma reconnaissance, je dédie cet événement marquant de ma vie à : mes épaules sur lesquelles j'ai appuyé pour en arriver à cette réussite et avancer dans ma vie :

La femme qui a souffert sans me laisser souffrir, « ma maman KHEIRA » et « mon père HOCINE » avec son soutien indéfectible. Ils m'ont donné confiance en moi et m'ont toujours poussée vers le haut. C'est grâce à vous que j'ai réussi et devenue la femme que je suis aujourd'hui .

A mes sœurs et mes bras droits : « Chahira et Amel »

A mes frères que Dieu les protège : « Abderrahim et Mohamed »

A l'homme qui a su effacer mes souffrances passées, celui qui m'a fait découvrir l'amour, le vrai. Celui qui m'a soutenu dès le début « mon fiancé Abderrahim »

A mes amis : « Sara, Ghofrane, Roumaissa » qui m'ont accompagnées durant mes études.

A tous ceux qui ont su m'apporter d'aide et de soutien aux moments propices, merci à vous tous.

Remerciement

Tout d'abord je remercie Allah le tout puissant de m'avoir donné cette ambition, force, volonté et courage pour réaliser ce modeste travail qui a été fait avec amour, passion et honnêteté.

Ensuite je tiens à remercier mes chers parents, qui se sont donné cœurs et âmes pour que je réussisse, qui m'ont aidé moralement et financièrement, et qui m'ont toujours encouragé à donner le meilleur de moi-même.

Ainsi que mes chers frères et sœurs qui ont toujours étaient là pour moi.

Toute ma gratitude à mon promoteur Mr SALAH.B pour l'orientation, la confiance, la patience qui a constitué un mémoire considérable sans lequel ce travail n'aurait pas pu être mené au bon port. Qu'il trouve dans ce mémoire un hommage vivant à sa haute personnalité.

Je remercie également les membres du jury qui me feront l'honneur d'évaluer et d'apprécier mon travail.

Ainsi que toutes mes gratitudes à l'ensemble des enseignants de l'ENSH qui m'ont éclairé, orienté et aidé durant toute ma formation.

ملخص

تهدف هذه المذكرة في المقام الأول إلى تصميم شبكة الصرف الصحي لمدينة 08 ماي 1945، المعروفة باسم سوريكال، في ولاية الجزائر. يأتي ذلك في إطار مواكبة التزايد السريع لعدد سكان المنطقة، الذي سبب زيادة في كميات المياه المستخدمة وبالتالي تدهور شبكة الصرف الصحي نظرًا لعمرها الطويل.

فبعد جمع كل المعطيات اللازمة قمنا بتشخيص حالة شبكة الصرف الموجودة وتقدير حجم تدفقات المياه الواجب صرفها ثم حساب الأبعاد ووضع مخطط مناسب لشبكة الصرف و تنفيذه. إضافة إلى تقييم المشروع من الناحية الاقتصادية وذلك بتقدير التكلفة الإجمالية مع الحرص على إتمام الأشغال في أقل مدة ممكنة.

Résumé :

L'objectif principal de notre mémoire est d'étudier le réseau d'assainissement de la cité 08 mai 1945, également connue sous le nom de SORECAL. Cette étude s'inscrit dans le cadre de la gestion de la croissance rapide de la population de la région, laquelle entraîne une augmentation significative du volume des eaux rejetées. Cette croissance démographique rapide a, en retour, provoqué la détérioration des anciennes canalisations du réseau d'assainissement, avec des implications directes sur l'environnement et la santé publique.

Après avoir rassemblé toutes les données nécessaires, nous avons procédé à un diagnostic de l'état actuel du réseau d'égouts, estimé le volume des débits d'eau à drainer, calculé les nouvelles dimensions nécessaires, et entrepris une étude visant à réhabiliter le réseau existant et à éliminer les rejets anarchiques. Cette démarche apparaît comme une nécessité incontournable. Nous avons également évalué le projet du point de vue économique en estimant le coût total, tout en veillant à ce que les travaux soient achevés dans les plus brefs délais.

Abstract :

The primary objective of our thesis is to examine the sewerage network of the city 08 Mai 1945, known as SORECAL, in response to the rapid population growth in the region. This growth has led to an increased discharge of water, contributing to the deterioration of the aging pipes within the sewerage network, thereby adversely affecting the environment and public health. Following the comprehensive collection of necessary data, we conducted a thorough diagnosis of the current state of the sewerage network. We estimated the volume of water flows requiring drainage, calculated new dimensions, and conducted a study aimed at rehabilitating the existing network and eliminating unregulated discharges, which we deemed imperative. Additionally, we assessed the project from an economic perspective, estimating the total cost, while prioritizing the timely completion of the work.

SOMMAIRE :

<i>Introduction générale</i>	1
------------------------------------	---

Chapitre 01 : Présentation de l'agglomération.

<i>I.1. Introduction</i> :.....	2
<i>I.2. Situation géographique de la commune de Bab Ezzouar</i> :.....	2
<i>I.3. Situation topographique</i> :	3
<i>I.4. Sismicité</i> :.....	4
<i>I.5.1. Climat</i> :.....	4
<i>I.5.2. Température</i> :.....	4
<i>I.5.3. La pluviométrie</i> :	5
<i>I.5.4. Humidité</i> :	5
<i>I.5.5. Vent</i> :.....	6
<i>I.5.6. Evaporation</i> :.....	6
<i>I.5. Situation hydraulique</i> :	6
<i>I.6.1. Assainissement</i> :	6
<i>I.6.2. Alimentation en eau potable</i> :.....	7
<i>I.6. Conclusion</i> :.....	7

Chapitre 02 : L'étude hydrologique

<i>II.1. Introduction</i> :	8
<i>II.2. La série des données pluviométriques</i> :	9
<i>II.3. Homogénéisation des données</i> :	11
<i>II.4. Etude des précipitations maximales journalières</i> :	14
<i>II.4.1. Caractéristiques empiriques de la série</i> :.....	14
<i>II.4.2. Ajustement de la série</i> :.....	15
<i>II.4.2.1. Ajustement à la loi de Gumbel</i> :	15
<i>II.4.2.2. Ajustement à la loi de Galton (log normale)</i> :	16
<i>II.4.2.3. Ajustement à la loi GEV</i> :	18
<i>II.4.3. Choix de l'ajustement adopté</i> :.....	19
<i>II.4.4. Le test d'adéquation</i> :.....	20

<i>II.4.5. Calcul de l'intensité de pluie de durée de 15 minutes et de période de retour de 10 ans par la formule de MONTANARI :</i>	22
<i>II.5. Conclusion :</i>	22

Chapitre 03 : Diagnostic du réseau d'assainissement existant

<i>III.1. Introduction :</i>	23
<i>III.2. Objectif de l'étude du diagnostic :</i>	23
<i>III.3. Phases principales d'une étude de diagnostic :</i>	23
<i>III.3.1. Collecte et exploitation de données :</i>	23
<i>III.3.1.1. Données de base :</i>	24
<i>III.3.1.2. Données d'orientation :</i>	24
<i>III.3.2. Le pré-diagnostic :</i>	24
<i>III.4. Aperçu générale sur le réseau d'assainissement existant :</i>	24
<i>III.5. Etat des regards existants :</i>	34
<i>III.6. Etat des boîtes de branchements :</i>	35
<i>III.7. Conclusion :</i>	36

Chapitre 04 : Calcul de base.

<i>IV.1. Introduction :</i>	37
<i>IV.2. Situation démographique :</i>	37
<i>IV.3. Découpage de la superficie urbanisée en surfaces élémentaires :</i>	37
<i>IV.4. Système d'évacuation des eaux :</i>	38
<i>IV.4.1. Le système unitaire :</i>	38
<i>IV.4.2. Le système séparatif :</i>	39
<i>IV.4.3. Le système pseudo-séparatif :</i>	41
<i>IV.4.4. Système mixte :</i>	41
<i>IV.4.5. Système autonome :</i>	41
<i>IV.4.6. Système composite :</i>	42
<i>IV.5. Le choix du système d'assainissement :</i>	42
<i>IV.6. Schéma d'évacuation des eaux :</i>	42
<i>IV.6.1. Schéma perpendiculaire :</i>	42
<i>IV.6.2. Schéma par déplacement latéral :</i>	43
<i>IV.6.3. Schéma transversal ou oblique :</i>	43
<i>IV.6.4. Schéma par zones étages :</i>	43
<i>IV.6.5. Schéma radiale :</i>	44

IV.6.6. Le choix du schéma d'évacuation :.....	44
IV.7. Coefficient de ruissellement :.....	44
IV.7.1. Méthode de détermination du coefficient de ruissellement :	44
IV.7.2. Estimation du coefficient de ruissellement pour chaque surface élémentaire:.....	46
IV.7.3. Calcul de la population de chaque surface élémentaire :.....	47
IV.7.4. Calcul du coefficient de ruissellement pondéré total :.....	48
IV.7.5. Calcul de la densité partielle :.....	48
IV.7.6. Calcul du nombre d'habitant de chaque surface élémentaire :.....	48
IV.8. Conclusion :	49

Chapitre 05 : Estimation des débits à évacuer.

V.1. Introduction :.....	50
V.2. Evaluation des débits des eaux usées :.....	50
V.2.1. Nature des eaux usées à évacuer :.....	50
V.2.2. Les eaux usées d'origine domestique :	50
V.2.3. Les eaux industrielles :.....	51
V.2.4. Eaux du service publique :	51
V.3. Evaluation des débits des eaux usées domestiques :	51
V.3.1. Evaluation du débit moyen journalier :.....	51
V.3.2. Débit de pointe :	52
V.4. Evaluation des débits d'eau pluviale :.....	54
V.4.1. La méthode rationnelle :	54
V.4.1.1. Critique de la méthode rationnelle :	54
V.4.2. Méthode superficielle (méthode de Caquot) :	55
V.4.2.1. Validité de la méthode superficielle :.....	56
V.4.2.2. Assemblage des surfaces à drainer en série ou en parallèle :	56
V.4.3. Choix de la méthode rationnelle :.....	56
V.5. Calcul des débits totaux pour chaque surface élémentaire :.....	57
V.6. Conclusion :.....	58

Chapitre 06 : Dimensionnement hydraulique du réseau D'Assainissement.

VI.1. Introduction :	59
VI.2. Conditions d'implantation des réseaux :.....	59
VI.3. Conditions d'écoulement et de dimensionnement :	59

VI.4. Mode de calcul :	60
VI.5. Le procédé de calcul :	60
VI.6. Les ouvrages principaux :	63
VI.6.1. Canalisation :	63
VI.6.2. Types de canalisation :	63
VI.6.3. Choix du type de canalisation à utiliser :	65
VI.6.4. Les joins des conduites en béton armé :	66
VI.6.5. Les regards :	67
VI.6.6. Déversoir d'orage :	68
VI.6.7. Dimensionnement de déversoir :	69
VI.7. Conclusion :	70

Chapitre 07 : Organisation du chantier.

VII.1. Introduction :	71
VII.2. Emplacement des canalisations dans la chaussée :	71
VII.3. Les taches principales des travaux :	71
VII.4. Stockage des matériaux :	72
VII.5. Chargement et transport :	72
VII.6. Le piquetage :	72
VII.7. Travaux de terrassement :	72
VII.7.1. Décapage :	72
VII.7.4. Le lit de sable :	74
VII.7.5. La pose des conduites :	74
VII.7.6. Assemblage des conduites :	74
VII.7.7. Remblaiement et compactage des tranchées :	74
VII.8. Les engins :	75
VII.9.1. Calcul des volumes :	76
VII.9. Conclusion :	78
Conclusion générale	79
Références bibliographiques :	80

Liste des tableaux:

<i>Tableau I-1 : Répartition mensuelle de la température</i>	4
<i>Tableau I-2 : Humidité moyenne annuelle (1996-2008)</i>	5
<i>Tableau I-3 : Répartition moyenne mensuelle de la vitesse du vent.</i>	6
<i>Tableau I-4 : Tableau 1.4 Répartition moyenne mensuelle de l'évaporation</i>	6
<i>Tableau II-1 : Identification de la station pluviométrique de BIRMANDREIS.</i>	9
<i>Tableau II-2 : La série pluviométrique (station de BIRMENDRIS) 1972-2012.</i>	9
<i>Tableau II-3 : Application du teste de WILCOXON aux Pjmax de la station de BIRMANDREIS.</i>	12
<i>Tableau II-4 : Résultats de l'application numérique.</i>	13
<i>Tableau II-5 : Les caractéristiques de la série pluviométrique.</i>	15
<i>Tableau II-6 : Résultats de l'ajustement à la loi de Gumbel.</i>	16
<i>Tableau II-7 : Résultat de l'ajustement à la loi Log-normale (Hyfran).</i>	17
<i>Tableau II-8 : Résultat de l'ajustement à la loi GEV (Hyfran).</i>	19
<i>Tableau II-9 : Test d'adéquation à la loi de Gumbel.</i>	21
<i>Tableau II-10 : Test d'adéquation à la loi de Galton.</i>	21
<i>Tableau III-1 : Linéaire des collecteurs en fonction du matériau [1]</i>	25
<i>Tableau III-2 Tableau : caractéristiques des collecteurs</i>	30
<i>Tableau III-3 : Nombre des regards existants.</i>	34
<i>Tableau III-4 : Pourcentage des regards existants.</i>	34
<i>Tableau IV.1. : Avantages et inconvénients du système unitaire.</i>	39
<i>Tableau IV.2. : Avantages et inconvénients du système séparatif.</i>	40
<i>Tableau IV.3. : Valeurs du coefficient de ruissellement en fonction du type d'occupation du sol.</i>	45
<i>Tableau IV.4. : Valeurs du coefficient de ruissellement en fonction de la catégorie d'urbanisation.</i>	45
<i>Tableau IV.5. : Valeurs du coefficient de ruissellement en fonction de la densité de population.</i>	45
<i>Tableau IV.6. : Valeurs du coefficient de ruissellement en fonction de la nature des surfaces.</i>	46
<i>Tableau IV.7. : Valeurs du coefficient de ruissellement pour chaque surface élémentaire</i>	47
<i>Tableau IV.8. : Répartition de la population pour chaque sous bassin.</i>	49
<i>Tableau V.1. : Evaluation des débits d'eaux usées des équipements.</i>	52

<i>Tableau V.2. : Evaluation des débits d'eaux usées domestiques.</i>	<i>53</i>
<i>Tableau V.3. : Détermination des paramètres équivalents dans le cas de l'assemblage surfaces élém. en série ou en parallèle. [2]</i>	<i>56</i>
<i>Tableau V.4. : Débit pluvial pour chaque surface élémentaire</i>	<i>57</i>
<i>Tableau V.5. : Débits totaux pour chaque surface élémentaire.....</i>	<i>58</i>
<i>Tableau VI.1. : Valeurs du Ks selon la nature des parois.[9].....</i>	<i>61</i>
<i>Tableau VI.2. : Epaisseurs minimales des parois des tuyaux en béton armé en fonction du diamètre [4].....</i>	<i>64</i>
<i>Tableau VII.1 : Coefficient de foisonnement.</i>	<i>77</i>
<i>Tableau VII.2. : détermination du devis quantitatif et estimatif du projet</i>	<i>78</i>

Liste des figures :

<i>Figure I-1 : Carte de la commune de Bab Ezzouar</i>	<i>Error! Bookmark not defined.</i>
<i>Source : Wikipédia</i>	<i>Error! Bookmark not defined.</i>
<i>Figure I-2 : Cité 08 mai 1945, Commune de Bab Ezzouar [1]</i> <i>Error! Bookmark not defined.</i>	
<i>Figure I-3 : Histogramme des températures mensuelles minimales, maximales et moyennes [1]</i>	<i>Error! Bookmark not defined.</i>
<i>Figure II-1 : Ajustement graphique à la loi de Gumbel</i>	16
<i>Figure II-2 : Ajustement graphique à la loi Log-normal</i>	18
<i>Figure II-3 : Ajustement graphique à la loi GEV</i>	19
<i>Figure III-1 : Réseau d'assainissement existant de la cité 8 mai 1945 [1]</i>	26
<i>Figure III-2 : Regards Envasées</i>	35
<i>Figure III-3 : regards sans écoulement et avec déblai</i>	35
<i>Figure IV-1 : Schéma représentatif des branchements dans le système unitaire.</i>	38
<i>Figure IV-2 : Schéma représentatif des branchements dans le système séparatif</i>	40
<i>Figure IV-3 : Schéma représentatif des branchements dans le système pseudo-séparatif.</i>	41
<i>Figure IV-4 : Schéma perpendiculaire</i>	42
<i>Figure IV-5 : Schéma par déplacement latéral.</i>	43
<i>Figure IV-6 : Schéma à collecteur transversal ou oblique.</i>	43
<i>Figure IV-7 : Schéma par zones étagées.</i>	43
<i>Figure IV-8 : Schéma radial.</i>	44
<i>Figure VI-1 : différents types de conduites</i>	66
<i>Figure VI-2 : deux types des bouches d'égout</i>	67
<i>Figure VII-1 : Coupe transversale de la tranchée</i>	73

Introduction générale

L'eau, essentielle à la vie elle joue un rôle crucial dans de nombreuses activités socio-économiques et récréatives. L'hydrologie étudie son cycle et ses interactions avec les milieux terrestre et atmosphérique, intervenant dans divers domaines tels que la planification et la gestion des ressources en eau (irrigation, production hydroélectrique, etc.) ainsi que la prévision des événements extrêmes tels que les inondations et les sécheresses.

Diverses techniques ont été développées pour exploiter, utiliser et évacuer l'eau. Des réseaux d'alimentation, de distribution et de rejet sont mis en œuvre pour une utilisation rationnelle et rigoureuse de cette ressource, avec des procédés visant à protéger la santé et l'environnement lors de son rejet après usage hors des agglomérations. L'assainissement urbain vise à collecter et à acheminer les eaux polluées, pluviales ou usées, tout en procédant au traitement de ces eaux avant leur rejet dans le milieu naturel.

Le choix du mode de rejet, du milieu récepteur et des techniques d'évacuation doit être établi de manière rigoureuse. La gestion et la maintenance des réseaux d'assainissement doivent être des tâches permanentes pour garantir le bon fonctionnement du réseau. En effet, les paramètres d'écoulement peuvent ne pas être vérifiés à tout moment, entraînant des problèmes potentiels d'évacuation. Dans de telles situations, des études d'expertise peuvent être lancées pour diagnostiquer les échecs et les anomalies du réseau.

Le réseau d'assainissement de la cité 08 mai 1945, mis en place depuis longtemps, fait face à des problèmes liés à la fiabilité de l'évacuation des eaux en raison de la croissance démographique. Initialement dimensionné pour un faible nombre d'habitants, le réseau connaît maintenant une augmentation rapide et significative de la population .C'est dans ce cadre que se situe notre problématique, qui se traduit par une étude de diagnostic dont le but est de déceler toutes les anomalies relatives au réseau d'assainissement de la Cité SORECAL au niveau des canalisations ainsi que leurs dimensions et aussi au niveau des boites branchements , commençant par la présentation de notre zone d'étude puis la détermination de l'intensité par une étude hydrologique puis une étude de diagnostic pour découvrir les défèrent anomalies dans le réseau existant puis la détermination des débits évacuées pour faire le dimensionnement du réseau projetée et faire le dimensionnement des différents ouvrages annexes et a la fin calculer le cout totale du projet .

Chapitre I

Présentation de la zone d'étude

*Chapitre 01**Présentation de l'agglomération***I.1. Introduction :**

Dans le cadre de la préparation du projet d'assainissement urbain de la cité 8 mai 1945 (anciennement SORECAL), ce chapitre est destiné à la collecte des données et des informations essentielles pour le dimensionnement et la conception des divers ouvrages hydrauliques constituant le système d'évacuation des effluents de natures diverses. Cette évacuation se fait soit vers le milieu naturel ou vers la station d'épuration.

I.2. Situation géographique de la commune de Bab Ezzouar :

Cette commune se trouve à environ 15 kilomètres à l'Est d'Alger, au sein de la plaine de la Mitidja, une région du nord de l'Algérie, à une altitude d'environ 15~30 mètres au-dessus du niveau de la mer. Elle est limitée :

- Au Nord par la commune de Bordj El Kiffan.
- A l'Est par la commune de Dar El Beida .
- A l'Ouest par la commune d'El Mohammadia.
- Au Sud par la commune d'Oued El SMAR.

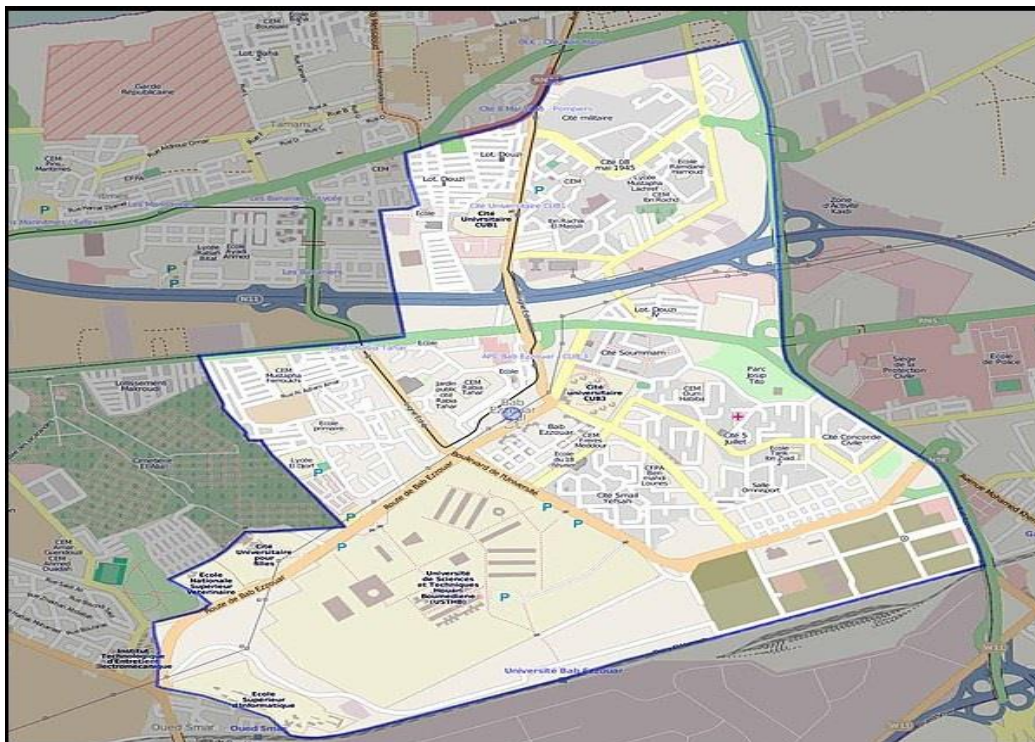


Figure I-1 : Carte de la commune de Bab Ezzouar [1]

Source : Wikipédia

Présentation de la cité du 08 mai 1945

La cité du 08 mai 1945 est située dans la commune de Bab Ezzouar et fait partie intégrante du périmètre urbain de l'agglomération chef-lieu. Il s'étend sur une superficie de 65 hectares.

Elle est limitée par :

- Au Sud, par la route nationale RN 11 (Rocade Nord)
- Au Nord par la route nationale RN 24
- A l'Est, par la route de l'aéroport
- A l'Ouest, par l'avenue Bougarra.



Figure I-2 : Cité 08 mai 1945, Commune de Bab Ezzouar [1]

I.3. Situation topographique :

La réalisation d'une étude topographique revêt une importance capitale dans la planification des réseaux d'assainissement, car le drainage des eaux se fait généralement par gravité, sauf en présence de relief nécessitant un système de relevage. La topographie de la ville du 8 mai 1945 se distingue par un relief peu accidenté, présentant des altitudes fluctuantes entre 33 et 18 mètres au-dessus du niveau de la mer, accompagnées de pentes douces oscillant entre 3 et 12,5 %. [1]

I.4. Sismicité :

La région d'investigation, située au-delà de la faille tectonique séparant l'Afrique de l'Europe, présente une instabilité géologique. Selon les informations du Centre National de Recherche Appliquée en Génie Parasismique (CGS), elle est classifiée en tant que zone II-b, indiquant une sismicité modérée avec une période de retour estimée entre 30 et 40 ans .

I.5.1. Climat :

La ville du 8 mai 1945 présente un climat méditerranéen semi-aride, marqué par des étés chauds et secs ainsi que des hivers doux et humides.

I.5.2. Température :

La température est un élément crucial à prendre en compte, étant donné son impact significatif sur la viscosité de l'eau.

Tableau I-1 : Répartition mensuelle de la température

Mois	Sep	Oct.	Nov.	Déc.	Jan	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Jui	Aout
T (min) en °C	17.6	14.1	10.1	7.1	5.7	5.2	6.9	8.5	12.9	16.3	18.8	20.5
T (max) en °C	29.4	26.1	20.9	18.3	17.5	17.8	20.1	21.7	25.3	28.7	31.4	32.5
T (moy) en °C	23.5	20.1	15.5	12.7	11.6	11.5	13.5	15.1	19.1	22.5	25.1	26.5

Source : ANRH de Blida

Les températures sont relativement élevées pendant la saison estivale. En moyenne, la température du mois d'août, le plus chaud, atteint 26,5 °C, tandis que le mois de février, le plus froid, atteint 5.2°C, et une moyenne de 11,5 °C

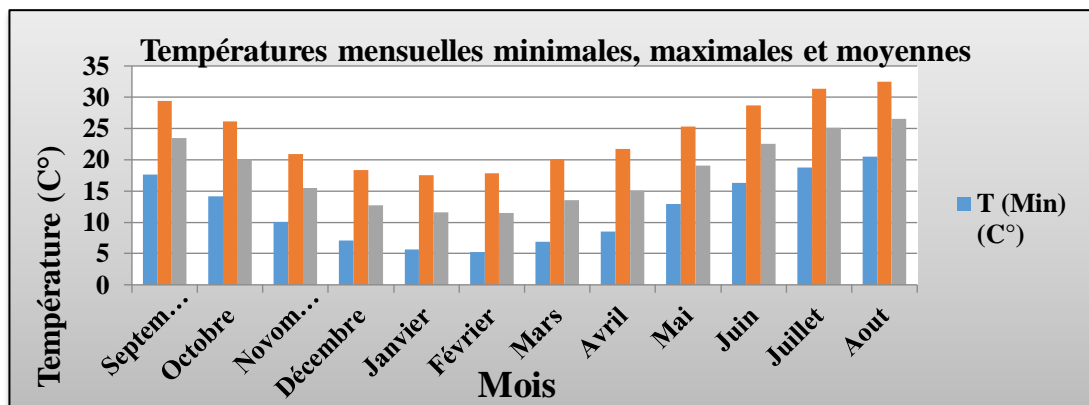


Figure I-3 : Histogramme des températures mensuelles minimales, maximales et moyennes[1]

I.5.3. La pluviométrie :

D'après les informations provenant de la station de BIRMANDREIS, il est observé que les précipitations sont souvent irrégulières et parfois torrentielles. La pluviométrie maximale journalière moyenne de la région d'étude sur la période de 1972 à 2012 est de 57,86 mm, avec un minimum de 26,8 mm et un maximum de 136,6 mm .

I.5.4. Humidité :

L'humidité relative, également appelée état hydrométrique, représente le pourcentage de la tension de vapeur maximale par rapport à la température mesurée. Son évaluation s'effectue au moyen d'un hygromètre, également désigné sous le nom d'humidimètre .

Le tableau ci-dessous représente l'humidité relative moyenne annuelle de la station la plus proche de la zone d'étude.

Tableau I-2 : Humidité moyenne annuelle (1996-2008)

Années	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Humidité (en %)	75	73	75	73	73	75	76	77	78	77	75	77	76

Source : ANRH de Blida

I.5.5. Vent :

Le vent oscille entre 2,8 m/s et 3,8 m/s, avec une vitesse moyenne mensuelle équivalente à 3,34 m/s.

Tableau I-3 : Répartition moyenne mensuelle de la vitesse du vent.

Mois	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	juin	Juil.	Aout
Vitesse du vent (m/s)	3	2.8	3	3.8	3.6	3.6	3.3	3.4	3.4	3.4	3.3	3.5

Source : ANRH de Blida

I.5.6. Evaporation :

La compréhension de l'évaporation revêt une importance significative dans les analyses du bilan hydrique ou dans l'évaluation des ressources en eau.

Le tableau ci-dessous représente la variation de l'évaporation annuelle en millimètre, mesurée sous abri dans la station la plus proche de la zone d'étude.

Tableau I-4 :Tableau 1.4 Répartition moyenne mensuelle de l'évaporation

Années	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Evap. (en mm)	1255.4	1395.4	1157	1255.2	1258.6	967.1	847.7	871.2	829.5	786.7	821.7	712.9

Source : ANRH de Blida

I.5. Situation hydraulique :

I.6.1. Assainissement :

Le système d'assainissement actuel est de type unitaire, où les eaux usées et pluviales convergent vers un seul collecteur. Les collecteurs sont en PVC et en béton armé de diamètres variant entre 300 et 1500 mm . Les regards sont de type simple pour raccordement et ventilation. Vu l'état du relief, il n'existe pas de regards de chute et non plus de déversoir d'orage . le rejet se résume en un raccordement vers un gros collecteur .

Le réseau actuel comprend deux parties: La première concerne les secteurs internes de la cité, où la plupart des bâtiments sont directement raccordés à cette portion du réseau. La deuxième partie englobe le réseau situé le long des principales voies de la cité. L'état de ce réseau sera examiné suite à un diagnostic. [1]

I.6.2. Alimentation en eau potable :

La cité est alimentée en eau potable à partir de la station de traitement d'eau potable desservie par le barrage de Douera, dont la capacité est de 87 000 000 m³. Par ailleurs, elle reçoit également de l'eau potable provenant de la station de dessalement d'eau de mer d'El HAMMA, produisant 200 000 m³ d'eau potable par jour, avec une allocation de 200 litres par habitant et par jour, au moyen d' un réseau maillé. [1]

I.6. Conclusion :

L'objectif de ce chapitre consiste à collecter et de présenter autant de données et d'informations que possible, afin de les utiliser dans l'élaboration des différents chapitres qui composent le projet d'assainissement de la cité 8 mai 1945. Ces données seront ultérieurement exploitées pour établir le diagnostic du système d'assainissement existant.

Chapitre II

Etude hydrologique et climatologique

Chapitre 02 :
L'étude hydrologique

II.1. Introduction :

L'hydrologie représente une science pluridisciplinaire qui, en plus de l'hydraulique, mobilise des connaissances en sciences physiques (météorologie, physique du globe...), en sciences naturelles (géologie, géomorphologie...), en mathématiques (statistique, calcul opérationnel, informatique...) et en technologie (appareils de mesure, télédétection...).

Actuellement, l'hydrologie est devenue une discipline fondamentale pour les ingénieurs impliqués dans l'exploitation et le contrôle des eaux naturelles. Des études hydrologiques approfondies ou modérées sont essentielles pour la mise en œuvre de projets tels que les centrales hydroélectriques, les réseaux de distribution d'eau, les mesures de protection contre les crues, les initiatives d'assainissement, de drainage, d'irrigation, de construction de barrages et de navigation fluviale.

Les averses :

Ce sont des pluies subites ; abondantes et généralement de courte durée , varient entre quelques minutes et plusieurs dizaines d'heures . Les averses sont caractérisées par un volume important et une forte intensité de pluie . [3]

Choix de la période de retour :

La pluviométrie consiste une donnée essentielle du coût du réseau (estimation de débit de ruissellement) . Il est donc inévitable d'accepter des insuffisances occasionnelles pour les ouvrages du réseau et d'en mesurer les conséquences . La période de retour de 10 ans est généralement adoptée pour l'assainissement urbain . [3]

Déterminations de l'intensité moyenne de précipitations :

Avant de mettre toutes les données pluviométriques, on procède au calcul de l'intensité moyenne de précipitations pour une durée « T » et une fréquence « F » donc il faut :

- Analyser les données pluviométriques et faire le choix du type de la loi 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 . [2]

$$I_m = \frac{\Delta h}{\Delta t}$$

II.2. La série des données pluviométriques :

L'évaluation des précipitations repose sur les relevés effectués dans diverses stations réparties sur une surface topographique définie. La zone d'influence du pluviomètre, déterminée par la densité du réseau, représente la région où la pluie tombe tout autour de la station en question. [4]

La station de BIRMANDREIS est sélectionnée comme station de référence, et ses caractéristiques sont détaillées dans le tableau ci-dessous :

Tableau II-1 : Identification de la station pluviométrique de BIRMANDREIS.

Nom	Code	Coordonnées		Période d'observation
BIRMANDREIS	020509	X (Km)	531.1	1951 – 2010 (50 ans)
		Y (Km)	382.8	
		Z (m)	140	

Source : ANRH

La station en question propose une série temporelle des précipitations maximales journalières, couvrant une période d'observation de 50 ans, de 1951 à 2010. Les données de cette série sont exposées dans le tableau suivant (Tableau II-2) :

Tableau II-2 : La série pluviométrique (station de BIRMENDRIS) 1972-2012

N°	Année	P max , j	N°	Année	P max , j
1	1951	61.5	26	1986	64
2	1952	48.9	27	1987	45.2
3	1953	135.2	28	1988	75
4	1956	27.5	29	1989	58
5	1957	108.3	30	1990	30.5
6	1958	77.8	31	1991	55.4
7	1959	74	32	1992	69.4
8	1960	44.8	33	1993	69
9	1963	85.5	34	1994	45.4
10	1964	104.5	35	1995	75.3
11	1968	53.9	36	1996	57.2
12	1969	106.5	37	1997	58.7
13	1970	86.4	38	1998	38.6
14	1972	136	39	1999	64.5
15	1973	94.6	40	2000	47.7
16	1974	57.4	41	2001	125
17	1975	57.9	42	2002	45
18	1976	46.8	43	2003	62.7
19	1977	58.4	44	2004	67.8
20	1978	87	45	2005	79.7
21	1979	56	46	2006	45
22	1980	41.2	47	2007	71
23	1981	57.1	48	2008	34.8
24	1984	115	49	2009	53.6
25	1985	38.1	50	2010	41.5

II.3. Homogénéisation des données :

Afin de pouvoir appliquer une loi statistique à une série de données, il est impératif que cette série soit homogène, signifiant que tous les éléments qui la composent proviennent de la même population.

Pour évaluer l'homogénéité de notre série pluviométrique, nous allons recourir au test de **WILCOXON**. Ce test, non paramétrique, utilise la série des rangs des observations plutôt que la série de leurs valeurs.

- **Principe et procédé de test :**

- On divise notre série pluviométrique en deux sous échantillons X et Y ayant pour taille respective N_1, N_2 avec $N_1 < N_2$.
- On classe notre série par ordre croissant en associant un rang à chaque valeur.
- On calcule :

$$W_{Min} = \frac{(N_1 + N_2 + 1) * N_1}{2} - U_{1-\frac{\alpha}{2}} \sqrt{\frac{N_1 * N_2 * (N_1 + N_2 + 1)}{12}}$$

Avec :

- α : C'est la probabilité de rejeter l'hypothèse qu'une certaine loi de répartition s'ajuste a notre échantillon, on prendra $\alpha = 0,05$.
- $U_{1-\frac{\alpha}{2}}$: C'est la variable centrée réduite de Gausse (Loi Normale) correspondant à une probabilité de $(1 - \frac{\alpha}{2})$ au seuil de confiance de 95%.

- On vérifie l'inégalité : $W_{Min} < W_X < W_{Max}$

D'où :

- $W_{Max} = [(N_1 + N_2 + 1) * N_1] - W_{Min}$
- $W_X = \sum rang (X) [3]$

Application du teste de **WILCOXON** a notre série d'observation est donnée par le Tableau (Tableau II-03) ci-dessous :

Tableau II-3 : Application du teste de WILCOXON aux Pjmax de la station de BIRMANDREIS

Année	Pjmax	X	Y	X u Y	Rang	Origine
1951	61,5	61,5	57,1	27,5	1	X
1952	48,9	48,9	115	30,5	2	Y
1953	135,2	135,2	38,1	34,8	3	Y
1956	27,5	27,5	64	38,1	4	Y
1957	108,3	108,3	45,2	38,6	5	Y
1958	77,8	77,8	75	41,2	6	X
1959	74	74	58	41,5	7	Y
1960	44,8	44,8	30,5	44,8	8	X
1963	85,5	85,5	55,4	45	9	Y
1964	104,5	104,5	69,4	45	10	Y
1968	53,9	53,9	69	45,2	11	Y
1969	106,5	106,5	45,4	45,4	12	Y
1970	86,4	86,4	75,3	46,8	13	X
1972	136	136	57,2	47,7	14	Y
1973	94,6	94,6	58,7	48,9	15	X
1974	57,4	57,4	38,6	53,6	16	Y
1975	57,9	57,9	64,5	53,9	17	X
1976	46,8	46,8	47,7	55,4	18	Y
1977	58,4	58,4	125	56	19	X
1978	87	87	45	57,1	20	Y
1979	56	56	62,7	57,2	21	Y
1980	41,2	41,2	67,8	57,4	22	X
1981	57,1		79,7	57,9	23	X
1984	115		45	58	24	Y
1985	38,1		71	58,4	25	Y
1986	64		34,8	58,7	26	Y
1987	45,2		53,6	61,5	27	X

1988	75		41,5	62,7	28	Y
1989	58			64	29	Y
1990	30,5			64,5	30	Y
1991	55,4			67,8	31	Y
1992	69,4			69	32	Y
1993	69			69,4	33	Y
1994	45,4			71	34	Y
1995	75,3			74	35	X
1996	57,2			75	36	Y
1997	58,7			75,3	37	Y
1998	38,6			77,8	38	X
1999	64,5			79,7	39	Y
2000	47,7			85,5	40	X
2001	125			86,4	41	X
2002	45			87	42	X
2003	62,7			94,6	43	X
2004	67,8			104,5	44	X
2005	79,7			106,5	45	X
2006	45			108,3	46	X
2007	71			115	47	Y
2008	34,8			125	48	Y
2009	53,6			135,2	49	X
2010	41,5			136	50	X

Application numérique :

Tableau II-4 : Résultats de l'application numérique.

N1	22
N2	28
$U_{(1-\frac{\alpha}{2})} = U(0,975)$	1.96 (variable tirée de la table de Gauss)
W_X	624
W_{Min}	486.93
W_{Max}	635.07

Donc :

$$W_{Min} = 486,93 < W_X = 624 < W_{Max} = 635,07$$

- **Interprétation :** Selon les conclusions tirées des résultats du test de la médiane (voir tableau II-3), on peut affirmer que la série des pluies maximales journalières de BIRMENDRIS est homogène.

II.4. Etude des précipitations maximales journalières :

L'évaluation des valeurs extrêmes ou des quantiles implique une adaptation statistique à une loi de probabilité. Ainsi, il est nécessaire de réaliser un ajustement approprié à une loi théorique pour la série des pluies maximales journalières afin de déterminer les intensités de pluie les plus extrêmes et d'estimer le débit de crue. Les principales étapes de cette étude sont les suivantes :

- Classer la série des P_{jmax} par ordre croissant.
- Calculer la fréquence expérimentale $F(x)$ (non dépassement).
- Calculer les caractéristiques empiriques de la série.
- Ajuster la série graphiquement.
- Déterminer les quantiles et leurs intervalles de confiance.
- Calculer les averses et les intensités de courte durée . [4]

II.4.1. Caractéristiques empiriques de la série :

- La moyenne $\overline{P_{max,j}}$:

Avec $N= 50$, la moyenne interannuelle des précipitations maximales journalières est :

$$\overline{P_{max,j}} = \frac{\sum_{i=1}^N P_{max,j}}{N} = 66.8 \text{ mm}$$

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

Pour $N= 50$

$$\sigma_{P_{max,j}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (P_{max,j} - \overline{P_{max,j}})^2}{N}} = 26.3 \text{ mm}$$

- Coefficient de variation « C_v » :

$$C_v = \frac{\sigma_{P_{\max,j}}}{P_{\max,j}} = 0.393$$

Tableau II-5 : Les caractéristiques de la série pluviométrique.

Nombre d'années d'observation	50
Valeur maximale (mm)	136
Valeur minimale (mm)	27.5
Médiane (mm)	58.5
Moyenne (mm)	66.8
Ecart-type (mm)	26.5
Coefficient de variation	0.393

II.4.2. Ajustement de la série :

L'efficacité d'une méthode d'estimation dépend de la loi de probabilité, de la taille de l'échantillon et de ses caractéristiques. De nombreuses études comparatives, à la fois empiriques et théoriques, ont été menées pour déterminer dans quelles circonstances une loi donnée est la plus efficace.

Pour faciliter le processus, l'ajustement sera réalisé à l'aide du logiciel "HYFRAN" en utilisant trois lois spécifiques : la loi de GUMBEL, la loi de Galton (log normale) et la loi GEV.

II.4.2.1. Ajustement à la loi de GUMBEL :

La fonction de répartition de la loi de GUMBEL :

- La fonction de répartition de la loi de GUMBEL :

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

Sachant que « y » est la variable réduite de la loi de GUMBEL :

$$y = \frac{x - x_0}{\alpha} = -\ln[-\ln(F(x))]$$

Avec :

- x : variable étudiée ($P_{\max,j}$) ; x_0 : paramètre de position (ordonnée à l'origine).
- α : paramètre de l'échelle ($\alpha > 0$) appelé aussi « gradex ». [2]

- L'expression de quantile est alors :

$$x = \alpha y + x_0$$

- Les paramètres de la loi de GUMBEL, par la méthode du maximum de vraisemblance :

$$\alpha = 16.55 \quad ; \quad x_0 = 53.13 \text{ mm}$$

Tableau II-6 : Résultats de l'ajustement à la loi de GUMBEL.

Période de retour T (ans)	Fréquence au non dépassement q	Valeur théorique X _T (mm)	Ecart-type	Intervalle de confiance
100	0.99	129	10.9	108-150
50	0.98	118	9.45	99.2-136
20	0.95	102	7.58	87.4-117
10	0.90	90.4	6.18	78.3-102
5	0.80	78.0	4.80	68.5-87.4

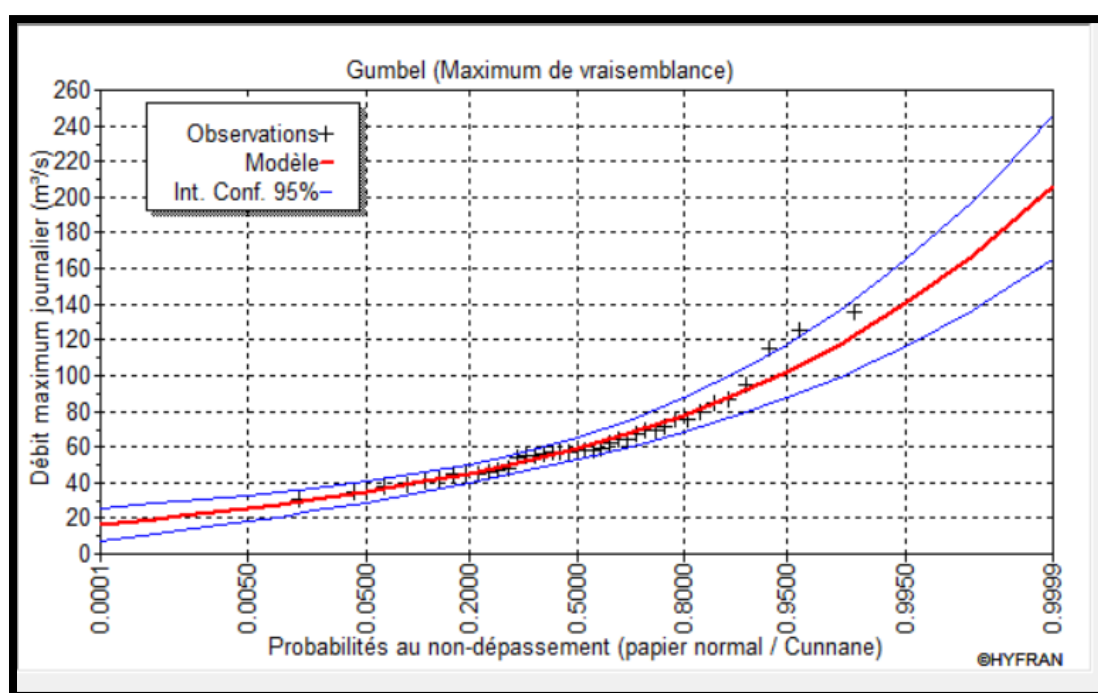


Figure II-1 : Ajustement graphique à la loi de GUMBEL :

II.4.2.2. Ajustement à la loi de Galton (log normale) :

- La fonction de répartition de la loi Log-normale :

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

Sachant que « u » est la variable centrée réduite de Gauss :

$$u = \frac{\ln(x) - \overline{\ln(x)}}{\sigma_{\ln(x)}}$$

Avec :

- x : variable étudiée (P_{max,j}).
- $\overline{\ln(x)}$: la moyenne des logarithmes de la variable x

- $\sigma_{\ln(x)}$: l'écart-type des logarithmes de la variable x.

▪ L'expression de quantile est alors :

$$\ln(x) = u \sigma_{\ln(x)} + \overline{\ln(x)}$$

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

$$\sigma_{\ln(x)} = \mathbf{0.34} \quad ; \quad \overline{\ln(x)} = \mathbf{4.09}$$

▪ Résultats de l'ajustement à la loi de Galton :

Tableau II-7 : Résultat de l'ajustement à la loi Log-normale (HYFRAN).

Période de retour T (ans)	Fréquence au non dépassement q	Valeur théorique X _T (mm)	Ecart-type	Intervalle de confiance
100	0.99	130	13.6	104-157
50	0.98	119	11.4	96.6-141
20	0.95	104	8.61	86.8-121
10	0.90	91.7	6.69	78.6-105
5	0.80	79.1	4.97	69.4-88.9

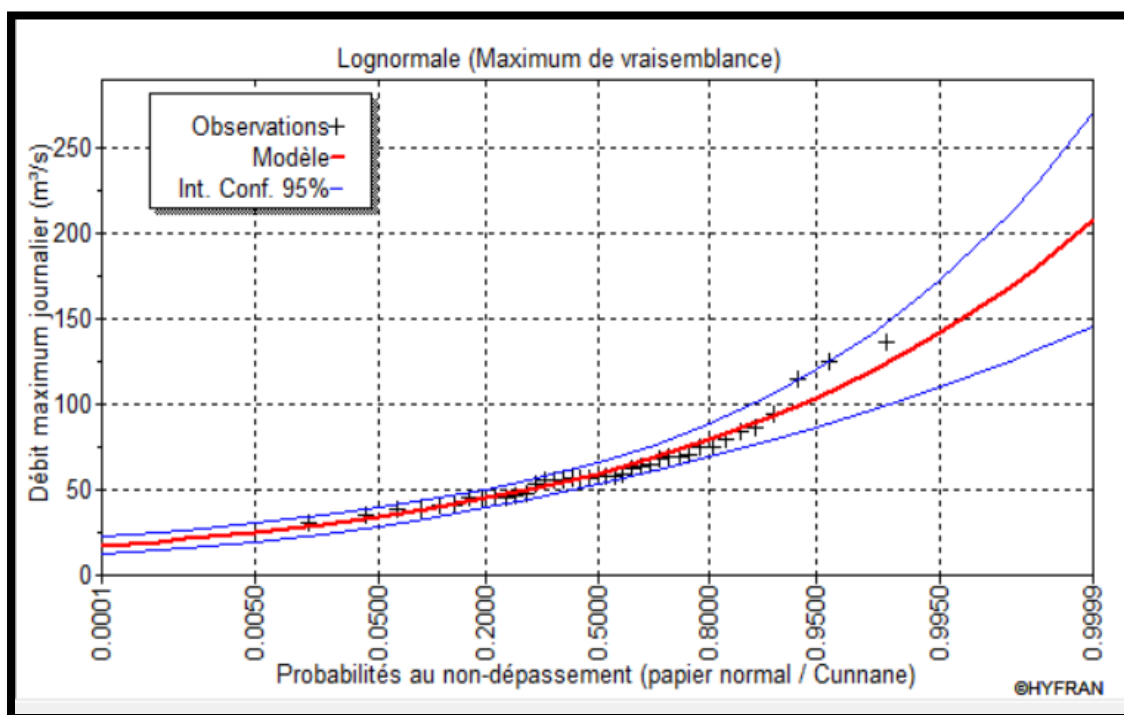


Figure II-2 : Ajustement graphique à la loi Log-normal

II.4.2.3. Ajustement à la loi GEV :

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

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

Sachant que « y » est la variable réduite :

$$y = -\frac{1}{k} \ln \left[1 - \frac{k}{\alpha} (x - u) \right]$$

Avec :

- x : variable étudiée ($P_{\max,j}$).
- u : paramètre de position
- α : paramètre de dispersion ($\alpha > 0$).
- k : paramètre de forme appelé indice des valeurs extrêmes.

L'expression de quantile est alors :

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

- Les paramètres de la loi par la méthode du maximum de vraisemblance :
 $u = 52.27 \text{ mm}$; $\alpha = 15.44$; $k = 0.118752$
- Résultats de l'ajustement à la loi d'extrémum généralisé :

Tableau II-8 : Résultat de l'ajustement à la loi GEV (HYFRAN).

Période de retour T (ans)	Fréquence au non dépassement q	Valeur théorique X_T (mm)	Ecart-type	Intervalle de confiance
100	0.99	147	29.7	88.5-205
50	0.98	129	20.9	87.9-170
20	0.95	107	12.4	82.9-132
10	0.90	92.1	8.14	76.1-108
5	0.80	77.6	5.34	67.1-88.1

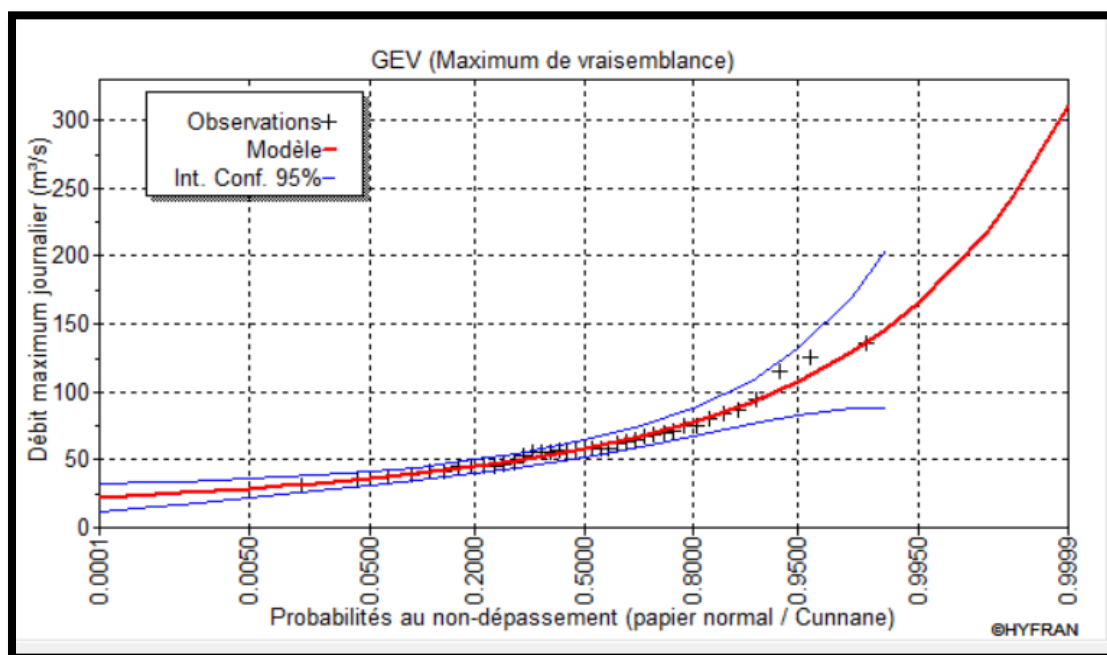


Figure II-3 : Ajustement graphique à la loi GEV

II.4.3. Choix de l'ajustement adopté :

Il est essentiel de sélectionner la loi d'ajustement à utiliser dans la poursuite du travail, et pour ce faire, il est nécessaire de procéder à une série de tests afin de déterminer la loi la plus appropriée.

II.4.4. Le test d'adéquation :

L'objectif de ce test est de vérifier si la loi d'ajustement est appropriée pour l'échantillon. Il existe plusieurs tests d'adéquation, et nous allons appliquer le test du Chi carré, dont le principe est le suivant :

Comme critère de comparaison, la variable X^2 est utilisée avec un risque α de 5% et un nombre de degrés de liberté $= k - 1 - m$

Avec :

- K : nombre de classes
- m : nombre de paramètres de la loi

$$X_{cal}^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(n_i - u_i)^2}{u_i}$$

Ou :

- n_i : nombre d'observation contenue de classe i
- u_i : nombre d'observation théorique calculés dans la classe i
- ce nombre doit être supérieur ou égale à 5 .
- X^2 : est une variable aléatoire qui peut varier entre 0 et ∞ .

On formule l'hypothèse nulle H_0 comme suit : la loi de distribution de fréquence théorique P ajuste la courbe ou la droite expérimentale F ?

$H_0 : P = F$ contre $H_1 : F \neq P$

Pour que $P = F$ soit vérifiée, il faut que :

$\chi^2_{\text{calculée}} < \chi^2_{\text{théorique}}$ soit

Une autre interprétation du $\chi^2_{\text{calculée}}$ peut être faite :

Si, $\chi^2_{\text{calculée}} = 0$: c'est-à-dire si le nombre de valeurs observées est égale au nombre de valeurs théorique, l'ajustement est parfait et la loi théorique suit exactement la répartition des fréquences.

Si, $P(\chi^2_{\text{calculée}}) > 5\%$: l'ajustement est considéré

Si, $P(\chi^2_{\text{calculée}}) < 1\%$: l'ajustement est à rejeter, la loi considérée n'est pas adéquate.

Si, $1\% < P(\chi^2_{\text{calculée}}) < 5\%$, on ne peut rien conclure, il faut refaire le calcul en modifiant le nombre de classes. [2]

Le logiciel HYFRAN nous permet de faire l'adéquation et nous donne le résultat final :

- **Loi de GUMBEL :**

Tableau II-9 : Test d'adéquation à la loi de GUMBEL.

Résultats	
Résultat de la statique	$\chi^2 = 15.77$
p-value	$P = 0.0075$
Degrés de liberté	5
Nombre de classes	8

Nous pouvons accepter H_0 pour un niveau de signification de 5%, donc la loi de GUMBEL est adéquate.

- **Loi de GALTON :**

Tableau II-10 : Test d'adéquation à la loi de Galton.

Résultats	
Résultat de la statique	$\chi^2 = 9.21$
p-value	$P = 0.1012$
Degrés de liberté	5
Nombre de classes	8

- Nous pouvons valider H0 à un niveau de signification de 5%, ce qui indique que la loi de Galton est appropriée.

En examinant les deux graphiques, on constate que la série de pluies maximales journalières s'ajuste bien aux deux lois, mais l'intervalle de confiance de la loi Log-Normale est plus précis que celui de la loi de GUMBEL.

Pour le dimensionnement de notre futur réseau d'eaux pluviales, nous utiliserons une pluie d'intensité "i", et donc nous choisirons la loi Log-Normale pour calculer cette intensité.

II.4.5. Calcul de l'intensité de pluie de durée de 15 minutes et de période de retour de 10 ans par la formule de MONTANARI :

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

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

Avec :

- $I_{24(p\%)}$: Intensité moyenne de précipitation pour une journée de fréquence (p%) donnée .
- t : durée de l'avers en heure , t = 15 min , pour une période de retour de 10 ans .
- b : exposant climatique de la région donnée par l'ANRH d'Alger , b= 0.37

d'où :

$$I_{15\text{min},10\%} = \frac{91.7}{24} * \left(\frac{0.25}{24}\right)^{0.37-1} = \mathbf{67.76 \text{ mm/h}}$$

$$I_{15\text{min},10\%} = \mathbf{67.76 \text{ mm/h}}$$

$$i_{15\text{min},10\%} = \frac{67.76 \times 10000}{3600} = \mathbf{188.22 \text{ L/s/ha}}$$

Avec : $\frac{10000}{3600}$ est le terme de conversion du (mm/h) en (L/s/ha)

II.5. Conclusion :

L'analyse hydrologique nous a permis de calculer l'intensité moyenne maximale en se basant sur les résultats issus de l'ajustement de la série pluviométrique à la loi de Galton, où l'on a :

$$\mathbf{i = 188.22 \text{ L/s/h}}$$

Chapitre III

Diagnostic du réseau d'assainissement existant

*Chapitre 03 :**Diagnostic du système d'assainissement existant***III.1. Introduction :**

L'objectif de l'étude du diagnostic en assainissement est d'acquérir une compréhension approfondie de l'état et du fonctionnement des réseaux et des ouvrages hydrauliques, en vue de les réhabiliter, les restructurer et anticiper les extensions nécessaires au développement urbain. Ce chapitre vise donc à identifier les problèmes et les anomalies du système d'assainissement, ainsi qu'à déterminer les zones présentant des insuffisances en vue de planifier des travaux d'aménagement, d'entretien et de réhabilitation.

III.2. Objectif de l'étude du diagnostic :

Il s'agit d'approfondir la réflexion sur les aspects suivants :

- Évaluer la sensibilité des milieux récepteurs et l'impact des pollutions urbaines (déversements non raccordés, exfiltrations, rejets directs) afin de réduire la fréquence des déversements ou d'éliminer tout risque dans les zones sensibles.
- Analyser l'état et le fonctionnement du système d'assainissement pour mettre en lumière son mode de fonctionnement.
- Évaluer les besoins actuels en termes d'évacuation des eaux usées et pluviales afin d'ajuster progressivement l'offre de transit proposée par les réseaux en fonction de la demande des usagers et des industriels raccordés (flux en temps sec) ainsi que des événements pluviaux (déversements).
- Évaluer les performances du système d'épuration pour juger de la capacité des installations à répondre aux nouvelles exigences et directives administratives, en visant des améliorations visant des rendements élevés.[4]

III.3. Phases principales d'une étude du diagnostic :

La procédure à suivre implique l'application, de manière plus ou moins détaillée, de toutes les techniques d'études disponibles, en utilisant une méthodologie comprenant principalement :

III.3.1. Collecte et exploitation de données :

La collecte des données nécessite initialement la mise en place d'un scénario d'interventions sur le terrain, comprenant la prise de connaissances et les visites d'ouvrages.[3]

III.3.1.1. Données de base :

Elles englobent l'ensemble des données nécessaires à un diagnostic approfondi. Les données de base sont définies comme suit : Données relatives à la collecte :

- Le nombre d'habitants pour chaque surface élémentaire et leur consommation en eau potable.

- La surface totale drainée de chaque surface élémentaire et ses caractéristiques (degré d'imperméabilisation, intensité de pluie et pente).
- Données relatives au réseau et à ses ouvrages annexes (collecteurs, station de relevage, déversoir d'orage, etc.).
- Données relatives au traitement :
- Bilan de traitement.

III.3.1.2. Données d'orientation :

Elles concernent les répercussions potentielles des divers dysfonctionnements sur les structures bâties et les réseaux avoisinants, les perturbations des activités en surface, ainsi que la pollution d'une nappe, par exemple. Elles sont catégorisées comme des données d'orientation, car elles servent à définir les endroits et les types de pré-diagnostic à instaurer.[3]

III.3.2. Le pré-diagnostic :

À cette étape, après la collecte des données, il convient de réaliser un examen du réseau d'assainissement et des ouvrages, tout en effectuant une mise à jour des plans et de la cartographie du patrimoine.

Ce pré-diagnostic vise à identifier les points faibles du système d'assainissement et à évaluer la sensibilité des milieux récepteurs.

III.4. Aperçu général sur le réseau d'assainissement existant :

Le réseau d'assainissement actuel est subdivisé en deux parties. La première concerne l'intérieur de la cité, où la plupart des bâtiments sont directement raccordés à cette section du réseau d'assainissement. Cette partie du réseau présente plusieurs problèmes, notamment des problèmes d'envasement et de dépôt au niveau des regards aussi des tronçons de collecteurs passent sous les murs de clôture des cités[1]

➤ Le réseau d'assainissement de cette partie est caractérisé par :

- Des collecteurs en béton comprimé de diamètre de Ø300 et Ø400 mm
- Des collecteurs PVC de diamètre de Ø300 et Ø400 mm
- Des collecteurs en béton armé de diamètre de Ø500 et Ø600 mm[1]
- La deuxième partie contient le réseau qui est situé au niveau des voies principales de la cité.

➤ Ce réseau est caractérisé par :

- Des collecteurs en béton comprimé de diamètre Ø400 mm
- Des collecteurs en béton armé de diamètre variant entre Ø500 et Ø1500 mm.
- Les eaux usées et pluviales de la partie Nord sont acheminées vers un collecteur de Ø1500 mm situé sur le boulevard Saal Bouzid.
- Les eaux usées et pluviales de la partie Sud sont acheminées vers ce collecteur qui passe à côté de cette partie de la cité.

En général, ce réseau est composé de collecteurs circulaires de diamètres variant entre 300 et

1500mm sur une longueur totale de : 12248 m .[1]

Tableau III-1 : Linéaire des collecteurs en fonction du matériau [1]

Désignation	PVC	BETO N
Linéaire du collecteur Ø200 (ml)	/	293
Linéaire du collecteur Ø300 (ml)	842	4411
Linéaire du collecteur Ø400 (ml)	783	2124
Linéaire du collecteur Ø500 (ml)	/	945
Linéaire du collecteur Ø600 (ml)	/	867
Linéaire du collecteur Ø800 (ml)	/	1382
Linéaire du collecteur Ø1000 (ml)	/	602
Linéaire du collecteur Ø1500 (ml)	/	1057
Total linéaire des collecteurs selon le matériau (ml)	1625	10623
Total linéaire de tous les collecteurs existants (ml)	12248	



Figure III-1 : Réseau d'assainissement existant de la cité 8 mai 1945 [1]

Etat des collecteurs :

La connaissance de l'état des collecteurs est une étape primordiale dans l'étude de diagnostic, les tableaux suivants nous montrent leurs caractéristiques :

Collecteur N° 01 :

Surfaces élémentaires	Tronçon	Forme	Diamètre (mm)	Matériau	Longueur (m)
N° 05+06+07	R134-R135	Circulaire	400	Béton	36.83
	R135-R136	Circulaire	400	Béton	45.78
	R136-R137	Circulaire	1000	Béton	27.20
	R137-R138	Circulaire	1000	Béton	33.46
	R138-R139	Circulaire	1000	Béton	47.42
	R139-R140	Circulaire	1000	Béton	45.99
	R140-R141	Circulaire	1000	Béton	29.87
	R141-R142	Circulaire	1000	Béton	20.69
	R142-R143	Circulaire	1000	Béton	27.50
	R143-Rp	Circulaire	1000	Béton	26.64

Collecteur N° 02 :

Surfaces élémentaire	Tronçon	Forme	Diamètre (mm)	Matériau	Longueur (mm)
N° 08	R190-R189	Circulaire	400	Béton	14.59
	R189-R188	Circulaire	500	Béton	41.69
	R188-R187	Circulaire	500	Béton	61.49
	R187-R177	Circulaire	800	Béton	15.75
	R177-R178	Circulaire	800	Béton	13.66
	R178-R179	Circulaire	800	Béton	4.11
	R179-R225	Circulaire	800	Béton	26.25
	R225-R226	Circulaire	800	Béton	16.34
	R226-R228	Circulaire	800	Béton	40.43

Collecteur N° 03 :

Surface élémentaire	Tronçon	Forme	Diamètre (mm)	Matériau	Longueur (mm)
N° 11 + 18	R291-R292	Circulaire	800	Béton armé	58.71
	R292-R293	Circulaire	800	Béton armé	29.29
	R293-Rp	Circulaire	800	Béton armé	58.11
	Rp-R294	Circulaire	800	Béton armé	16.78
	R294-R295	Circulaire	800	Béton armé	16.90
	R295-R299	Circulaire	800	Béton armé	6.84
	R299-R300	Circulaire	800	Béton armé	68.76
	R300-R350	Circulaire	800	Béton armé	102.58

Collecteur N° 04 :

Surface élémentaire	Tronçon	Forme	Diamètre (mm)	Matériau	Longueur (mm)
N° 12+08	R315-R318	Circulaire	300	Béton armé	38.14
	R318-R319	Circulaire	300	Béton armé	15.74
	R319-R320	Circulaire	300	Béton armé	31.34
	R320-R321	Circulaire	300	Béton armé	21.46
	R321-R335	Circulaire	600	Béton armé	65.36
	R335-R336	Circulaire	600	Béton armé	17.26
	R336-R337	Circulaire	600	Béton armé	17.62
	R337-R338	Circulaire	600	Béton armé	16.33

Collecteur N° 05 :

Surface élémentaire	Tronçon	Forme	Diamètre (mm)	Matériau	Longueur (mm)
N° 07+04+03 +02	R483-R463	Circulaire	1500	Béton armé	138.22
	R463-R8	Circulaire	1500	Béton armé	42.60
	R8-R9	Circulaire	1500	Béton armé	39.80
	R9-R10	Circulaire	1500	Béton armé	35.92
	R10-R493	Circulaire	1500	Béton armé	49.03
	R493-R500	Circulaire	1500	Béton armé	102.21
	R500-R501	Circulaire	1500	Béton armé	37.04
	R501-R503	Circulaire	1500	Béton armé	39.61
	R503-R506	Circulaire	1500	Béton armé	40.30
	R506-R507	Circulaire	1500	Béton armé	25.26
	R507-R511	Circulaire	1500	Béton armé	153.78

➤ Le chapitre des calculs hydrauliques permet de dimensionner les conduites à rénover et à changer en prenant compte des changements de diamètre après le dimensionnement .

Les résultats sont présentés dans le tableau ci-après :

Tableau III-2 Tableau : caractéristiques des collecteurs

Surface élémentaire	Conduite	Longueur	Type	Observation
SB N°01	R7-R8	16.02	Ø300	A rénover
	R8-R9	24.76	Ø300	A rénover
SB N°02	R21-R22	25.80	Ø500	A rénover
	R22-R23	46.56	Ø500	A rénover
	R23-R24	21.74	Ø500	A rénover
	R24-R27	31.24	Ø500	A rénover
	R27-R31	15.58	Ø500	A rénover
	R31-R32	14.75	Ø500	A rénover
	R32-R33	13.00	Ø500	A rénover

	R33-R34	9.53	Ø500	A rénover
	R34-R35	38.43	Ø500	A rénover
SB N° 03	R45-R46	43.37	Ø400	A rénover
	R46-R47	20.32	Ø400	A rénover
	R47-R48	18.02	Ø400	A rénover
	R48-R49	16.46	Ø400	A rénover
	R49-R51	11.37	Ø400	A rénover
	R51-R52	18.87	Ø400	A rénover
SB N° 04	R74-R78	54.07	Ø400	A rénover
	R78-R79	15.45	Ø400	A rénover
	R79-R140	24.37	Ø400	A rénover
SB N° 05	R148-R149	17.79	Ø400	A rénover
	R149-R543	14.97	Ø400	Changement de diamètre
	R543-R544	21.26	Ø400	Changement de diamètre
SB N° 06	R545-R547	26.36	Ø400	Changement de diamètre
	R547-R548	7.30	Ø400	Changement de diamètre
	R548-R131	20.43	Ø400	Changement de diamètre
	R99-R98	9.58	Ø300	Changement de diamètre
	R98-R100	8.92	Ø300	Changement de diamètre
	R100-R101	22.08	Ø300	Changement de diamètre
	R101-Rp	21.48	Ø300	Changement de diamètre
SB N° 07	R150-R152	21.46	Ø400	Changement de diamètre
	R152-R153	7.15	Ø400	Changement de diamètre
	R153-R154	18.56	Ø400	Changement de diamètre
	R154-R155	5.06	Ø400	Changement de diamètre
	R155-R156	9.42	Ø400	Changement de diamètre
	R156-R157	12.23	Ø400	Changement de diamètre
	R158-R159	21.54	Ø400	Changement de diamètre
	R156-R160	7.50	Ø400	Changement de diamètre
	R160-R161	11.6	Ø400	Changement de diamètre
	R161-R162	9.65	Ø400	Changement de diamètre
	R162-R163	47.53	Ø400	Changement de diamètre
	R163-R164	14.78	Ø400	Changement de diamètre
	R164-R165	4.87	Ø400	Changement de diamètre
	R165-R166	7.92	Ø400	Changement de diamètre
	R166-R167	29.53	Ø400	Changement de diamètre
R167-R492	67.10	Ø400	Changement de diamètre	
SB N° 10	R234-R236	25.70	Ø300	Changement de diamètre
	R236-R279	15.32	Ø300	Changement de diamètre
SB N° 12	R315-R312	30.22	Ø300	Changement de diamètre
	R313-R314	18.31	Ø300	Changement de diamètre
	R314-R319	31.53	Ø300	Changement de diamètre
	R319-R320	30.63	Ø300	Changement de diamètre
	R320-R321	22.18	Ø300	Changement de diamètre

SB N° 13	R366-R365	5.82	Ø300	Changement de diamètre
	R365-R364	10.57	Ø300	Changement de diamètre
	R364-R363	14.37	Ø300	Changement de diamètre
	R363-R362	10.47	Ø300	Changement de diamètre
	R362-R361	15.38	Ø300	Changement de diamètre
	R361-R360	14.64	Ø300	Changement de diamètre
	R360-R359	23.73	Ø300	Changement de diamètre
	R359-R358	23.61	Ø300	Changement de diamètre
	R358-R357	13.86	Ø300	Changement de diamètre
	R357-R356	8.64	Ø300	Changement de diamètre
	R356-R355	13.64	Ø300	Changement de diamètre
	R355-R354	18.48	Ø300	Changement de diamètre
	R354-R351	46.58	Ø300	Changement de diamètre
	R351-R445	36.78	Ø300	Changement de diamètre
	R373-R374	20.45	Ø300	Changement de diamètre
	R374-R371	13.55	Ø300	Changement de diamètre
	R371-R370	14.35	Ø300	Changement de diamètre
	R370-R369	22.55	Ø300	Changement de diamètre
	R369-R368	23.28	Ø300	Changement de diamètre
	R368-R367	7.55	Ø300	Changement de diamètre
	R367-R375	27.73	Ø300	Changement de diamètre
	R375-R381	22.08	Ø300	Changement de diamètre
R381-R382	42.94	Ø300	Changement de diamètre	
SB N° 14	R353-R387	28.43	Ø300	Changement de diamètre
	R387-R386	19.43	Ø300	Changement de diamètre
	R386-R399	26.32	Ø300	Changement de diamètre
	R399-R450	32.74	Ø300	Changement de diamètre
SB N° 15	R431-R430	8.66	Ø300	Changement de diamètre
	R430-R433	21.44	Ø300	Changement de diamètre
	R433-R434	17.70	Ø300	Changement de diamètre
	R434-R437	13.96	Ø300	Changement de diamètre
	R437-R438	10.69	Ø300	Changement de diamètre
	R438-R441	17.84	Ø300	Changement de diamètre
	R441-R538	12.54	Ø300	Changement de diamètre
SB N° 16	R418-R428	28.39	Ø400	Changement de diamètre
	R428-R429	22.30	Ø400	Changement de diamètre
	R401-R493	36.21	Ø500	Changement de diamètre
SB N° 18	R321-R335	55.07	Ø600	Changement de diamètre
	R335-R336	23.26	Ø600	Changement de diamètre
	R336-R337	17.89	Ø600	Changement de diamètre
	R337-R338	15.66	Ø600	Changement de diamètre
	R299-R300	16.26	Ø800	Changement de diamètre
	R300-R350	21.33	Ø800	Changement de diamètre

III.5. Etat des regards existants :

Le diagnostic réalisé a permis de mettre en lumière l'état actuel du réseau ainsi que ses diverses anomalies, à savoir :

- Environ 95% des regards sont en bon état du point de vue du génie civil.
- Environ la moitié des regards diagnostiqués présentent un envasement compris entre 5% et 95%.
- 13 regards présentent une stagnation des eaux usées.
- 9 regards sont obstrués, que ce soit par de la boue ou des débris.
- 1 regard est dépourvu de tampon.
- L'absence d'échelons est constatée dans certains regards, notamment ceux de grande profondeur

Tableau III-3 : Nombre des regards existants.

N° total de regards existant	N° de regards ouverts diagnostiqués	N° de regards non diagnostiqués fermés	N° de regards sous bitume	N° de regards avec dalle fermée de dimensions importants
650	561	35	48	6

Tableau III-4 : Pourcentage des regards existants.

% des regards ouverts diagnostiqués	% des regards non diagnostiqué fermés	% des regards sous bitume	% des regards avec dalle fermée de dimensions importants
86,31 %	5,38 %	7,38 %	0,92 %

- Photos sur l'état des regards existants :



Figure III-2 : Regards Envasées



Figure III-3 : regards sans écoulement et avec déblai

III.6. Etat des boîtes de branchements :

Il y a un total de 777 boîtes de branchement, comprenant :

- ❖ 522 boîtes de branchement ont été diagnostiquées, parmi lesquelles 449 sont en béton et 73 en PVC.
- ❖ 255 boîtes de branchement n'ont pas été diagnostiquées, soit parce qu'elles sont fermées avec des dimensions importantes, soit en raison d'un accès clos.[1]

Constatations :

Après avoir terminé l'analyse des données disponibles sur le réseau de la cité 8 mai 1945 (SORECAL), les conclusions suivantes peuvent être tirées :

- Le problème des regards qui ne se sont pas munis d'échelle et qui sont profonds.
- Le problème des regards sous bitume.
- L'absence des échelles dans les regards.
- Passage de tronçons de collecteurs sous des murs de clôture des cités .
- La stagnation des eaux usées au niveau des regards .
- Environ 50% des regards diagnostiqués sont envasés entre 5 et 95% .
- Le problème des regards bouchés soit par la boue ou bien par des déblais.
- le colmatage total de certains tronçons de collecteur qui font obstruction à l'écoulement des eaux.
- Stagnation des eaux au niveau de certain tronçons.
- Absence totale d'un programme d'entretien périodique des constituants du réseau.

III.7. Conclusion :

L'objectif des études diagnostiques est d'obtenir une compréhension approfondie de l'état et du fonctionnement des réseaux afin de concevoir des améliorations pour la situation actuelle du système. La présence de quelques anomalies est principalement attribuable à l'absence totale d'entretien et de gestion efficace, plutôt qu'à des problèmes de conception ou de construction.

Si ces lacunes persistent dans le temps, elles pourraient entraîner la détérioration complète du système, mettant ainsi en péril la durabilité et la longévité des ouvrages et des installations du système d'évacuation.

Chapitre IV

Calcul de base

Chapitre 04: Calcul de base

IV.1. 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.

Quelque soit la nature, un réseau d'assainissement projeté au niveau d'une zone rurale ou urbaine, doit répondre à deux préoccupations, à savoir assurer :

- Le transit vers l'épuration des eaux et le cas échéant, des eaux résiduelles industrielles.
- L'évacuation des eaux pluviales, de manière à empêcher la submersion des zones urbanisées et éviter toute stagnation dans les points bas après les averses.

Dans ce contexte, un dimensionnement d'un réseau d'assainissement est indispensable, d'où on trouve, le calcul de base du réseau, le schéma de réseau, le nombre de surfaces élémentaires adoptées et le coefficient de ruissellement correspondant.

IV.2. Situation démographique :

En hydraulique urbaine, dès la phase de conception, l'ingénieur doit anticiper la population à desservir tout au long de la durée de vie de la structure projetée afin de répondre aux besoins de cette population.[6]

Concernant la cité 8 mai 1945, et étant donné l'absence de prévisions d'extensions en raison de la nature des logements sociaux, le bureau d'études "PROJETHAL" a établi un taux d'occupation de cinq (5) personnes par logement pour une période d'étude de 30 ans.

Étant donné que la zone d'étude (cité 8 mai 1945) comprend 5868 logements, le nombre d'habitants estimé pour l'année 2053 est de :

$$P_{2053} = 5868 * 5 = \mathbf{29340 \text{ habitants}}$$

IV.3. Découpage de la superficie urbanisée en surfaces élémentaires :

Pour déterminer le découpage appropriée d'un site en surfaces élémentaires, nous prenons en compte les éléments suivants :

- La nature du sol.
- La densité de la population.
- Les courbes de niveau, les pentes et les contre-pentes.
- Les limites naturelles (talweg, oued, etc.).
- Les routes et les voiries.
- Le réseau existant.[3]

Suite à ce découpage de la superficie, nous avons obtenu 18 surfaces élémentaires.

IV.4. Système d'évacuation des eaux :

Le système d'assainissement, qu'il soit prévu pour une zone rurale, urbaine ou industrielle, a pour objectif d'évacuer :

- Les eaux pluviales.
- Les eaux usées d'origine domestique (eaux-vannes, ménagères, etc.).
- Les eaux usées issues des industries ainsi que celles des services publics.

- Dans certains cas, les eaux parasites claires ou de drainage.[4]

Il existe plusieurs systèmes d'évacuation des eaux résiduaires et des eaux de pluie qui peuvent être mis en place, parmi lesquels :

IV.4.1. Le système unitaire :

Ce système d'assainissement consiste en un réseau intégré dans lequel les eaux usées et les eaux pluviales sont combinées, une fraction étant dirigée vers la station d'épuration lorsque celle-ci est présente. Durant les périodes pluvieuses, une portion du mélange (débordement) peut être évacuée par les déversoirs d'orage.[4]

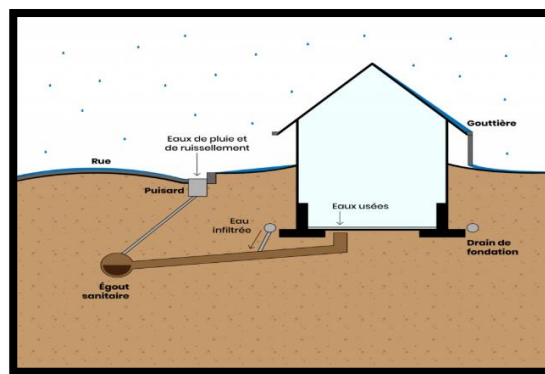


Figure IV-1 : Schéma représentatif des branchements dans le système unitaire.

Source : avizo.ca (2023)

Tableau IV.1. : Avantages et inconvénients du système unitaire.

Domaine d'utilisation privilégié	<ul style="list-style-type: none"> • Le milieu récepteur est situé à une distance considérable des points de collecte. • La topographie présente un relief modéré. • Le cours d'eau récepteur présente un débit d'étiage élevé.
Avantages	<ul style="list-style-type: none"> • Conception simplifiée : un collecteur unique, un branchement par immeuble. • Faible encombrement du sous-sol. • Aspect traditionnel, en accord avec l'évolution historique des cités. • Absence de risque d'inversion de branchement.
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> • Le débit à la station d'épuration présente une variabilité marquée. • En cas d'orage, les eaux usées se diluent avec les eaux pluviales. • La station d'épuration reçoit une quantité significative de sable. • Un important flux de pollution est transporté lors des

	premières pluies après une période sèche.
Contraintes d'exploitation	<ul style="list-style-type: none"> • Maintenance périodique des déversoirs d'orage et des bassins de stockage. • Évaluation complexe des rejets directs vers le milieu récepteur.

Source : *office nationale de l'eau (2000)*

IV.4.2. Le système séparatif :

Ce système se compose de deux réseaux séparés, l'un dédié aux eaux usées et l'autre aux eaux pluviales. Il s'agit d'un système couramment utilisé depuis les années 1970, où le réseau d'eaux usées est le seul à être connecté à la station d'épuration, tandis que le réseau d'eaux pluviales déverse généralement les eaux directement dans un cours d'eau. [4]

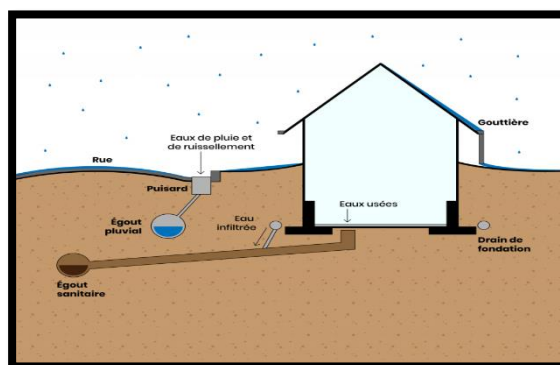


Figure IV-2 : Schéma représentatif des branchements dans le système séparatif

Source : avizo.ca (2023)

Tableau IV.2. : Avantages et inconvénients du système séparatif.

Domaine d'utilisation privilégié	<ul style="list-style-type: none"> • Agglomérations de taille modeste à moyenne. • Expansion urbaine. • Débit d'étiage du cours d'eau récepteur faible.
Avantages	<ul style="list-style-type: none"> • Réduction du diamètre moyen du réseau de collecte des eaux usées. • Facilité accrue d'exploitation de la station d'épuration. • Amélioration de la préservation de l'environnement face aux flux polluants. • Certaines dépenses d'exploitation sont minimisées (par exemple, le relevage des effluents).
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> • Sous-sol fortement encombré. • Investissement à coût élevé. • Risque significatif d'erreurs de branchement.

<p>Contraintes d'exploitation</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Renforcement de la surveillance des raccordements. • Maintenance d'une longueur importante de collecteurs (eaux usées et pluviales). • Maintenance des ouvrages spécifiques (siphons, chasses d'eau, avaloirs). • Maintenance des postes de relèvement et des chambres à sables. • Détection et localisation des anomalies (inversion de branchement, arrivée d'eaux parasites, etc.).
-----------------------------------	--

Source : *office nationale de l'eau (2000)*

IV.4.3. Le système pseudo-séparatif :

Ce système implique la collecte des eaux usées ainsi qu'une partie des eaux pluviales, généralement issues des toitures et des espaces privés, dans un réseau commun. L'autre partie des eaux pluviales transite à travers les caniveaux et les ouvrages pluviaux dans un réseau distinct. Il est assez similaire au système séparatif, avec au moins un inconvénient notable : le risque de dysfonctionnement de la station d'épuration en raison de l'apport des eaux pluviales.[4]

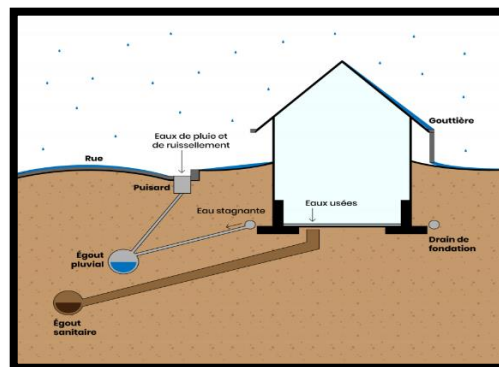


Figure IV-3 : Schéma représentatif des branchements dans le système pseudo-séparatif.

Source : avizo.ca (2023)

IV.4.4. Système mixte :

Dans ce système, une section de la zone est assainie par un réseau unitaire tandis que l'autre partie est gérée par le système séparatif. Il est mis en œuvre dans les villes qui possèdent un réseau ancien de type unitaire et où les débits de l'extension ne pourraient pas être pris en charge par le réseau existant. .

IV.4.5. Système autonome :

C'est un système individuel non relié à un réseau public (assainissement non collectif). Ce système est déployé dans des zones rurales où la densité de population est faible (espaces isolés et habitations individuelles), ce qui rend l'installation de réseaux publics très onéreuse.

IV.4.6. Système composite :

C'est une déclinaison du système séparatif. Il inclut, grâce à divers aménagements, une déviation partielle des eaux les plus polluées du réseau pluvial vers le réseau d'eaux usées en vue de leur traitement.[4]

IV.5. Le choix du système d'assainissement :

- Les critères déterminants pour le choix du système d'assainissement comprennent :
 - En cas d'extension du réseau, la prise en compte du système existant est essentielle.
 - La topographie du terrain.
 - L'urbanisation joue un rôle crucial dans le choix, car une densité élevée de population favorise généralement un système séparatif.
 - Les exigences de dilution imposées par la station d'épuration pour un certain débit, incitant ainsi à privilégier le système unitaire ou à envisager une connexion directe.
 - La proximité des réseaux voisins et leurs positions en profondeur (conduites d'eau potable, gaz, câbles téléphoniques ou électriques).[4]
- **Notre choix se porte sur un système unitaire parce qu'il est à priori économique et de Conception simple.**

IV.6. Schéma d'évacuation des eaux :

Les réseaux d'assainissement fonctionnent généralement sauf dans des cas particuliers, en écoulement gravitaire ; on distingue cinq (5) schémas différents :

IV.6.1. Schéma perpendiculaire :

L'écoulement s'effectue directement dans le cours d'eau. Ce schéma ne favorise pas la concentration des eaux vers un point d'épuration unique ; il est adapté lorsque l'épuration n'est pas considérée comme nécessaire et également pour l'évacuation des eaux pluviales dans un système séparatif.[3]

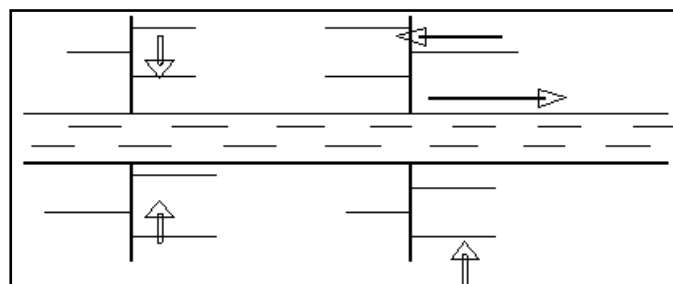


Figure IV-4 : Schéma perpendiculaire.

IV.6.2. Schéma par déplacement latéral :

C'est la configuration la plus simple, permettant de conduire l'effluent vers un unique point en aval de l'agglomération. Les eaux sont rassemblées dans un collecteur parallèle au cours d'eau, et dans ce cas, le processus d'épuration est nécessaire.[3]

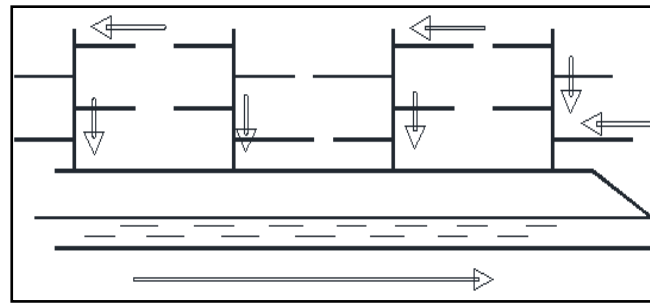


Figure IV-5 : Schéma par déplacement latéral.

IV.6.3. Schéma transversal ou oblique :

Ce schéma inclut des branches de collecteurs permettant de transporter l'effluent vers l'aval de l'agglomération. Cette configuration est préférée lorsque la pente du terrain est faible.[3]

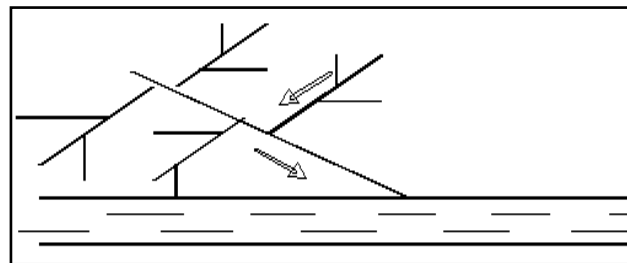


Figure IV-6 : Schéma à collecteur transversal ou oblique.

IV.6.4. Schéma par zones étagées :

Ce schéma est une variante du schéma par déplacement latéral, mais avec la multiplication des collecteurs longitudinaux ; ils facilitent l'évacuation à plusieurs niveaux afin de ne pas surcharger le collecteur.[3]

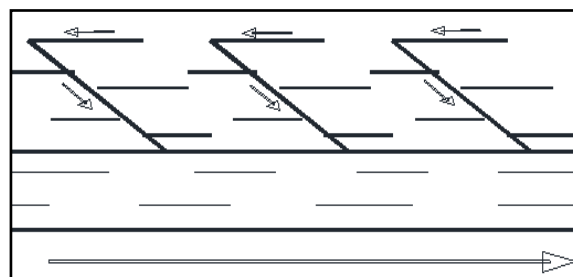


Figure IV-7 : Schéma par zones étagées.

IV.6.5. Schéma radiale :

Le schéma radial est adapté aux terrains plats. Il permet de recueillir les effluents en un ou plusieurs points, d'où ils seront évacués, par relevage, vers un emplacement éloigné de l'agglomération (tel qu'un cours d'eau récepteur ou une station d'épuration).

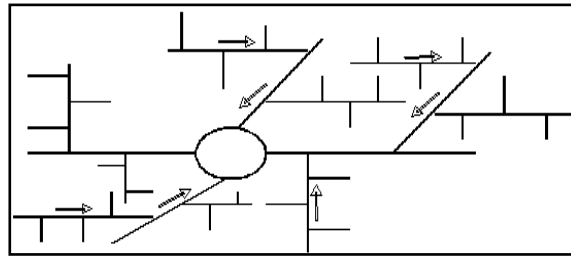


Figure IV-8 : Schéma radial.

IV.6.6. Le choix du schéma d'évacuation :

Le choix du schéma du réseau d'évacuation à adopter dépend de plusieurs paramètres, notamment :

- Les conditions techniques et locales du site : le système existant, la topographie du terrain et la répartition géographique des habitations à desservir.
 - Les conditions environnementales : la nature du rejet, le milieu récepteur et l'emplacement de la station d'épuration, le cas échéant.
 - Les conditions économiques : le coût, les frais d'investissement et d'entretien.[4]
- **Pour notre cas nous avons choisi le schéma par déplacement latéral.**

IV.7. Coefficient de ruissellement :

IV.7.1. Méthode de détermination du coefficient de ruissellement :

Le coefficient de ruissellement, noté « Cr », pour une surface donnée, représente le rapport entre le volume d'eau ruisselé et le volume total de précipitations sur le bassin considéré. Il joue un rôle crucial dans le calcul des débits de pointe pluviaux, essentiels pour le dimensionnement du réseau.

La valeur du coefficient de ruissellement dépend de plusieurs paramètres, notamment :

- La nature du sol.
- Le type d'utilisation du sol.
- L'inclinaison du terrain (la pente).
- La durée et l'intensité des précipitations.
- La densité de la population.
- Le degré de saturation du sol en eau.
- L'humidité de l'air.

L'estimation du coefficient de ruissellement se fait de manière empirique, et approximative en raison de l'hétérogénéité des surfaces, en prenant en compte divers facteurs. [6]

➤ **En fonction du type d'occupation du sol :**

Tableau IV.3. : Valeurs du coefficient de ruissellement en fonction du type d'occupation du sol. [5]

Type d'occupation du sol		C_r
Commercial		0.70 – 0.95
Résidentiel	Lotissement	0.3 – 0.5
	Collectifs	0.5 – 0.75
	Habitat dispersé	0.25 – 0.4
Industriel		0.5 – 0.8
Parcs et jardins public		0.05 – 0.25
Terrains de sport		0.1 – 0.3
Terrains vagues		0.05 – 0.15
Terres agricoles	Drainées	0.05 – 0.13
	Non drainées	0.03 – 0.07

➤ **En fonction de la catégorie d'urbanisation :**

Tableau IV.4. : Valeurs du coefficient de ruissellement en fonction de la catégorie d'urbanisation.[5]

Catégorie d'urbanisation	C_r
Habitation très denses	0.90
Habitations denses	0.60 – 0.70
Habitations moins denses	0.40 – 0.50
Quartiers résidentiels	0.20 – 0.30
Square – garde – prairie	0.05 – 0.20

➤ **En fonction de la densité de population :**

Tableau IV.5. : Valeurs du coefficient de ruissellement en fonction de la densité de population.[5]

Densité de la population (habitant/ha)	C_r
20	0.20
30 – 80	0.20 – 0.25
60 – 150	0.25 – 0.30
150 – 200	0.30 – 0.45
200 – 300	0.45 – 0.60
300 – 400	0.60 – 0.80
> 400	0.80 – 0.90

➤ **En fonction de la nature de la surface :**

Tableau IV.6. : Valeurs du coefficient de ruissellement en fonction de la nature des surfaces.[5]

Nature de la surface	C _r
Toits en métal, tuile, ardoise	0.9
Chaussée avec peu de joints	0.85 – 0.9
Pavés en pierres naturelles, brique avec joints cimentés	0.75 – 0.85
Pavage en blocages	0.40 – 0.50
Surfaces goudronnées	0.25 – 0.60
Chemins en gravier	0.25 – 0.30
Gare, terrain de sport	0.10 – 0.30
Parcs, jardins, gazons	0.05 – 0.25
Forêts	0.01 – 0.20

- ✓ Pour notre cas nous avons estimé le coefficient de ruissellement selon la nature de la surface.

IV.7.2. Estimation du coefficient de ruissellement pour chaque surface élémentaire:

Nous allons évaluer le coefficient de ruissellement pondéré pour chaque sous-bassin en nous référant au plan de masse de la zone d'étude.

➔ Les résultats sont dans le tableau suivant:

Tableau IV.7. : Valeurs du coefficient de ruissellement pour chaque surface élémentaire

N° de surface élém	Surface : A(ha)	C _r
01	1.56	0.61
02	4.52	0.50
03	4.56	0.52
04	3.6	0.50
05	3.68	0.55
06	3.18	0.60
07	6.63	0.50
08	2.18	0.48
09	1.88	0.50
10	2.75	0.51
11	3.67	0.52

12	4.62	0.55
13	6.04	0.599
14	2.61	0.45
15	3.04	0.44
16	4.82	0.43
17	2.24	0.54
18	4.40	0.50
Somme :	65.98	-

IV.7.3. Calcul de la population de chaque surface élémentaire :

En l'absence d'informations précises sur le nombre exact d'habitants de chaque surface élémentaire, nous suivons les étapes suivantes pour estimer ce dernier :

1. Nous estimons le coefficient de ruissellement.
2. Nous calculons le coefficient de ruissellement pondéré total.
3. Nous calculons la densité partielle de chaque surface élémentaire .
4. Nous déduisons le nombre d'habitants de chaque surface élémentaire [3].

IV.7.4. Calcul du coefficient de ruissellement pondéré total :

le coefficient de ruissellement pondéré est donné par l'expression suivante :

$$C_{rp} = \frac{\sum C_{ri} A_i}{A_t}$$

Avec :

- C_{rp} = coefficient de ruissellement pondéré totale .
- C_{ri} = coefficient de ruissellement de chaque sou bassin .
- $-A_i$ = surface élémentaire.
- A_t = surface totale de la zone urbanisée (ha) .

$$AN : C_{rp} = \frac{34.08}{65.98} = 0.52$$

IV.7.5. Calcul de la densité partielle :

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

$$D_i = \frac{C_{ri} P}{C_{rp} A_t}$$

Avec :

- D_i : Densité partielle de la surface élémentaire considérée en (hab/ha) .
- $-C_{rp}$: coefficient de ruissellement pondéré total .
- C_{ri} : coefficient de ruissellement de chaque surface élémentaire .
- P : population globale à l'horizon de calcul .

- A_t : surface totale de la zone urbanisée .[3]

IV.7.6. Calcul du nombre d'habitant de chaque surface élémentaire :

Le nombre d'habitant de chaque surface élémentaire est donnée par l'expression :

$$P_i = D_i \cdot A_i$$

Avec :

-
- P_i : population partielle de la surface élémentaire considérée.
- A_i : surface élémentaire .

Tableau IV.8. : Répartition de la population pour chaque sous bassin.

N° surface élém.	Surface : A (ha)	C_r	D_i (hab/ha)	Nombre d'habitants
01	1.56	0.61	522	814
02	4.52	0.50	428	953
03	4.56	0.52	445	2029
04	3.6	0.50	428	1541
05	3.68	0.55	470	1730
06	3.18	0.60	513.1	1632
07	6.63	0.50	428	2838
08	2.18	0.48	410	895
09	1.88	0.50	428	805
10	2.75	0.51	496.13	1365
11	3.67	0.52	445	1633
12	4.62	0.55	470	2171
13	6.04	0.599	512.9	3094
14	2.61	0.45	384.8	1004
15	3.04	0.44	376.26	1144
16	4.82	0.43	368	1774
17	2.24	0.54	462	1035
18	4.40	0.50	428	1883
Total	65.98	-	-	29340

IV.8. Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons passé en revue différents systèmes d'évacuation, et précisé 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, ce qui 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 :

- L'horizon de calcul sera 2053 avec une population future de 29340 habitants.
- Le système d'assainissement adopté pour la zone d'étude est le système unitaire.
- Le schéma par collecteurs transversal par déplacement latéral.
- On déduit 18 surfaces élémentaire à la suite du découpage.

Chapitre V

Estimation des débits à évacuées

Chapitre 05 :***Estimation des débits à évacuer.*****V.1. Introduction :**

Avant d'entamer le dimensionnement d'un réseau d'assainissement, il est impératif de passer par la phase de l'évaluation des débits d'eaux usées et pluviales qui seront acheminés, le plus rapidement possible, loin de l'agglomération afin d'éviter toute contamination de l'être humain par des maladies à transmission hydrique. Donc une évaluation des débits d'eaux usées et pluviales est indispensable et qui porte essentiellement sur l'estimation de la quantité et de la qualité des rejets. Ces dernières varient d'une agglomération à une autre selon la vocation adoptée

V.2. Evaluation des débits des eaux usées :

L'objectif principal de l'évaluation des débits des eaux usées est de comprendre la quantité et la qualité des rejets liquides provenant des habitations et des lieux d'activités. Étant donné que ces eaux présentent une composition potentiellement porteuse de maladies à transmission hydrique telles que la fièvre typhoïde, la fièvre paratyphoïde, la dysenterie et les diarrhées infectieuses, il est impératif de les évacuer rapidement et de manière sécurisée.[3]

V.2.1. Nature des eaux usées à évacuer :

La composition des matières polluantes présentes dans l'effluent dépend de l'origine des eaux usées, qui peut être classée en trois catégories :

- Eaux usées d'origine domestique.
- Eaux usées d'origine industrielle.
- Eaux usées du service publique.[3]

V.2.2. Les eaux usées d'origine domestique :

Les eaux usées d'origine domestique comprennent diverses sources telles que :

- Eaux ménagères, incluant celles issues de la vaisselle, de la lessive et des bains.
- Eaux de vannes, provenant des toilettes et comprenant matières fécales et urines.
- Eaux usées de cours.

La quantification actuelle ou prévisible de la consommation en eau potable est influencée par plusieurs facteurs, notamment :

- Le type d'habitants et leur niveau de confort.
- La disponibilité des ressources en eau.
- Le développement urbain de la ville.

V.2.3. Les eaux industrielles :

Les eaux usées industrielles proviennent de différentes usines et peuvent contenir des substances chimiques acides, basiques, toxiques, voire des métaux lourds. La quantité d'eau évacuée par les industries dépend de plusieurs facteurs, notamment :

- La nature de l'industrie, qu'il s'agisse de fabrication ou de transformation.
- Les procédés de fabrication utilisés.
- Le taux effectif de recyclage mis en œuvre.[3]

- Dans notre étude on a pas des industries , donc on prends pas en considération les eaux des industries .

V.2.4. Eaux du service publique :

Les eaux provenant du lavage des espaces publiques , tels que cours et rues, sont dirigées vers le réseau à travers des puisards équipés de grilles. Les eaux usées issues des services publiques , tels que les établissements éducatifs, sanitaires, touristiques, administratifs, ainsi que d'autres services d'utilité publique, seront prises en considération conjointement avec les besoins domestiques.[3]

V.3. Evaluation des débits des eaux usées domestiques :

Pour estimer le débit des eaux usées à évacuer, nous considérons une dotation d'eau potable de base de 200 litres par jour par habitant. Les quantités d'eaux usées sont plus élevées pendant la journée que pendant la nuit. Il est important de noter que la totalité de l'eau consommée par l'utilisateur n'est pas rejetée dans le réseau ; il est généralement admis que l'eau évacuée représente seulement 70% à 80% de l'eau consommée, ce qui est défini comme le coefficient de rejet (Kr).[6]

- Dans notre cas, on adoptera un coefficient de rejet de l'ordre de 80%.

V.3.1. Evaluation du débit moyen journalier :

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

$$Q_{moy,j} = \frac{N * D * Kr}{86400}$$

Avec

- $Q_{moy,j}$: Débit moyen journalier des eaux usées domestiques en (m³/j) .
- N : nombre d'habitant à l'horizon d'étude.
- Kr : coefficient de rejet pris égale à 80% de la quantité d'eau potable consommée.
- D : dotation journalière estimée à 200 l/hab/j.

V.3.2. Débit de pointe :

Comme la consommation, le rejet des eaux usées est aussi variable dans la journée, la détermination du Débit de pointe est nécessaire. Ce dernier est donné par la formule suivante :

$$Q_{pt} = K_p * Q_{moy,j}$$

Avec :

- Q_{pt} : débit de pointe des eaux usées domestiques (l/s).
- $Q_{moy,j}$: débit moyen journalier rejeté (l/s) .
- K_p : coefficient de pointe ; calculé à partir du débit moyen . [3]

Pour estimer le coefficient de pointe K_p on a plusieurs méthodes, parmi lesquelles on a :

- Le coefficient de pointe est estimé de façon moyenne :

$$K_p = 24/14 = 1.714 \quad , \quad K_p = 24/10 = 2.4$$

- Méthode liée à la position de la conduite dans le réseau :

$$K_p = 3 \quad \longrightarrow \quad \text{en tête du réseau} \quad ; \quad K_p = < 3 \quad \longrightarrow \quad \text{à proximité de l'exutoire}$$

- Le coefficient de pointe est estimé à partir débit moyen :

$$\text{Si } Q_{moy,j} \geq 2.81 \text{ l/s} \quad : \quad K_p = 1.5 + \frac{2.5}{\sqrt{Q_{moy,j}}}$$

$$\text{Si } Q_{moy,j} \leq 2.81 \text{ l/s} \quad : \quad K_p = 3$$

Pour notre étude, l'évaluation du coefficient de pointe K_p est estimée à partir du débit moyen selon la relation ci-dessus .

Les débits des eaux usées des équipements et les débits d'eaux usées de pointe sont respectivement illustrés dans le tableau IV.9

Tableau V.1. : Evaluation des débits d'eaux usées des équipements.

N° SB	Equipment	Unite de mesure	Nombre d'unités	Dotation (l/hab/j)	Q_{cons} (l/j)	Q_{cons} (l/s)	$Q_{usées}$ (l/s)	$Q_{usées,tot}$ (l/s)
02	Primaire	Elève	250	10	2500	0.03	0.024	0.024
04	C.E.M	Elève	350	10	3500	0.04	0.032	0.0336
	Surette nationale	Fonctionnaire	20	10	200	0.002	0.0016	
05	Primaire	Elève	250	10	2500	0.030	0.024	0.024
07	Mosqué	Fidèle	600	10	6000	0.07	0.056	0.084
	Primaire	Elève	250	10	2500	0.03	0.024	
	Bibliothèque	Fonctionnaire	20	20	400	0.005	0.004	
10	Maison de jeune	Fonctionnaire	40	10	400	0.005	0.004	0.004
11	Primaire	Elève	250	10	2500	0.03	0.024	0.024
12	Mosqué	Fidèle	600	10	6000	0.07	0.056	0.0592
	Marché	Vendeurs	30	05	150	0.002	0.0016	
	Poste	Fonctionnaire	20	10	200	0.002	0.0016	
13	C.E.M	Elève	400	10	4000	0.046	0.037	0.077
	Polyclinique	Patient	450	10	4500	0.052	0.04	
15	Primaire	Elève	250	10	2500	0.03	0.024	0.024
16	Lycée	Elève	500	10	5000	0.06	0.048	0.048
17	CNAS	Fonctionnaire	50	10	500	0.006	0.004	0.06
	C.E.M	Elève	350	10	3500	0.04	0.032	
	Crèche	Enfant	50	05	250	0.003	0.024	

Tableau V.2. : Evaluation des débits d'eaux usées domestiques.

N° sous bassin	Surface : A (ha)	Nombre d'habitants	Dotation (l/hab/j)	C _{rij} (%)	Q _{moy,j} (l/s)	Q _{équip} (l/s)	Q _{tot} (l/s)	K _p	Q _{pt,tot} (L/s)
01	1.56	814	200	80	1.51	-	1.51	3	4.53
02	4.52	1953	200	80	3.62	0.024	3.644	2.81	10.24
03	4.56	2029	200	80	3.76	-	3.76	2.79	10.49
04	3.6	1541	200	80	2.85	0.0336	2.884	2.98	8.59
05	3.68	1730	200	80	3.20	0.024	3.224	2.90	9.35
06	3.18	1632	200	80	3.02	-	3.02	2.94	8.88
07	6.63	2838	200	80	5.26	0.084	5.334	2.59	13.82
08	2.18	895	200	80	1.66	-	1.66	3	4.98
09	1.88	805	200	80	1.49	-	1.49	3	4.47
10	2.75	1365	200	80	2.53	0.004	2.534	3	7.60
11	3.67	1633	200	80	3.02	0.024	3.044	2.94	8.95
12	4.62	2171	200	80	4.02	0.0592	4.079	2.75	11.22
13	6.04	3094	200	80	5.73	0.077	5.81	2.54	14.76
14	2.61	1004	200	80	1.86	-	1.86	3	5.58
15	3.04	1144	200	80	2.12	0.024	2.14	3	6.42
16	4.82	1774	200	80	3.29	0.048	3.34	2.88	9.62
17	2.24	1035	200	80	1.92	0.06	1.98	3	5.94
18	4.40	1883	200	80	3.49	-	3.49	2.84	9.91

V.4. Evaluation des débits d'eau pluviale :

Les eaux pluviales, généralement issues du ruissellement, doivent être collectées et dirigées vers les canalisations d'évacuation pour prévenir les risques d'inondations et leurs conséquences sur le réseau et la population. Le dimensionnement du réseau est fortement influencé par le choix des débits des eaux pluviales, car cela impacte directement le diamètre des conduites et les ouvrages nécessaires. Ces ouvrages sont conçus pour une précipitation de fréquence décennale d'une durée de 15 minutes.

Il existe plusieurs méthodes pour estimer les débits pluviaux, mais les deux méthodes les plus couramment utilisées en raison de leur simplicité sont :

- La méthode rationnelle.
- La méthode superficielle.[3]

V.4.1. La méthode rationnelle :

La méthode rationnelle est adaptée aux surfaces généralement inférieures à 10 hectares. Elle est facilement applicable pour des agglomérations de petite taille et peut également être pertinente pour des installations de superficie limitée, telles que des usines, des casernes ou des centres commerciaux.

Cette méthode vise à estimer les débits pluviaux résultant d'une averse d'intensité moyenne "i" supposée constante pendant la chute de pluie sur des surfaces d'influence de superficie A. Ces surfaces sont caractérisées par un coefficient de ruissellement Cr. La méthode rationnelle s'exprime par la formule suivante :

$$Q = \alpha * Cr * i * A$$

Avec :

- Q : débit d'eau de ruissellement (l/s) .
- A : surface de l'air d'influence (ha) .
- Cr : coefficient de ruissellement limite $0 < Cr < 1$.
- i : intensité de précipitation (l/s/ha) .
- α : 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 de la surface à drainer.[3]

V.4.1.1. Critique de la méthode rationnelle :

- La décomposition du bassin en aires élémentaires est une approximation.
- Le coefficient de ruissellement reste constant sur l'ensemble du bassin et pendant toute la durée de l'averse.
- La méthode rationnelle ne considère pas l'effet de stockage de l'eau de ruissellement au niveau des sous-bassins.
- Elle ne prend pas en compte la distribution spatiale de la pluie (variation de l'intensité).
- L'estimation du temps de concentration est souvent complexe. Temps de concentration :

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

$$T_c = t_1 + t_2 + t_3$$

Ou :

- t_1 : temps mis per l'eau pour s'écouler dans les canalisations.

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

- t_2 : temps mis par l'eau pour atteindre le premier ouvrage d'engouffrement , ce temps varie de 2 à 20 min .
- t_3 : temps de ruissellement dans un bassin ne comportant pas de canalisation :

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

- i : la pente du terrain (%) .
- L : longueur de plus long parcours de l'eau (Km) .[3]

Dans notre cas , il s'agit d'une zone urbanisée où l'on doit considérer $t_c = t_1 + t_2$

V.4.2. Méthode superficielle (méthode de Caquot) :

Le modèle de la méthode superficielle représente une approche globale de la méthode rationnelle, introduite par M. CAQOUT en 1949 et détaillée par Satin Selmi (2006).

Cette méthode prend en considération l'ensemble des paramètres qui influent sur le ruissellement, comme exprimé par la relation suivante :

$$Q_{(f)} = K \frac{1}{U} \cdot I \frac{V}{U} \cdot Cr \frac{1}{U} \cdot A \frac{W}{U}$$

$Q_{(f)}$ =débit pluviale en (m³ /s) .

I : la pente moyenne du collecteur du sous bassin considéré.

Cr : coefficient de ruissellement.

A : surface du bassin considéré (ha) .

➤ **Les paramètres de la relation :**

- K : coefficient d'expression , $K = \frac{[(0.5^{b(f)}) \cdot a(f)]}{6.6}$
- U : coefficient d'expression , $U = 1 + 0.287 \cdot b(f)$
- V : coefficient d'expression , $V = -0.41 \cdot b(f)$.
- W : coefficient d'expression , $W = 0.95 + (0.507 \cdot b(f))$.[3]

V.4.2.1. Validité de la méthode superficielle :

Elle est valable pour les limites d'application suivantes :

- Une superficie totale < 200 ha
- La pente doit être comprise entre (0.2 < I < 5) % .
- Le coefficient de ruissellement (0.2 < Cr < 1) .
- Le coefficient d'allongement (M > 0.8) .

V.4.2.2. Assemblage des surfaces à drainer en série ou en parallèle :

Il est essentiel de rechercher les paramètres équivalents qui prennent en compte l'influence des sous-bassins les uns sur les autres en fonction de leur disposition en parallèle ou en série. Le tableau suivant fournit les règles d'assemblage à utiliser.[3]

Tableau V.3. : Détermination des paramètres équivalents dans le cas de l'assemblage surfaces элем. en série ou en parallèle. [3]

Paramètres équivalents	A _{éq}	Cr _{éq}	I _{éq}	M _{éq}
Bassins en série	$\sum A_i$	$\frac{\sum C_{ri} A_i}{\sum A_i}$	$\left[\frac{\sum L_i}{\sum \frac{L_i}{I_i}} \right]^2$	$\frac{\sum L_i}{\sqrt{\sum S_i}}$
Bassins en parallèle	$\sum A_i$	$\frac{\sum C_{ri} A_i}{\sum A_i}$	$\frac{\sum I_i \cdot Q_{pi}}{\sum Q_{pi}}$	$\frac{L_{(tcmax)}}{\sqrt{\sum S_i}}$

V.4.3. Choix de la méthode rationnelle :

Après avoir divisé la zone en surfaces élémentaires partageant la même nature de sol pour obtenir une estimation précise du coefficient de ruissellement, et en prenant en considération les caractéristiques de notre agglomération en terme de superficie et de pente, la méthode rationnelle s'avère la plus adaptée à cette situation.[3]

Tableau V.4. : Débit pluvial pour chaque surface élémentaire

N° surface éléém.	Surface : A (ha)	C _r	α	I (l/s/ha)	Q _{PL} (l/s)	Q _{PL} (m ³ /s)
01	1.56	0.61	1	188.22	179.11	0.179
02	4.52	0.50	1	188.22	425.38	0.425
03	4.56	0.52	1	188.22	446.31	0.446
04	3.6	0.50	1	188.22	338.80	0.339
05	3.68	0.55	1	188.22	380.96	0.381
06	3.18	0.60	1	188.22	359.12	0.359
07	6.63	0.50	1	188.22	623.95	0.624
08	2.18	0.48	1	188.22	196.95	0.197
09	1.88	0.50	1	188.22	176.93	0.177
10	2.75	0.51	1	188.22	263.98	0.264
11	3.67	0.52	1	188.22	359.20	0.359
12	4.62	0.55	1	188.22	478.27	0.478
13	6.04	0.599	1	188.22	680.97	0.681
14	2.61	0.45	1	188.22	221.06	0.221
15	3.04	0.44	1	188.22	251.76	0.252
16	4.82	0.43	1	188.22	390.10	0.390
17	2.24	0.54	1	188.22	227.67	0.228
18	4.40	0.50	1	188.22	414.08	0.414

V.5. Calcul des débits totaux pour chaque surface élémentaire :

Le débit total à évacuer pour chaque surface élémentaire est la somme du débit des eaux usées et pluviales. Ces valeurs sont représentées dans le tableau IV.13 suivant :

Tableau V.5. : Débits totaux pour chaque surface élémentaire.

N° surface élémentaire	Surface : A (ha)	Q _{PL} (l/s)	Q _{usée} (L/s)	Q _{total} (l/s)	Q _{total} (m ³ /s)
01	1.56	179.11	4.53	183.64	0.184
02	4.52	425.38	10.24	435.62	0.436
03	4.56	446.31	10.49	456.8	0.457
04	3.6	338.80	8.59	347.39	0.347
05	3.68	380.96	9.35	390.31	0.390
06	3.18	359.12	8.88	368	0.368
07	6.63	623.95	13.82	637.77	0.638
08	2.18	196.95	4.98	201.93	0.202
09	1.88	176.93	4.47	181.4	0.181
10	2.75	263.98	7.60	271.58	0.272
11	3.67	359.20	8.95	368.15	0.368
12	4.62	478.27	11.22	489.49	0.489
13	6.04	680.97	14.76	695.73	0.696
14	2.61	221.06	5.58	226.64	0.227
15	3.04	251.76	6.42	258.18	0.258
16	4.82	390.10	9.62	399.72	0.400
17	2.24	227.67	5.94	233.61	0.234
18	4.40	414.08	9.91	423.99	0.424

V.6. Conclusion :

Dans ce chapitre , nous avons déterminé les paramètres fondamentaux, ainsi que des débits variés (eaux pluviales et eaux usées) pour chaque surface élémentaire. Il est à noter que le débit des eaux usées est pratiquement négligeable par rapport au débit des eaux pluviales. Par conséquent, le choix du système d'assainissement doit être prudent afin de prévenir le problème d'auto-curage dans le cas de débits minimaux.

Chapitre VI
Calcul hydraulique

Chapitre 06 :
Calcul hydraulique du réseau D'Assainissement.

VI.1. Introduction :

Après avoir évalué tous les débits à évacuer dans la zone d'étude, le dimensionnement hydraulique d'un réseau d'assainissement se fera en respectant les normes d'écoulement. Les ouvrages d'évacuation tels que les collecteurs et les regards doivent se conformer à des normes spécifiques d'écoulement. L'implantation en profondeur doit être réalisée de manière à répondre aux exigences de résistance mécanique face aux charges extérieures, en choisissant judicieusement le tracé des collecteurs.

VI.2. Conditions d'implantation des réseaux :

L'implantation des réseaux est planifiée en attribuant des pentes aux canalisations amont pour favoriser l'auto-curage.

La profondeur des ouvrages doit permettre le raccordement des immeubles riverains au moyen de branchements. En règle générale, le drainage des caves et des sous-sols est exclu, car une telle disposition entraînerait un approfondissement excessif du réseau. Les éventuels effluents provenant des agglomérations doivent être acheminés vers ce dernier. De plus, cette profondeur doit être déterminée de manière à assurer un recouvrement compatible avec le type d'ouvrage envisagé et la nature des charges à supporter. [6]

VI.3. Conditions d'écoulement et de dimensionnement :

L'écoulement en assainissement est principalement gravitaire dans la mesure du possible, dépendant ainsi de la topographie naturelle du terrain. De plus, cet écoulement doit maintenir une vitesse adéquate pour entraîner facilement les particules de sable pouvant se décanter . Dans le cas d'un réseau d'évacuation de type unitaire, les conditions d'auto-curage à satisfaire pour les débits minimaux en période sèche sont les suivantes :

- Une vitesse minimale de 0.6 m/s pour le débit de (1/10) de ce même débit.
- Une vitesse de 0.3 m/s pour le débit (1/100) de ce même débit.
- Cependant, afin de prévenir la détérioration des joints sur les canalisations et leur revêtement intérieur, il est déconseillé de dépasser des vitesses de l'ordre de 4 à 7 m/s.[3]

VI.4. Mode de calcul :

Avant d'entamer le calcul hydraulique du réseau d'assainissement, plusieurs hypothèses sont prises en considération :

- L'écoulement est uniforme à surface libre, le gradient hydraulique de perte de charge équivaut à la pente du radier.

- La perte de charge générée correspond à une énergie potentielle égale à la différence d'altitude entre le plan d'eau en amont et en aval.
- Les canalisations d'égouts, dimensionnées pour un débit de pleine section (Qps), ne débitent en réalité, la plupart du temps, que des quantités d'eau plus faibles que celles pour lesquelles elles ont été calculées.[6]

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 (m²).
- Rayon hydraulique (Rh) : c'est le rapport entre la section mouillée et le périmètre mouillé (m).
- Vitesse moyenne (v) : c'est le rapport entre le débit volumique (m³/s) et la section (m²).[3]

VI.5. Le procédé de calcul :

L'écoulement dans les collecteurs est un écoulement à surface libre donné par la formule de la continuité :

$$Q = V \cdot S$$

Avec :

- **Q** : débit (m³/s).
- **S** : section mouillée (m²).
- **V** : vitesse moyenne (m/s).

Cette vitesse se calcule par différentes expressions tel que la formule de CHEZY, Manning et la formule de Manning-Strickler.

Pour cela, la vitesse moyenne est déterminée par l'expression de Manning-Strickler qui est donnée par la formule suivante :

$$V = K_s \cdot R_h^{\frac{3}{2}} \cdot \sqrt{I} \dots \dots \dots V.2$$

Avec :

- **I (m/m)** : pente motrice ou pente du radier nécessaire à l'écoulement d'un débit Q donné ;
- **R_h (m)** : rayon hydraulique ;
- **K_s** : coefficient de rugosité dépend de la nature des parois ; et dont les valeurs du coefficient « K_s » sont présentées sur le tableau suivant :[3]

Tableau VI.1. : Valeurs du Ks selon la nature des parois.[9]

Nature des parois	Ks
Fossé à paroi en herbe	30
Fossé à paroi en terre	40
Canal en maçonnerie	60
Conduite en béton	75
Conduite en fibre ciment	80
Conduite en fonte ou en grès	90
Conduite en PVC	100

A partir des équation précédentes le diamètre sera calculé comme suit :

$$D = \left[\frac{3.0236 * Q_t}{K_s * \sqrt{I}} \right]^{\frac{3}{8}}$$

Le débit en pleine section (Q_{ps}) est donné par la relation :

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

D_{nor} : diamètre normalisé de la conduite en (mm) .

La vitesse en pleine section (V_{ps}) est calculée à partir de la relation (V.2) , avec le rayon hydraulique pris :

$$R = \frac{D_{nor}}{4}$$

On aura :

$$V_{ps} = K_s * (D_{nor}/4)^{\frac{3}{2}} * \sqrt{I}$$

Ensuite on calcule les rapports tels que :

- **Rapport des débits** $R_q = \frac{Q}{Q_{ps}}$
- **Rapport des vitesses** $R_v = \frac{V}{V_{ps}}$
- **Rapport des hauteurs** $R_h = \frac{h}{d}$

Avec :

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

V : vitesse d'écoulement en (m/s) .

h : hauteur de remplissage dans la conduite en (m) .

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

Q_{ps} : débit de pleine section en (m³ / s) .

V_{ps} : vitesse à plein section en (m/s) .

Rapport des hauteurs :

Par la suite on calcule les vitesses et les hauteurs :

- $R_v = V/V_{ps} \Rightarrow V = R_v * V_{ps}$
- $R_h = H/D_{nor} \Rightarrow H = R_h * D_{nor}$
- $R_{v, min} = V_{min} / V_{ps} \Rightarrow V_{min} = R_{v, min} * V_{ps}$
- $R_{h, min} = H_{min} / D_{nor} \Rightarrow H_{min} = R_{h, min} * D_{nor} \dots\dots\dots(V.15)$

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

- Condition 01 : vitesse d’écoulement ($V \geq 1.00$ m/s) .
- Condition 02 : $V_{min} > 0.60$ m/s pour $Q_{min} \approx (Q_{ps} / 10)$.
- $V_{min} > 0.30$ m/s pour $Q_{min} \approx (Q_{ps} / 100)$.

Les résultats de calcul des dimensions des collecteurs et des paramètres hydrauliques (condition d’écoulement et la vitesse d’auto curage) sont reportés dans les tableaux à (Annexe1).

Remarque :

Après la détermination des paramètres hydrauliques des collecteurs, il est observé que les vitesses d’auto-curage sont acceptables.

Le réseau d’assainissement se divise en deux catégories d’ouvrages :

- Les ouvrages principaux, qui forment l’épine dorsale du réseau, s’étendant depuis le début du réseau jusqu’à l’entrée des effluents dans la station d’épuration.
- Les ouvrages annexes, qui facilitent une exploitation efficace du réseau (bouches d’égout, regards, déversoirs d’orage, etc.). Ils doivent garantir une évacuation fluide sans stagnation.

VI.6. Les ouvrages principaux :

Les ouvrages principaux englobent les structures destinées à évacuer les effluents vers le point de rejet de la station d’épuration, notamment les conduites et les joints.

VI.6.1. Canalisation :

Ces structures se déclinent sous diverses formes :

- Les conduites cylindriques préfabriquées en usine, identifiées par leurs diamètres intérieurs, appelés diamètres nominaux et exprimés en millimètres.
- Les conduites ovoïdes préfabriquées, caractérisées par leur hauteur exprimée en centimètres.[3]

VI.6.2. Types de canalisation :

Divers types de conduites sont disponibles, variant selon les matériaux qui les composent et leur application spécifique.

➤ **Conduites en béton non armé :**

Les conduites en béton non armé sont produites de manière mécanique en utilisant des procédés garantissant une haute compacité du béton (compression radiale, vibration, centrifugation, etc.). Leur longueur utile ne doit pas excéder 2,5 mètres.

Un essai d'étanchéité est réalisé sous une pression de 1 bar pendant 30 minutes. Les joints principaux sont de type emboîtement à gorge, équipés de joints élastomères.[6]

➤ **Conduites en béton armé :**

Les canalisations en béton armé sont produites de manière mécanique en utilisant un procédé assurant une haute qualité du béton (centrifugation, compression radiale, vibration, etc.).[6]

A titre indicatif ; il est possible de se procurer les tuyaux en béton armé en fonction du tableau suivant :

Tableau VI.2. : Epaisseurs minimales des parois des tuyaux en béton armé en fonction du diamètre

Diamètre nominal (mm)	Epaisseur minimale (mm)	Diamètre nominal (mm)	Epaisseur minimale (mm)
800	De 66 à 116	1600	De 130 à 158
1000	De 66 à 116	1800	De 133 à 177
1200	De 71 à 121	2000	De 141 à 194
1400	De 119 à 146	-	-

➤ **Conduite en amiante-ciment :**

Les conduites et les raccords en amiante-ciment sont fabriqués en mélangeant du ciment Portland avec des fibres d'amiante en présence d'eau.

➤ **Conduite en fonte :**

Les conduites métalliques sont rarement utilisées en assainissement, sauf dans des circonstances spécifiques telles que :

- La traversée d'un bassin hydrominéral.
- Les cas de refoulement.
- La traversée des cours d'eau par conduite siphon.
- L'évacuation des eaux usées industrielles.

➤ **Conduites en grès :**

Le grès utilisé dans la production des tuyaux est élaboré en mélangeant des proportions équivalentes d'argile et de sable argileux, suivi d'une cuisson entre 1200 °C et 1300 °C. Le

produit final présente une étanchéité élevée et une résistance aux agents chimiques, à l'exception de l'acide fluorhydrique.

➤ **Conduite en P.V.C :**

Le PVC rigide non plastifié, utilisé dans le domaine de l'assainissement, affiche une teinte standardisée en gris clair et une opacité. Il se distingue par une remarquable résistance aux produits chimiques, le rendant particulièrement adapté aux applications internes dans les installations industrielles. Toutefois, il présente une sensibilité aux fluctuations de température.[3]

➤ **Les conduites Ovoïdes :**

Il s'agit de conduites de forme parabolique évasée, avec une fermeture à leur partie supérieure.

En règle générale, les conduites ovoïdes sont préférées en remplacement du profil circulaire lorsque ce dernier atteint un diamètre critique, afin de résoudre les problèmes d'auto-curage.[3]

VI.6.3. Choix du type de canalisation à utiliser :

Les types des canalisations passés sont appelées à être placées dans les excavation profondes , généralement le choix du matériau doit répondre au trois points :

- Résistance aux actions chimiques du sol .
- Bonne étanchéité (fuite d’eaux usées augmentant l’agressivité du terrain).
- Résistance aux actions mécaniques dues aux charges externe .

En pratique , deux matériau sont utilisés pour confectionner les conduites d’égout :

- **Le P.V.C :** excellence étanchéité , très grande facilité de pose , très bonne caractéristique hydraulique , bonne résistance mécanique .
 - **Le béton armé :** il est indispensable pour les grandes sections , mais son étanchéité est faible .[2]
- Pour notre cas , notre réseau on a une combinaison entre des conduites en PVC et en Béton .



Figure VI-1 : différents nature de matériaux des conduites

Source : tpdemain.com

VI.6.4. Les joints des conduites en béton armé :

La sélection astucieuse des assemblages dépend de la qualité du joint, qui est déterminée par la nature des eaux, leur compatibilité avec la stabilité du sol, ainsi que par les caractéristiques des tuyaux, telles que le diamètre et l'épaisseur. Par conséquent, nous privilégions les joints à mortier de ciment pour les collecteurs de petit diamètre, tandis que les joints de type ROCLA sont choisis pour les collecteurs de grand diamètre en raison de leurs avantages significatifs.[6]

Joint de type ROCLA :

C'est un type à emboîtement où l'étanchéité est assurée grâce à l'anneau en élastomère. Ce joint s'adapte pour les terrains en pente grâce à l'immobilité de cet anneau dans son logis.

Joint à demi-emboîtement :

Il est spécifiquement conçu pour une utilisation exclusive dans les sous-sols, ne présentant pas une résistance élevée à la pression, et est adapté pour des tronçons de faible longueur (environ 1 m). La connexion entre les deux extrémités s'effectue par bourrage de ciment..

Joint torique :

Bien adapté aux sols peu résistants, il assure une étanchéité efficace lorsque la pression n'est pas élevée, et est couramment utilisé pour des diamètres compris entre 700 et 900 mm.

Joint à collet :

Il s'agit d'un joint à emboîtement rigide avec collage au ciment. Il est utilisé exclusivement dans des sols favorables et des terrains à faible pente, à éviter dans les terrains argileux.

Joint plastique :

Ce joint offre une étanchéité fiable et une résistance soutenue même sous charge, grâce à la présence du cordon de butée en bitume et de la bague ou du manchon en matière plastique. Il s'adapte efficacement à presque tous les types de sols, à condition que la mise en œuvre soit soigneusement réalisée..

Les bouches d'égout :

Ces ouvertures servent à absorber l'eau de surface, qu'il s'agisse des eaux pluviales ou des eaux de lavage provenant des chaussées. Elles sont placées aux points les plus bas des caniveaux que ce soit dans le trottoir (absorption du côté latéral) ou dans la chaussée (absorption par le haut).

La distance moyenne entre ces ouvertures est d'environ 50 mètres. La section d'entrée est déterminée en fonction de l'écartement entre les deux ouvertures afin de permettre l'absorption du débit d'orage venant de l'amont..



Figure VI-2 : bouches d'égout de type " à pénétration par le haut "

Source : shutterstick.com

VI.6.5. Les regards :

Elle sont un rôle est de permettre l'accès aux ouvrages visitables , pour le débordement , le nettoyage des et l'aération des canaux .

La fonction doit respecter la forme du canal . L'emplacement et la distance entre deux regard varient avec la topographie du site et la nature des ouvrages .

Il y a quatre (4) types des regards qui sont :

- regard simples : pour le raccordement des collecteurs de mêmes diamètres ou de diamètres différents .
 - regard latéral : en cas d'encombrement du V.R.D ou collecteurs de diamètre important .
 - regard de jonction : il serve à unir deux collecteurs de même ou de différents sections .
 - regard de chute : c'est l'ouvrage le plus répandu en assainissement , il permet d'obtenir une dissipation d'énergie en partie localisée , il est très utilisé dans le cas ou le terrain d'une agglomération est trop accidenté .
- pour notre projet , nous considérons que des regards simples de raccordement distants de 35 à 50 m l'in de l'autre .

VI.6.6. Déversoir d'orage :

Un déversoir d'orage est un ensemble de dispositifs permettant d'évacuer vers le milieu naturel les points de ruissellement de manières à décharger le réseau d'aval . Il doit assure les fonctions suivantes :

- Evacuer sans surverse et sans remous le débit d'eaux usées de temps sec .
- Evacuer sans surverse le débit critique .
- 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 de by-pass ou ouvrages d'échange : envoyer les eaux excédentaire lors des orages vers un autre collecteur en assurant un rôle de maillage du réseau pour avoir la capacité de transport .

On a plusieurs types de déversoirs , on distingue :

- Déversoir d'orage à seuil frontal .
- Déversoir d'orage à seuil latéral .
- Déversoir à double seuil latéral .
- Déversoir avec double ouverture de radier .

Choix de types de déversoirs :

Le choix des déversoirs ne se base pas uniquement sur la connaissance de leur mode de calcul, mais également en tenant compte des régimes d'écoulement des niveaux d'eau de l'émissaire et de la topographie du terrain.

- Nous avons projeté un déversoir à seuil frontal à la sortie du collecteur pour assurer la bon fonctionnement de ce dernier et diminuer la pollution.

VI.6.7. Dimensionnement de déversoir :

Ce calcul suit le principe de dimensionnement d'un déversoir d'orage frontal comme illustré par le rapport de Mr . B.SALAH « Assainissement des eaux usées et pluviales des agglomérations : A l'usage des étudiants de l'option Assainissement »

Le débit total Q_{tot} :

$$Q_{tot} = Q_{pluvial} + Q_{eaux\ usées\ dom} + Q_{indust} + Q_{eaux\ usées\ pub} + Q_{paras}$$

Le débit critique Q_{cr} :

$$Q_{cr} = Q_{tot} \times \left(1 - \frac{t_c}{100}\right)$$

t_c : temps de concentration évalué en fonction de la nature et la structure de la surface a drainé

$$t_c = t_1 + t_2$$

- Temps t_1 en minute mis par l'eau pour traverser un parcours de canalisation de longueur L (m) , avec une vitesse moyenne V (m/s) .

$$t_1 = \frac{L}{60v}$$

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

➤ **Le débit critique se compose :**

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

$$Q_{cr} = Q_{dév} + Q_{step}$$

On calcule le débit déversé : $Q_{dév} = Q_{cr} - Q_{step}$

Détermination de débit de la STEP , Q_{step} :

- Calcul du débit de pointe d'eaux usées $Q_{pt} = (\text{domes.} + \text{indus.} + \text{eau usée pub.})$

$$Q_{pte} = Q_{moy} \times K_p \text{ avec } K_p = 1.5 + \frac{2.5}{\sqrt{Q_{moy}}}$$

- Tenant compte de la dilution :

dilution de 2 : $Q_{step} = Q_{pt} * (1+1)$, dilution de 3 : $Q_{step} = Q_{pt} * (1+2)$

Détermination des hauteurs d'eau correspondant aux débits à l'amont du déversoir :

- Hauteur d'eau demandée par la STEP :

$$R_{q(step)} = \frac{Q_{step}}{Q_{ps}} \implies \text{abaque} \implies R_h = \frac{h_{step}}{D} \text{ et } R_v = \frac{v}{v_{ps}} \implies h_{step} = R_h \times D$$

$$R_{Qcr} = \frac{Q_{cr}}{Q_{ps}} \implies \text{abaque} \implies R_{hcr} = \frac{h_{tcr}}{D} \implies h_{tcr} = R_{hcr} \times D$$

Avec :

- D : diamètre du collecteur amont (l'entrée de déversoir) .
- Q_{ps} : débit en plein section du collecteur amont .

Hauteur d'eau déversée par le déversoir vers le milieu naturel :

$$h_{dév} = h_{tcr} - h_{step}$$

En fonction de la topographie , l'endroit de la décharge , l'endroit de la STEP et les conditions hydrauliques on choisit le type de déversoir à adopter (forme et matériau) , ($m = 0.46$, déversoir frontal) :

A la base de la formule suivante , en déduit la largeur du seuil « L » :

$$Q_{dév} = m \times L \times h_{dév} \sqrt{2gh_{dév}} \text{ donc : } L = \frac{Q_{dév}}{m \sqrt{2gh_{dév}^{3/2}}}$$

AN :

Q_{tot} (m^3/s)	t_c (min)	Q_{cr} (m^3/s)	Q_{pt} (m^3/s)	Q_{step} (m^3/s)	R_{Qstep}	R_{hstep}	h_{step} (m)	R_{Qcr}	R_{hcr}	h_{cr} (m)	$h_{dév}$ (m)	L (m)
3.64	7.83	3.34	0.22	0.66	0.27	0.34	0.41	0.96	0.65	0.78	0.27	3.5

VI.7. Conclusion :

Dans ce chapitre on a calculé les différents paramètres hydrauliques nécessaires du réseau d'assainissement, on a obtenu les résultats suivants :

- 21 tronçons à rénover .
- 77 tronçons nécessitent un changement de diamètre .

Ainsi que le calcul de déversoir nous a donné les résultats suivants :

- $h_{dév} = 0.27 \text{ m}$.
- $L_{dév} = 3.5 \text{ m}$.

Chapitre VII

Estimation quantitative et financière du système d'assainissement

Chapitre 07 :
Organisation du chantier

VII.1. Introduction :

L'organisation du chantier vise à planifier et coordonner la mise en œuvre des moyens nécessaires pour réaliser de manière optimale les travaux à exécuter. Avant de se rendre sur le chantier et de débiter la réalisation, il est crucial de mener une étude théorique. Cette phase implique la détermination précise du temps de réalisation, le choix du matériel, l'estimation de la main-d'œuvre requise, ainsi que la liste des matériaux de construction nécessaires. Une fois cette étape théorique achevée, on passe à la mise en œuvre pratique des travaux sur le terrain.

VII.2. Emplacement des canalisations dans la chaussée :

L'emplacement de la canalisation peut varier en fonction de la configuration de la chaussée et du système de réseau. Lorsque la largeur des rues est limitée à 10 à 15 mètres, la canalisation est généralement installée dans l'axe de la chaussée. En revanche, si la chaussée est plus large, il est envisageable de poser la canalisation sous chaque trottoir. Les canalisations peuvent être disposées de différentes manières, notamment :

- Dans le terrain naturel, une solution fréquemment adoptée.
- Dans des galeries accessibles.
- Dans des fouilles réalisées dans le terrain. [4]

VII.3. Les tâches principales des travaux :

Les tâches à réaliser comprennent les éléments suivants :

- Vérification et manipulation des conduites.
- Élimination de la couche de goudron (le cas échéant) ou de la végétation.
- Positionnement des jalons des piquets.
- Excavation des tranchées et des fosses pour les regards.
- Préparation du lit de pose.
- Installation des canalisations dans les tranchées.
- Assemblage des tuyaux.
- Réalisation des essais d'étanchéité pour les conduites et les joints.
- Remblayage des tranchées.

VII.4. Stockage des matériaux :

L'aire de stockage, idéalement située à proximité des accès, doit être sécurisée pour prévenir tout vol de matériaux. Elle a pour fonction le stockage des matériaux, des éléments préfabriqués et du matériel. [5]

Les accessoires ne devraient être déballés qu'au moment de leur utilisation afin d'éviter tout contact avec l'huile, les solvants et autres substances chimiques.

VII.5. Chargement et transport :

Le chargement des véhicules doit être effectué de manière à prévenir toute détérioration ou déformation des tubes et des accessoires pendant le transport. Il est essentiel d'éviter :

- Les manutentions brutales, les flèches importantes et les ballants.
- Tout contact entre les tubes, les raccords et des pièces métalliques saillantes.
- Que les emboîtures dépassent de la pile.

VII.6. Le piquetage :

En suivant les tracés du plan de masse, il est nécessaire de positionner des jalons ou piquets à chaque emplacement de regard, à chaque changement de direction ou de pente, ainsi qu'à chaque branchement ou jonction de canalisation.

VII.7. Travaux de terrassement :

En général, toute opération modifiant le relief du sol, que ce soit le creusement d'une fosse, d'une rigole ou tout mouvement de terres, est considérée comme un terrassement. Ces travaux impliquent des opérations d'implantation et de piquetage visant à définir les mouvements de terres nécessaires en fonction des niveaux finaux à atteindre. [5]

VII.7.1. Décapage :

Il s'agit de l'opération visant à éliminer du sol les souches des arbres abattus. Cette tâche peut être réalisée à l'aide d'un pousseur lorsque le nombre de souches est élevé et leur taille modeste, ou avec une pelle hydraulique si le nombre de souches est limité.

Pendant l'opération de décapage, la couche de sol organique présente sur le site des travaux de terrassement est retirée. Ce sol organique peut soit être stocké pour une utilisation ultérieure lors de l'aménagement final, soit transporté hors du site des travaux. [5]

VII.7.2. Excavation des tranchées :

Suivant les pentes des conduites même lorsque les tranchées sont très profondes (3 à 4 m). Il est essentiel de veiller à ce que la conduite d'assainissement soit positionnée plus bas que celle d'eau potable afin d'éviter toute contamination de l'eau en cas de fuite d'eau usée. Pour les regards et autres ouvrages, la tranchée est généralement creusée de manière à laisser un espace libre entre la surface extérieure de la maçonnerie et la paroi de la tranchée. [5]

- Largeur du fond de la tranchée :

$$B = d + (2 * 0.3) (m)$$

- B : largeur d'ouverture de tranchée.
- d : diamètre de la conduite .

- Profondeur de la tranchée :

$$H = e + d + h (m)$$

- H : profondeur de la tranchée (m) .
- e : épaisseur de li de pose (m) .
- d : diamètre de la conduite .
- h : hauteur du remblai .

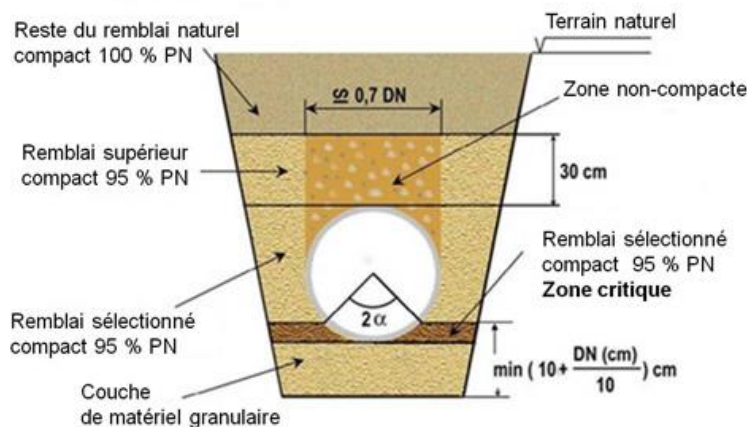


Figure VII-1 : Coupe transversale de la tranchée.

Source : soudure plastique.com

VII.7.3. Production en terrassement des engins :

Il s'agit du taux horaire auquel le matériau est déplacé, exprimé en différentes unités :

- Mètre cube en place : volume du matériau mesuré à l'état normal dans le sol avant l'excavation.
- Mètre cube foisonné : volume du matériau après excavation, influencé par le processus d'excavation.
- Mètre cube compacté : volume du matériau après compactage, réduisant ainsi son volume initial. [5]

VII.7.4. Le lit de sable :

Les canalisations seront installées sur un lit de pose composé de sable d'une épaisseur minimale de 10 cm. Ce lit de sable doit être soigneusement nivelé selon les contours du profil en long et doit être constitué de sable contenant au moins 12 % de particules inférieures à 0.1 m. Dans le cas où le terrain présente des instabilités, des mesures spéciales telles que la réalisation d'un béton de propreté, la création de berceaux ou même la mise en place de dalles de répartition peuvent s'avérer nécessaires. [10]

VII.7.5. La pose des conduites :

La mise en place des conduites d'assainissement se fait de l'aval vers l'amont. Avant d'installer les canalisations dans les tranchées, une sélection préalable est effectuée pour remplacer celles qui ont subi des chocs importants ou présentent des fissurations. Il est impératif de vérifier l'absence de tout corps étranger à l'intérieur des conduites et d'inspecter l'état du revêtement intérieur et extérieur des tuyaux. Une légère pente est toujours maintenue lors de la pose des conduites pour faciliter l'évacuation de l'air emprisonné, que ce soit pendant le remplissage ou le fonctionnement normal. Les tuyaux sont déposés dans les tranchées à l'aide d'une grue ou d'une machine de pose de tubes, avec une descente lente et ordonnée. L'alignement des tuyaux est régulièrement vérifié tout au long du processus. [10]

VII.7.6. Assemblage des conduites :

Les joints des canalisations circulaires à emboîtement sont réalisés en utilisant une bague renforcée d'une armature, coulée sur place à l'intérieur d'un moule.

VII.7.7. Remblaiement et compactage des tranchées :

Une fois les canalisations posées, le comblement des tranchées est réalisé pour rétablir le niveau du terrain naturel. Les remblais sont ajoutés par couches de 20 cm, soigneusement compactées et damées. Cette opération de remblaiement et de compactage des tranchées est généralement effectuée à l'aide d'engins tels que le chargeur et le rouleau lisse. [5]

VII.8. Les engins :

Le Bulldozer ou Bouteur :

Le bulldozer est un engin d'excavation et de remblayage composé d'une chenille ou de pneus, doté d'une lame horizontale perpendiculaire à l'axe longitudinal du tracteur à l'arrière. Cette lame est fixée au châssis par deux solides longerons permettant un mouvement de montée et de descente actionné par des vérins hydrauliques :

- L'angle d'attaque de la lame est ajusté par un vérin d'inclinaison.
- Le levage de la lame est assuré par deux vérins situés à l'avant du tracteur, fixés au châssis. [5]

La chargeuse :

C'est un engin qui est sur pneus ou sur chenilles . Les chargeuses à chenilles sont utilisées sur des terrains ou les conditions du sol sont très mauvaises . Les chargeuses sur pneus sont employées de plus en plus à cause de leur grande mobilité (rapidité de manœuvre , plus grand facilité de déplacement) .

Une chargeuse se compose d'un tracteur équipé d'un godet ou d'une benne relevable, généralement fixé à l'aide de deux bras latéraux articulés. Le godet est conçu pour basculer, et son levage ainsi que son basculement sont commandés hydrauliquement. Ces engins sont parmi les équipements de chargement les plus largement utilisés, exécutant des fonctions similaires aux pelles mécaniques. [5]

La chargeuse pelleuse (rétro chargeur) :

Engin automoteur équipé de pneus, doté à l'arrière d'une pelle-rétro et à l'avant d'un godet spacieux, cet engin est spécialement conçu pour les chantiers de Voirie et Réseaux Divers (VRD). Il assume ainsi les fonctions à la fois de chargeuse et de pelle hydraulique, ce qui en fait un équipement polyvalent adapté aux travaux sur des sites de petite envergure. [5]

La niveleuse ou grader :

La niveleuse est un engin destiné aux terrassements légers. Elle peut être tractée, appelée alors GRADER, ou automotrice, connue sous le nom de MOTORGRADER, cette dernière étant plus couramment utilisée. La niveleuse est équipée d'un châssis monté sur 4 à 6 roues à pneus, avec une lame mobile fixée au centre. Sur les petits engins, la lame est généralement manœuvrée à la main à l'aide de volants, tandis que sur les modèles plus lourds, les opérations sont contrôlées par des manettes actionnant des vérins. [5]

La pelle hydraulique :

La pelle, également connue sous le nom de pelle mécanique ou excavatrice pour chargement stationnaire, est un engin de terrassement opérant en position fixe. Elle peut être de type :

- Portée (montée sur camion, wagon, ...).
- Automotrice, avec des chenilles, des pneus ou conçue pour le rail.
- À poste fixe, montée sur un socle. [5]

Les rouleaux à cylindres lisses :

Ces rouleaux, souvent utilisés, sont équipés de bandages en acier disposés en tricycle, avec un chevauchement d'environ 10 cm entre chaque voie. Lorsqu'ils sont tractés, ces rouleaux rencontrent des difficultés à gravir des remblais de hauteur significative. Leur action de terrassement s'effectue de haut en bas. Les cylindres rigides présentent l'inconvénient de créer un bourrelet mobile devant eux, surtout lorsque le soubassement n'est pas rigide, et ils ont tendance à accentuer les ondulations de la surface remblayée. [5]

Devis quantitatif :

Pour estimer le coût de réalisation de notre projet, nous devons passer par le calcul du devis quantitatif et estimatif. Ce processus implique la détermination des quantités de toutes les opérations réalisées sur le terrain pour concrétiser le projet, suivies de la multiplication par le prix unitaire correspondant. Les différentes étapes, réalisées chronologiquement, comprennent :

- 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 travaux de remblaiement de la tranchée.
- Le transport des sols excédentaires. Le logiciel Covadis est utilisé pour élaborer le bordereau des prix et établir le devis quantitatif et estimatif. [10]

VII.9.1. Calcul des volumes :

▪ **Volume de décapage :**

$$V_{d\acute{e}c} = H_{d\acute{e}c} \times L \times b (m^3)$$

- $H_{d\acute{e}c}$: profondeur de la couche à décapier (10 cm) .
- L : longueur de la tranchée en (m).
- b : largeur de la couche à décapier .

▪ **Volume de déblai :**

$$V_{d\acute{e}b} = B \times L \times H (m^3)$$

- B : largeur de la tranchée (m) .
- L : longueur de la tranchée (m) .
- H : profondeur de la tranchée (m) .

▪ **Volume de lit de sable :**

$$V_{lit} = B \times L \times e (m^3)$$

- B : largeur de la tranchée (m) .
- L : longueur de la tranchée (m) .
- e : épaisseur de la couche de sable (m) .

▪ **Volume occupé par la canalisation :**

$$V_{cond} = \frac{\pi \times D^2}{4} \times L (m^3)$$

- L : longueur de la tranchée (m) .
- D : diamètre de la conduite (m) .

▪ **Volume de remblai :**

$$V_{remb} = V_{d\acute{e}b} - (V_{cond} + V_{lit})(m^3)$$

▪ **Volume excédentaire :**

$$V_{exc} = V_f - V_{rem} (m^3)$$

- V_f : volume foisonné

$$V_f = V_{d\acute{e}b} \times K_f$$

- K_f : coefficient de foisonnement

Tableau VII.1. Coefficient de foisonnement.

Terrain	Foisonnement
Argile, limon ,sable argileux	1.25
Grave et sable argileux	1.10
Sol rocheux altérés	1.30
Sol meuble	1.35

Tableau VII.2. : détermination du devis quantitatif et estimatif du projet .

désignation des travaux	unités	quantités	prix unitaire DA	montant (DA)
lot canalisation				
travaux de terrassement				
Déblai	m3	43954	1000	43954000
Pose du lit de sable	m3	1758,16	1000	1758160
Remblai de la tranchée	m3	3788,03248	700	2651622,74
Evacuation des déblaies	m3	49500,1925	200	9900038,5
canalisation				
PVC 300	ml	5253	2500	13132500
PVC 400	ml	2907	4000	11628000
PVC 500	ml	945	6000	5670000
PVC 600	ml	867	8000	6936000
PVC 800	ml	1382	9113	12594166
PVC 1000	ml	10623	13318	141477114
constructions				
déversoir d'orage	ml	1	300000	300000
regards	unités	100	30000	3000000
			TOTAL(HT)	253001601
			T,V,A(17%)	43010272,2
			TOTAL(TT C)	209991329

Délais de réalisation du projet :

Tableau VII.3 : calcul du délai du projet

Opération	TR	DCP	DFP
Piquetage	8	0	8
Décapage	10	8	18
Excavation des tranchés	15	18	33
Lit de sable	10	33	43
Construction des ouvrages	25	43	68
Mise en place des ouvrages	15	68	83
Pose de conduites	10	83	93
Assemblage des conduites	15	93	108
Remblai	16	108	124
Finition	8	124	132

Avec :

- TR : temps de réalisation .
- DCP : date de commencement de projet .
- DFP : date de finition de projet .

D'après les calculs on arrive à estimer le temps de réalisation du projet qui est proche de 4 mois .

VII.9. Conclusion :

D'après ce chapitre on peut conclure que : L'organisation de chantier est nécessaire avant le commencement des travaux, car elle nous permet de définir tous les volumes des travaux nécessaires pour l'élaboration du chantier. D'autre part, définie aussi tous les engins que l'on peut utiliser dans le chantier. L'étude estimative des volumes des travaux, nous permet d'établir une estimation du coût total du projet.

Conclusion générale

Conclusion générale

L'objectif de notre étude est de diagnostiquer et rénover le réseau d'assainissement de la cité 08 mai 1945 afin de permettre une évacuation efficace des débits d'eaux usées et pluviales dans des conditions favorables, prévenant ainsi les problèmes potentiels pour la santé publique et l'environnement.

Nous avons débuté par présenter la zone d'étude et ses caractéristiques. Ensuite, nous avons réalisé une étude hydrologique pour déterminer l'intensité moyenne maximale, établie à 188.22 l/s/ha en utilisant les résultats issus de l'ajustement de la série pluviométrique à la loi de GAUSS.

Le réseau que nous avons conçu est de type unitaire en raison de la topographie du site, avec un schéma d'évacuation par déplacement latéral pour évaluer les débits d'eaux usées, nous avons pris en compte les débits domestiques et publics. Concernant l'estimation des débits pluviaux, la zone a été divisée en 18 surfaces élémentaires, avec le choix du coefficient de ruissellement en fonction de la nature de la surface. Nous avons opté pour la méthode rationnelle, avec une période de retour de dix ans et un horizon de calcul jusqu'en 2053. On raconte des différents anomalies dans notre réseau la on appelée pour faire un dimensionnement au réseau et les ouvrages annexes projetées (un déversoir du type frontale) pour minimiser la pollution .

Références bibliographiques :

- [1] Rapport d'étude de diagnostic de la cité 08 mai 1945 , BET PROJETHAL concept , Alger
- [2] TOUAIBIA.B, Mars (2004), manuel pratique de l'hydrologie , Madani Frères , ENSH (Blida) .
- [3] AIBECHE Zakaria (2020) "diagnostic et réhabilitation du réseau d'assainissement de la localité de Ouled Mendil " (W. Alger) , mémoire de fin d'étude , ENSH (Blida) ,.
- [4] AZARI Sief el islem (2019) "Dimensionnement du réseau d'assainissement de la nouvelle ville de BOUINAN – Lot : B et D" , mémoire de fin d'étude ENSH (Blida)
- [5] GOMELLA , GUERREE, (1978) , Les eaux usées dans les agglomérations urbaines ou rurales , édition Eyrolles Paris ,.
- [6] ABIDAT Ayoub (2018) "dimensionnement du réseau d'assainissement des localités M'hada et Ouled Hannech commune de Meftah", mémoire de fin d'étude, ENSH (Blida).
- [7] BOURRIER .Régis, (2008) , Les réseaux d'Assainissement (calculs, applications et perspectives) , Edition Lavoisier (Paris).
- [8] CHARAD Mohamed Amir (2019) "interception des rejets d'eaux usées de la zone Nord-Ouest de la willaya de l'Eulma ", mémoire de fin d'étude ,ENSH (Blida) .

Annexes

Annexe I :

N°SB	Tronçon	Cote Am(m)	Cote Av(m)	Dis (m)	I pente	Q pluv	Q usée	Q tot	KS	D _{cal}	D _{nor}	V _{ps}	Q _{ps}	R _q	R _{qmin}	R _v	R _{vmin}	R _h	R _{hmin}	V	V _{min}	H	H _{min}	Auto-curage
SB1	R3-R4	111,18	111,15	6,83	0,02	0,18	0,01	0,18	75	338	400	2,27	0,28	0,65	0,04	1,05	0,29	0,59	0,12	2,39	0,65	235	48	vérifie
	R4-R5	111,15	111,10	4,14	0,02	0,18	0,01	0,18	75	338	400	2,27	0,28	0,65	0,04	1,05	0,29	0,59	0,12	2,39	0,65	235	48	vérifie
	R5-R6	111,10	110,74	5,22	0,07	0,18	0,01	0,18	75	268	300	3,47	0,25	0,75	0,04	1,08	0,31	0,65	0,13	3,77	1,09	194	40	vérifie
	R6-R9	110,74	109,07	16,74	0,1	0,18	0,01	0,18	75	250	300	4,18	0,3	0,62	0,03	1,05	0,28	0,57	0,12	4,37	1,18	172	36	vérifie
	R9-R10	109,07	108,50	5,31	0,11	0,18	0,01	0,18	75	246	300	4,39	0,31	0,59	0,03	1,04	0,28	0,56	0,12	4,54	1,21	167	35	vérifie
	R10-R11	108,50	106,92	12,03	0,13	0,18	0,01	0,18	75	238	300	4,77	0,34	0,55	0,03	1,01	0,26	0,53	0,11	4,84	1,26	158	33	vérifie
	R11-R12	106,92	104,97	25,69	0,08	0,18	0,01	0,18	75	263	300	3,65	0,26	0,71	0,04	1,08	0,3	0,63	0,13	3,92	1,11	188	39	vérifie
	R12-R13	104,97	104,25	13,77	0,05	0,18	0,01	0,18	75	283	300	3,02	0,21	0,86	0,05	1,11	0,34	0,71	0,14	3,35	1,02	214	43	vérifie
SB2	R13-R20	104,25	103,34	13,27	0,07	0,18	0,01	0,18	75	268	300	3,47	0,25	0,75	0,04	1,08	0,31	0,65	0,13	3,77	1,09	194	40	vérifie
	R20-R21	103,34	103,20	5,86	0,02	0,61	0,02	0,63	75	519	600	3,26	0,92	0,68	0,02	1,07	0,22	0,61	0,09	3,48	0,72	366	55	vérifie
	R21-R22	103,20	102,39	19,97	0,02	0,61	0,02	0,63	75	537	600	2,98	0,84	0,75	0,02	1,08	0,23	0,65	0,1	3,23	0,7	388	58	vérifie
	R22-R23	102,39	100,59	58,56	0,02	0,61	0,02	0,63	75	537	600	2,98	0,84	0,75	0,02	1,08	0,23	0,65	0,1	3,23	0,7	388	58	vérifie
	R23-R24	100,59	100,30	22,81	0,01	0,61	0,02	0,63	75	582	600	2,4	0,68	0,93	0,03	1,12	0,26	0,76	0,11	2,69	0,63	456	66	vérifie
	R24-R27	100,30	99,38	43,84	0,02	0,61	0,02	0,63	75	532	600	3,05	0,86	0,73	0,02	1,08	0,23	0,64	0,1	3,29	0,7	382	57	vérifie
	R27-R31	99,38	99,09	21,87	0,01	0,61	0,02	0,63	75	582	600	2,4	0,68	0,93	0,03	1,12	0,26	0,76	0,11	2,69	0,63	456	66	vérifie
	R31-R32	99,09	99,06	21,60	0,02	0,61	0,02	0,63	75	537	600	2,98	0,84	0,75	0,02	1,08	0,23	0,65	0,1	3,23	0,7	388	58	vérifie
	R32-R33	99,06	98,91	14,79	0,01	0,61	0,02	0,63	75	611	800	2,55	1,28	0,49	0,02	0,99	0,19	0,49	0,08	2,52	0,47	392	62	vérifie
	R33-R34	98,91	98,80	12,75	0,01	0,61	0,02	0,63	75	611	800	2,55	1,28	0,49	0,02	0,99	0,19	0,49	0,08	2,52	0,47	392	62	vérifie
R34-R35	98,80	98,00	54,09	0,02	0,61	0,02	0,63	75	567	600	2,58	0,73	0,87	0,03	1,11	0,25	0,71	0,1	2,86	0,65	429	63	vérifie	
SB3	R35-R510	98,00	97,87	37,74	0,01	1,04	0,03	1,07	75	746	800	2,55	1,28	0,83	0,02	1,1	0,23	0,7	0,1	2,82	0,59	556	77	vérifie
	R43-R41	99,93	99,50	32,34	0,03	0,43	0,01	0,44	100	390	400	3,7	0,47	0,95	0,02	1,13	0,22	0,77	0,09	4,17	0,82	310	37	vérifie
	R41-R40	99,50	99,09	22,24	0,03	0,43	0,01	0,44	100	398	400	3,51	0,44	1	0,02	1,14	0,23	0,82	0,09	3,99	0,8	329	38	vérifie
	R40-R39	99,09	99,07	8,35	0,03	0,43	0,01	0,44	100	395	400	3,58	0,45	0,98	0,02	1,13	0,23	0,8	0,09	4,05	0,81	322	37	vérifie
	R39-R38	99,07	98,73	27,61	0,04	0,43	0,01	0,44	100	370	400	4,28	0,54	0,82	0,02	1,1	0,2	0,69	0,08	4,71	0,87	274	34	vérifie
	R38-R37	98,73	98,69	20,73	0,05	0,43	0,01	0,44	100	355	400	4,78	0,6	0,73	0,02	1,08	0,19	0,64	0,08	5,16	0,92	255	32	vérifie

	R37-R36	98,69	98,49	20,02	0,03	0,43	0,01	0,44	100	390	400	3,7	0,47	0,95	0,02	1,13	0,22	0,77	0,09	4,17	0,82	310	37	vérifie
	R36-R35	98,49	98,00	10,87	0,06	0,43	0,01	0,44	100	348	400	5,01	0,63	0,7	0,02	1,07	0,19	0,62	0,08	5,37	0,94	247	31	vérifie
	R45-R46	115,35	110,24	48,21	0,11	0,45	0,01	0,46	75	346	400	5,32	0,67	0,68	0,01	1,07	0,18	0,61	0,08	5,67	0,96	244	30	vérifie
	R46-R47	110,24	106,97	34,00	0,12	0,45	0,01	0,46	75	340	400	5,55	0,7	0,66	0,01	1,06	0,18	0,59	0,07	5,87	0,98	237	30	vérifie
	R47-R48	106,97	105,28	24,63	0,09	0,45	0,01	0,46	75	359	400	4,81	0,6	0,76	0,02	1,09	0,19	0,65	0,08	5,22	0,92	260	32	vérifie
	R48-R49	105,28	103,51	23,30	0,12	0,45	0,01	0,46	75	340	400	5,55	0,7	0,66	0,01	1,06	0,18	0,59	0,07	5,87	0,98	237	30	vérifie
	R49-R51	103,51	103,19	17,31	0,02	0,45	0,01	0,46	75	485	500	2,5	0,49	0,93	0,02	1,12	0,21	0,76	0,09	2,81	0,54	381	44	vérifie
	R51-R52	103,19	102,69	26,38	0,02	0,45	0,01	0,46	75	480	500	2,57	0,5	0,91	0,02	1,12	0,21	0,74	0,09	2,87	0,54	372	44	vérifie
	R52-R53	102,69	100,38	40,78	0,05	0,45	0,01	0,46	75	401	500	4,16	0,82	0,56	0,01	1,02	0,16	0,54	0,07	4,25	0,67	268	34	vérifie
	R53-R54	100,38	99,71	33,94	0,02	0,45	0,01	0,46	75	480	500	2,57	0,5	0,91	0,02	1,12	0,21	0,74	0,09	2,87	0,54	372	44	vérifie
	R54-R55	99,71	99,30	21,18	0,02	0,45	0,01	0,46	75	472	500	2,7	0,53	0,86	0,02	1,11	0,21	0,71	0,09	2,99	0,56	357	43	vérifie
	R55-R16	99,30	96,17	71,83	0,04	0,45	0,01	0,46	75	412	500	3,86	0,76	0,6	0,01	1,04	0,17	0,56	0,07	4,01	0,65	282	36	vérifie
SB4	R169-R168	101,59	101,51	19,58	0,2	0,34	0,01	0,35	75	279	300	5,91	0,42	0,83	0,02	1,1	0,23	0,69	0,1	6,52	1,39	208	29	vérifie
	R168-R60	101,51	100,81	31,27	0,24	0,34	0,01	0,35	75	269	300	6,48	0,46	0,76	0,02	1,09	0,22	0,65	0,09	7,04	1,44	195	28	vérifie
	R60-R62	100,81	100,53	20,13	0,3	0,34	0,01	0,35	75	258	300	7,24	0,51	0,68	0,02	1,06	0,21	0,61	0,09	7,71	1,52	182	26	vérifie
	R62-R63	100,53	99,33	25,88	0,4	0,34	0,01	0,35	75	245	300	8,36	0,59	0,59	0,02	1,03	0,19	0,55	0,08	8,63	1,62	166	24	vérifie
	R63-R64	99,33	99,21	15,83	0,22	0,34	0,01	0,35	75	274	300	6,2	0,44	0,79	0,02	1,09	0,23	0,67	0,09	6,79	1,42	201	28	vérifie
	R64-R65	99,21	99,06	15,10	0,21	0,34	0,01	0,35	75	276	300	6,06	0,43	0,81	0,02	1,1	0,23	0,68	0,1	6,66	1,4	204	29	vérifie
	R65-R66	99,06	98,83	32,91	0,10	0,34	0,01	0,35	75	317	400	5,07	0,64	0,54	0,02	1,01	0,19	0,53	0,08	5,14	0,94	211	31	vérifie
	R66-R69	98,83	98,49	13,10	0,03	0,34	0,01	0,35	75	398	400	2,78	0,35	0,99	0,03	1,14	0,26	0,82	0,11	3,15	0,72	328	43	vérifie
	R69-R70	98,49	97,89	19,11	0,03	0,34	0,01	0,35	75	395	400	2,82	0,35	0,98	0,03	1,13	0,26	0,8	0,11	3,2	0,72	321	43	vérifie
	R70-R507	97,89	96,48	25,68	0,06	0,34	0,01	0,35	75	355	400	3,76	0,47	0,73	0,02	1,08	0,22	0,64	0,09	4,06	0,82	255	36	vérifie
	R71-R72	109,26	108,75	26,65	0,03	0,34	0,01	0,35	75	398	400	2,78	0,35	0,99	0,03	1,14	0,26	0,82	0,11	3,15	0,72	328	43	vérifie
	R72-R73	108,75	107,23	29,82	0,05	0,34	0,01	0,35	75	360	400	3,62	0,45	0,76	0,02	1,09	0,22	0,65	0,09	3,94	0,81	261	37	vérifie
	R73-R74	107,23	106,24	28,40	0,04	0,34	0,01	0,35	75	386	400	3	0,38	0,92	0,03	1,12	0,25	0,75	0,1	3,36	0,74	302	41	vérifie
	R74-R78	106,24	105,33	66,99	0,01	0,34	0,01	0,35	75	459	500	2,2	0,43	0,8	0,02	1,1	0,23	0,68	0,1	2,42	0,51	338	48	vérifie
	R78-R79	105,33	103,98	21,86	0,02	0,34	0,01	0,35	75	429	500	2,63	0,52	0,67	0,02	1,06	0,21	0,6	0,09	2,8	0,55	301	43	vérifie
	R79-R140	103,98	102,39	24,78	0,02	0,34	0,01	0,35	75	415	500	2,88	0,57	0,61	0,02	1,04	0,2	0,57	0,08	3,01	0,57	285	41	vérifie
R94-R95	117,53	116,86	22,22	0,3	0,38	0,01	0,39	75	270	300	7,24	0,51	0,76	0,02	1,09	0,2	0,65	0,08	7,88	1,43	196	25	vérifie	

SB5	R95-R96	116,86	116,10	31,87	0,2	0,38	0,01	0,39	75	291	300	5,91	0,42	0,93	0,02	1,12	0,22	0,76	0,09	6,64	1,31	229	27	vérifie
	R96-R102	116,10	110,81	76,46	0,22	0,38	0,01	0,39	75	286	300	6,2	0,44	0,89	0,02	1,11	0,22	0,73	0,09	6,92	1,34	219	27	vérifie
	R102-R93	110,81	100,63	43,04	0,24	0,38	0,01	0,39	75	281	300	6,48	0,46	0,85	0,02	1,11	0,21	0,71	0,09	7,17	1,36	212	26	vérifie
	R93-R85	100,63	108,37	27,45	0,08	0,38	0,01	0,39	75	344	400	4,59	0,58	0,68	0,02	1,06	0,19	0,61	0,08	4,89	0,85	242	31	vérifie
	R85-RP	108,37	108,03	11,89	0,04	0,38	0,01	0,39	75	394	400	3,21	0,4	0,97	0,02	1,13	0,23	0,79	0,09	3,63	0,72	317	37	vérifie
	RP-R148	108,03	106,50	27,26	0,06	0,38	0,01	0,39	75	370	400	3,79	0,48	0,82	0,02	1,1	0,21	0,69	0,09	4,17	0,78	274	34	vérifie
	R148-R149	106,50	105,18	25,09	0,05	0,38	0,01	0,39	75	374	400	3,69	0,46	0,84	0,02	1,11	0,21	0,7	0,09	4,08	0,77	280	35	vérifie
	R149-R542	105,18	104,47	20,73	0,03	0,38	0,01	0,39	75	406	500	3,43	0,67	0,58	0,01	1,03	0,17	0,55	0,07	3,53	0,58	274	36	vérifie
	R542-R543	104,47	103,94	27,78	0,04	0,38	0,01	0,39	75	404	500	3,48	0,68	0,57	0,01	1,03	0,17	0,54	0,07	3,57	0,59	271	36	vérifie
	R543-R544	103,94	103,63	26,42	0,01	0,38	0,01	0,39	75	493	500	2,04	0,4	0,97	0,02	1,13	0,23	0,8	0,09	2,31	0,46	400	47	vérifie
	R544-R138	103,63	103,59	23,72	0,1	0,76	0,02	0,78	75	430	500	5,89	1,16	0,67	0,02	1,06	0,2	0,6	0,08	6,26	1,16	302	41	vérifie
	R111-R112	106,06	105,65	36,25	0,2	0,38	0,01	0,39	100	261	300	7,89	0,56	0,7	0,02	1,07	0,19	0,62	0,08	8,44	1,49	186	24	vérifie
	R112-R113	105,65	104,73	16,72	0,06	0,38	0,01	0,39	100	333	400	5,01	0,63	0,62	0,01	1,04	0,18	0,57	0,07	5,24	0,88	229	30	vérifie
	R113-R114	104,73	104,25	18,44	0,03	0,38	0,01	0,39	100	383	400	3,45	0,43	0,9	0,02	1,12	0,22	0,74	0,09	3,85	0,75	296	36	vérifie
	R114-R115	104,25	103,86	21,22	0,02	0,38	0,01	0,39	100	395	400	3,17	0,4	0,98	0,03	1,13	0,24	0,8	0,1	3,59	0,76	321	40	vérifie
R115-R116	103,86	103,85	23,14	0,05	0,38	0,01	0,39	100	339	400	4,78	0,6	0,65	0,01	1,06	0,18	0,59	0,08	5,05	0,87	236	30	vérifie	
R116-R544	103,85	103,63	28,09	0,03	0,38	0,01	0,39	100	373	400	3,7	0,47	0,84	0,02	1,1	0,21	0,7	0,09	4,09	0,77	279	35	vérifie	
SB6	R98-R99	112,52	112,12	12,01	0,03	0,36	0,01	0,37	75	399	400	2,91	0,37	1,01	0,02	1,14	0,24	0,83	0,1	3,32	0,69	332	39	vérifie
	R99-R100	112,12	110,30	31,66	0,06	0,36	0,01	0,37	75	361	400	3,83	0,48	0,77	0,02	1,09	0,2	0,65	0,08	4,17	0,78	262	34	vérifie
	R100-R101	110,30	110,24	15,20	0,01	0,36	0,01	0,37	75	569	600	1,49	0,42	0,88	0,02	1,11	0,22	0,72	0,09	1,65	0,33	433	55	vérifie
	R101-RP	110,24	110,09	13,72	0,01	0,36	0,01	0,37	75	491	500	1,95	0,38	0,96	0,02	1,13	0,23	0,79	0,1	2,2	0,45	393	48	vérifie
	RP-RP	110,09	108,88	28,87	0,01	0,36	0,01	0,37	75	500	500	1,86	0,37	1,01	0,02	1,14	0,24	0,83	0,1	2,12	0,44	416	49	vérifie
	RP-R546	108,88	107,52	31,73	0,04	0,72	0,02	0,74	75	494	500	3,86	0,76	0,98	0,03	1,13	0,25	0,8	0,1	4,37	0,95	401	51	vérifie
	R546-R545	107,52	105,88	13,30	0,04	0,72	0,02	0,74	75	508	600	4,05	1,14	0,65	0,02	1,05	0,2	0,59	0,08	4,27	0,8	353	49	vérifie
	R545-R119	105,88	103,93	34,86	0,03	1,08	0,03	1,11	75	637	800	4,03	2,03	0,55	0,01	1,02	0,18	0,53	0,08	4,09	0,73	423	60	vérifie
	R119-R120	104,56	103,94	34,86	0,02	1,08	0,03	1,11	75	677	800	3,42	1,72	0,65	0,02	1,05	0,2	0,59	0,08	3,61	0,67	470	65	vérifie
	R120-R136	103,94	103,91	26,24	0,01	1,08	0,03	1,11	75	861	1000	2,09	1,64	0,67	0,02	1,06	0,2	0,6	0,08	2,23	0,42	605	84	vérifie
	R107-R108	114,58	114,43	27,86	0,2	0,36	0,01	0,37	75	285	300	5,91	0,42	0,88	0,02	1,11	0,22	0,72	0,09	6,58	1,31	217	27	vérifie
R108-R121	114,43	112,31	31,21	0,18	0,36	0,01	0,37	75	291	300	5,61	0,4	0,93	0,02	1,12	0,23	0,76	0,09	6,3	1,28	228	28	vérifie	

	R121-R125	112,31	110,27	34,14	0,16	0,36	0,01	0,37	75	297	300	5,29	0,37	0,98	0,02	1,13	0,24	0,81	0,1	6	1,24	243	29	vérifie
	R125-RP	110,27	110,17	12,89	0,1	0,36	0,01	0,37	75	324	400	5,07	0,64	0,58	0,01	1,03	0,18	0,55	0,07	5,22	0,89	219	29	vérifie
	RP-R124	110,17	108,89	20,85	0,09	0,36	0,01	0,37	75	331	400	4,81	0,6	0,61	0,01	1,04	0,18	0,57	0,08	5,01	0,87	227	30	vérifie
	R124-R123	108,89	108,11	12,31	0,14	0,72	0,02	0,74	75	396	400	6	0,75	0,98	0,03	1,13	0,25	0,81	0,1	6,8	1,49	323	41	vérifie
	R123-RP	108,11	107,88	45,70	0,18	0,72	0,02	0,74	75	378	400	6,8	0,85	0,87	0,02	1,11	0,23	0,72	0,1	7,55	1,58	286	38	vérifie
	R126-R127	111,80	110,88	25,36	0,2	0,36	0,01	0,37	75	285	300	5,91	0,42	0,89	0,02	1,11	0,22	0,73	0,09	6,59	1,31	218	27	vérifie
	R127-R128	110,88	109,93	29,19	0,22	0,36	0,01	0,37	75	280	300	6,2	0,44	0,84	0,02	1,11	0,22	0,7	0,09	6,86	1,34	210	27	vérifie
	R128-R549	109,93	107,02	49,02	0,06	0,36	0,01	0,37	75	359	400	3,89	0,49	0,76	0,02	1,09	0,2	0,65	0,08	4,23	0,79	260	34	vérifie
	R549-R131	107,02	106,22	22,24	0,03	0,36	0,01	0,37	75	398	400	2,96	0,37	1	0,02	1,14	0,24	0,82	0,1	3,36	0,7	328	39	vérifie
	R131-R548	106,22	106,16	23,16	0,01	0,36	0,01	0,37	75	501	600	2,1	0,59	0,62	0,02	1,05	0,18	0,57	0,08	2,2	0,38	345	46	vérifie
	R548-R547	106,16	106,11	62,52	0,01	0,36	0,01	0,37	75	470	500	2,2	0,43	0,86	0,02	1,11	0,22	0,71	0,09	2,44	0,48	354	45	vérifie
R547-R545	106,11	105,88	34,44	0,02	0,36	0,01	0,37	75	464	500	2,28	0,45	0,83	0,02	1,1	0,21	0,69	0,09	2,51	0,49	345	44	vérifie	
SB7	R134-R135	105,96	105,58	40,41	0,13	0,62	0,01	0,63	75	378	400	5,78	0,73	0,87	0,02	1,11	0,21	0,72	0,09	6,42	1,2	286	34	vérifie
	R135-R136	105,58	104,91	49,55	0,01	0,62	0,01	0,63	75	574	600	2,49	0,7	0,9	0,02	1,12	0,21	0,74	0,09	2,78	0,53	441	53	vérifie
	R136-R137	104,91	104,34	29,53	0,02	1,08	0,03	1,11	75	670	800	3,52	1,77	0,63	0,02	1,05	0,19	0,58	0,08	3,69	0,68	462	64	vérifie
	R137-R138	104,34	103,59	37,14	0,02	1,08	0,03	1,11	75	664	800	3,61	1,81	0,61	0,02	1,04	0,19	0,57	0,08	3,76	0,69	455	64	vérifie
	R138-R139	103,59	103,04	52,67	0,01	1,84	0,05	1,89	75	923	1000	2,96	2,33	0,81	0,02	1,1	0,22	0,68	0,09	3,26	0,65	682	91	vérifie
	R139-R140	103,04	102,39	50,53	0,01	1,84	0,05	1,89	75	879	1000	3,38	2,65	0,71	0,02	1,07	0,21	0,63	0,09	3,63	0,69	626	85	vérifie
	R140-R141	102,39	101,43	44,01	0,02	2,18	0,06	2,24	75	864	1000	4,19	3,29	0,68	0,02	1,07	0,2	0,61	0,08	4,46	0,85	608	84	vérifie
	R141-R142	101,43	100,87	28,20	0,02	2,18	0,06	2,24	75	848	1000	4,39	3,45	0,65	0,02	1,06	0,2	0,59	0,08	4,64	0,86	590	82	vérifie
	R142-R143	100,87	100,82	39,90	0,01	2,18	0,06	2,24	75	984	1000	2,96	2,33	0,96	0,03	1,13	0,24	0,79	0,1	3,35	0,72	789	101	vérifie
	R143-RP	100,82	100,48	22,79	0,02	2,18	0,06	2,24	75	912	1000	3,63	2,85	0,79	0,02	1,09	0,22	0,67	0,09	3,97	0,79	667	90	vérifie
	RP-RP	100,48	100,38	20,92	0,02	2,80	0,07	2,87	75	948	1000	4,19	3,29	0,87	0,02	1,11	0,23	0,72	0,09	4,66	0,95	719	94	vérifie
	RP-R499	100,38	100,30	20,56	0,03	2,80	0,07	2,87	75	878	1000	5,13	4,03	0,71	0,02	1,07	0,2	0,63	0,08	5,51	1,04	626	84	vérifie
	R499-R500	100,30	99,33	3,43	0,02	2,80	0,07	2,87	75	948	1000	4,19	3,29	0,87	0,02	1,11	0,23	0,72	0,09	4,66	0,95	719	94	vérifie
	R610-R611	102,77	102,52	11,27	0,2	0,62	0,01	0,63	75	349	400	7,17	0,9	0,7	0,02	1,07	0,18	0,62	0,08	7,68	1,33	247	31	vérifie
	R611-RP	102,52	102,23	20,19	0,1	0,62	0,01	0,63	75	397	400	5,07	0,64	0,99	0,02	1,13	0,22	0,81	0,09	5,75	1,13	325	37	vérifie
	RP-R555	102,23	101,55	45,02	0,12	0,62	0,01	0,63	75	384	400	5,55	0,7	0,9	0,02	1,12	0,21	0,74	0,09	6,21	1,18	296	35	vérifie
	R555-R157	101,55	101,10	46,38	0,02	0,62	0,01	0,63	75	567	600	2,58	0,73	0,87	0,02	1,11	0,21	0,71	0,09	2,86	0,54	429	52	vérifie

	R157-R156	101,10	101,00	16,96	0,09	0,62	0,01	0,63	75	405	500	5,59	1,1	0,57	0,01	1,03	0,17	0,55	0,07	5,74	0,93	273	35	vérifie
	R156-R155	101,00	100,83	13,73	0,01	0,62	0,01	0,63	75	591	600	2,3	0,65	0,97	0,02	1,13	0,22	0,79	0,09	2,61	0,51	476	55	vérifie
	R155-R154	100,83	100,76	6,83	0,02	0,62	0,01	0,63	75	547	600	2,82	0,8	0,79	0,02	1,09	0,2	0,67	0,08	3,09	0,56	401	49	vérifie
	R154-R153	100,76	100,67	25,80	0,03	0,62	0,01	0,63	75	497	500	3,23	0,63	1	0,02	1,14	0,22	0,82	0,09	3,66	0,72	410	46	vérifie
	R153-R152	100,67	100,61	9,75	0,09	0,62	0,01	0,63	75	405	500	5,59	1,1	0,57	0,01	1,03	0,17	0,55	0,07	5,74	0,93	273	35	vérifie
	R152-R150	100,61	100,53	31,90	0,06	0,62	0,01	0,63	75	437	500	4,56	0,9	0,7	0,02	1,07	0,19	0,62	0,08	4,89	0,85	310	39	vérifie
	R150-RP	100,53	100,48	7,88	0,08	0,62	0,01	0,63	75	414	500	5,27	1,03	0,61	0,01	1,04	0,17	0,57	0,07	5,48	0,9	283	36	vérifie
	R158-R159	106,29	106,20	29,60	0,02	0,62	0,01	0,63	75	537	600	2,98	0,84	0,75	0,02	1,08	0,19	0,65	0,08	3,23	0,57	388	48	vérifie
	R159-R160	106,20	106,16	10,31	0,02	0,62	0,01	0,63	75	567	600	2,58	0,73	0,87	0,02	1,11	0,21	0,71	0,09	2,86	0,54	429	52	vérifie
	R160-R161	106,16	105,70	16,53	0,02	0,62	0,01	0,63	75	527	600	3,12	0,88	0,71	0,02	1,08	0,19	0,63	0,08	3,35	0,58	376	47	vérifie
	R161-R162	105,70	105,20	14,10	0,04	0,62	0,01	0,63	75	483	500	3,48	0,68	0,92	0,02	1,12	0,22	0,75	0,09	3,91	0,75	377	44	vérifie
	R162-R163	105,20	103,71	67,78	0,02	0,62	0,01	0,63	75	527	600	3,12	0,88	0,71	0,02	1,08	0,19	0,63	0,08	3,35	0,58	376	47	vérifie
	R163-R164	103,71	103,53	21,17	0,03	0,62	0,01	0,63	75	515	600	3,33	0,94	0,67	0,01	1,06	0,18	0,6	0,08	3,53	0,6	361	45	vérifie
	R164-R165	103,53	103,45	7,49	0,03	0,62	0,01	0,63	75	491	500	3,33	0,65	0,96	0,02	1,13	0,22	0,79	0,09	3,76	0,73	395	46	vérifie
	R165-R166	103,45	103,32	9,15	0,01	0,62	0,01	0,63	75	574	600	2,49	0,7	0,9	0,02	1,12	0,21	0,74	0,09	2,78	0,53	441	53	vérifie
	R166-R167	103,32	103,00	30,04	0,02	0,62	0,01	0,63	75	537	600	2,98	0,84	0,75	0,02	1,08	0,19	0,65	0,08	3,23	0,57	388	48	vérifie
R167-R492	103,00	101,97	67,07	0,03	0,62	0,01	0,63	75	515	600	3,33	0,94	0,67	0,01	1,06	0,18	0,6	0,08	3,53	0,6	361	45	vérifie	
SB8	R191-R151	109,67	109,63	24,58	0,02	0,20	0,01	0,21	75	356	400	2,27	0,28	0,74	0,02	1,08	0,2	0,64	0,08	2,45	0,45	256	33	vérifie
	R151-R190	109,63	109,62	26,65	0,1	0,62	0,01	0,63	75	397	400	5,07	0,64	0,99	0,02	1,13	0,22	0,81	0,09	5,75	1,13	325	37	vérifie
	R190-R189	109,62	109,60	18,91	0,1	0,62	0,01	0,63	75	397	400	5,07	0,64	0,99	0,02	1,13	0,22	0,81	0,09	5,75	1,13	325	37	vérifie
	R189-R188	109,60	106,35	41,21	0,06	0,62	0,01	0,63	75	437	500	4,56	0,9	0,7	0,02	1,07	0,19	0,62	0,08	4,89	0,85	310	39	vérifie
	R188-R187	109,35	108,50	62,39	0,02	0,62	0,01	0,63	75	567	600	2,58	0,73	0,87	0,02	1,11	0,21	0,71	0,09	2,86	0,54	429	52	vérifie
	R187-R177	108,50	108,43	16,49	0,05	0,82	0,02	0,84	75	504	600	4,7	1,33	0,63	0,02	1,05	0,18	0,58	0,08	4,94	0,85	348	45	vérifie
	R177-R178	108,43	108,42	19,59	0,05	0,82	0,02	0,84	75	500	500	4,25	0,83	1,01	0,02	1,14	0,23	0,83	0,1	4,83	1	416	49	vérifie
	R178-R179	108,42	108,41	14,05	0,06	0,82	0,02	0,84	75	495	500	4,37	0,86	0,98	0,02	1,13	0,23	0,8	0,1	4,95	1,01	402	48	vérifie
	R179-R225	108,41	108,28	38,33	0,01	1,00	0,04	1,04	75	752	800	2,42	1,22	0,86	0,04	1,11	0,29	0,71	0,12	2,68	0,71	567	99	vérifie
	R225-R226	108,28	107,10	16,40	0,07	1,00	0,04	1,04	75	512	600	5,57	1,57	0,66	0,03	1,06	0,26	0,6	0,11	5,9	1,42	358	64	vérifie
	R226-R228	107,10	107,00	41,06	0,01	1,00	0,04	1,04	75	752	800	2,42	1,22	0,86	0,04	1,11	0,29	0,71	0,12	2,68	0,71	567	99	vérifie
R170-R171	106,47	106,37	22,02	0,05	0,20	0,01	0,21	75	299	300	2,96	0,21	1,01	0,02	1,14	0,23	0,83	0,1	3,36	0,69	249	29	vérifie	

	R171-R172	106,37	106,29	19,10	0,05	0,20	0,01	0,21	75	295	300	3,07	0,22	0,97	0,02	1,13	0,23	0,79	0,09	3,47	0,71	238	28	vérifie
	R172-R173	106,29	106,19	12,40	0,05	0,20	0,01	0,21	75	299	300	2,96	0,21	1,01	0,02	1,14	0,23	0,83	0,1	3,36	0,69	249	29	vérifie
	R173-R174	106,19	106,17	14,49	0,02	0,20	0,01	0,21	75	356	400	2,27	0,28	0,74	0,02	1,08	0,2	0,64	0,08	2,45	0,45	256	33	vérifie
	R174-R175	106,17	106,13	30,45	0,02	0,20	0,01	0,21	75	363	400	2,15	0,27	0,78	0,02	1,09	0,2	0,66	0,08	2,35	0,44	265	34	vérifie
	R175-R176	106,13	106,12	10,49	0,02	0,20	0,01	0,21	75	349	400	2,38	0,3	0,7	0,02	1,07	0,19	0,62	0,08	2,55	0,46	248	32	vérifie
	R176-R187	106,12	106,10	20,96	0,03	0,20	0,01	0,21	75	338	400	2,59	0,32	0,65	0,02	1,05	0,18	0,59	0,08	2,73	0,48	236	31	vérifie
SB9	R193-R194	106,15	105,93	19,91	0,05	0,18	0,01	0,19	75	294	300	2,81	0,2	0,96	0,03	1,13	0,24	0,79	0,1	3,17	0,68	236	30	vérifie
	R194-R195	105,93	105,59	32,08	0,04	0,18	0,01	0,19	75	298	300	2,71	0,19	0,99	0,03	1,14	0,25	0,82	0,1	3,08	0,67	245	31	vérifie
	R195-R196	105,95	105,40	17,49	0,05	0,18	0,01	0,19	75	292	300	2,87	0,2	0,94	0,02	1,12	0,24	0,77	0,1	3,22	0,68	230	30	vérifie
	R196-R197	105,40	105,10	18,62	0,02	0,18	0,01	0,19	75	357	400	2,03	0,25	0,75	0,02	1,08	0,21	0,64	0,09	2,2	0,43	258	35	vérifie
	R197-R198	105,10	104,98	28,10	0,01	0,18	0,01	0,19	75	390	400	1,6	0,2	0,94	0,02	1,13	0,24	0,77	0,1	1,8	0,38	309	40	vérifie
	R198-R144	104,98	102,33	30,32	0,09	0,18	0,01	0,19	75	258	300	3,97	0,28	0,68	0,02	1,06	0,2	0,61	0,08	4,22	0,79	182	25	vérifie
	R144-R462	102,33	100,78	43,37	0,04	0,54	0,03	0,57	75	454	500	3,72	0,73	0,78	0,04	1,09	0,31	0,66	0,13	4,07	1,17	332	67	vérifie
	R462-R463	100,78	100,68	4,56	0,02	0,54	0,03	0,57	75	508	600	3,12	0,88	0,65	0,03	1,05	0,28	0,59	0,12	3,29	0,89	353	71	vérifie
	R203-R202	105,58	105,09	13,25	0,04	0,18	0,01	0,19	75	305	400	3,08	0,39	0,49	0,01	0,99	0,17	0,49	0,07	3,04	0,51	196	28	vérifie
	R202-R201	105,09	104,71	14,94	0,03	0,18	0,01	0,19	75	328	400	2,54	0,32	0,6	0,02	1,04	0,19	0,56	0,08	2,63	0,47	224	31	vérifie
	R201-R200	104,71	103,26	37,10	0,04	0,18	0,01	0,19	75	302	400	3,17	0,4	0,48	0,01	0,98	0,16	0,48	0,07	3,1	0,52	192	28	vérifie
	R200-R199	103,26	103,09	29,72	0,01	0,18	0,01	0,19	75	429	500	1,44	0,28	0,67	0,02	1,06	0,2	0,6	0,08	1,53	0,29	301	41	vérifie
	R199-R145	103,09	102,68	12,92	0,03	0,18	0,01	0,19	75	314	400	2,87	0,36	0,53	0,01	1,01	0,17	0,51	0,07	2,88	0,5	206	29	vérifie
	R145-R144	102,68	102,33	12,24	0,03	0,36	0,02	0,38	75	414	500	3,17	0,62	0,61	0,03	1,04	0,28	0,57	0,11	3,3	0,87	284	57	vérifie
	R211-R210	107,62	107,15	12,58	0,04	0,18	0,00	0,184	75	301	400	3,08	0,39	0,47	0,01	0,98	0,15	0,48	0,06	3,01	0,45	191	26	vérifie
	R210-R209	107,15	107,15	7,92	0,09	0,18	0,00	0,184	75	255	300	3,97	0,28	0,66	0,01	1,06	0,18	0,59	0,07	4,2	0,7	178	22	vérifie
	R209-R205	107,15	106,91	28,81	0,09	0,18	0,00	0,184	75	255	300	3,97	0,28	0,66	0,01	1,06	0,18	0,59	0,07	4,2	0,7	178	22	vérifie
	R205-R204	106,91	106,62	16,07	0,02	0,18	0,00	0,184	75	345	400	2,15	0,27	0,68	0,01	1,07	0,18	0,61	0,08	2,29	0,39	243	30	vérifie
	R204-R215	106,62	106,26	39,70	0,02	0,18	0,00	0,184	75	338	400	2,27	0,28	0,65	0,01	1,05	0,17	0,59	0,07	2,39	0,4	235	29	vérifie
R215-R145	106,26	102,68	28,60	0,13	0,18	0,00	0,184	75	238	300	4,77	0,34	0,55	0,01	1,01	0,16	0,53	0,07	4,84	0,76	158	20	vérifie	
SB10	R229-R230	108,48	108,46	14,57	0,02	0,26	0,01	0,272	75	392	400	2,27	0,28	0,95	0,03	1,13	0,26	0,78	0,11	2,56	0,58	313	42	vérifie
	R230-R231	108,46	108,45	8,60	0,03	0,26	0,01	0,272	75	376	400	2,54	0,32	0,85	0,03	1,11	0,24	0,71	0,1	2,81	0,61	283	40	vérifie
	R231-R232	108,45	108,42	9,60	0,03	0,26	0,01	0,272	75	363	400	2,78	0,35	0,78	0,02	1,09	0,23	0,66	0,09	3,03	0,64	265	38	vérifie

	R232-R233	108,42	108,30	14,69	0,02	0,26	0,01	0,272	75	385	400	2,38	0,3	0,91	0,03	1,12	0,25	0,75	0,1	2,66	0,59	298	41	vérifie
	R233-R234	108,30	108,27	20,81	0,02	0,26	0,01	0,272	75	396	400	2,21	0,28	0,98	0,03	1,13	0,26	0,8	0,11	2,5	0,57	322	43	vérifie
	R234-R239	108,27	108,25	14,78	0,02	0,26	0,01	0,272	75	413	500	2,28	0,45	0,61	0,02	1,04	0,2	0,57	0,08	2,37	0,46	283	41	vérifie
	R239-R276	108,25	107,47	24,93	0,03	0,26	0,01	0,272	75	361	400	2,82	0,35	0,77	0,02	1,09	0,23	0,66	0,09	3,07	0,64	262	38	vérifie
	R276-R249	107,47	107,21	24,81	0,01	0,26	0,01	0,272	75	446	500	2,28	0,45	0,61	0,02	1,04	0,2	0,57	0,08	2,37	0,46	283	41	vérifie
SB11	R249-R240	107,21	107,16	24,81	0,03	0,62	0,02	0,640	75	492	500	3,38	0,66	0,96	0,03	1,13	0,24	0,79	0,1	3,82	0,82	395	50	vérifie
	R240-R241	107,16	106,65	37,86	0,03	0,62	0,02	0,640	75	494	500	3,33	0,65	0,98	0,03	1,13	0,25	0,8	0,1	3,77	0,82	402	51	vérifie
	R241-R242	106,65	106,23	36,46	0,01	0,62	0,02	0,640	75	594	600	2,3	0,65	0,98	0,03	1,13	0,25	0,81	0,1	2,61	0,57	484	61	vérifie
	R242-R243	106,23	105,58	25,66	0,03	0,62	0,02	0,640	75	518	600	3,33	0,94	0,68	0,02	1,07	0,2	0,61	0,08	3,54	0,67	365	50	vérifie
	R243-R244	105,58	105,28	26,11	0,01	0,62	0,02	0,640	75	604	800	2,68	1,34	0,48	0,01	0,98	0,16	0,48	0,07	2,62	0,44	383	56	vérifie
	R244-R245	105,28	105,22	8,11	0,01	0,62	0,02	0,640	75	657	800	2,13	1,07	0,6	0,02	1,04	0,19	0,56	0,08	2,21	0,4	447	62	vérifie
	R245-R285	105,22	105,18	69,27	0,01	0,62	0,02	0,640	75	627	800	2,42	1,22	0,53	0,01	1	0,17	0,51	0,07	2,43	0,42	411	59	vérifie
SB10	R275-R274	110,11	110,03	30,11	0,02	0,26	0,01	0,272	75	392	400	2,27	0,28	0,95	0,03	1,13	0,26	0,78	0,11	2,56	0,58	313	42	vérifie
	R274-R273	110,03	109,59	16,53	0,03	0,26	0,01	0,272	75	370	400	2,63	0,33	0,82	0,02	1,1	0,24	0,69	0,1	2,9	0,62	275	39	vérifie
	R273-R271	109,59	109,28	21,44	0,01	0,26	0,01	0,272	75	419	500	2,2	0,43	0,63	0,02	1,05	0,2	0,58	0,08	2,31	0,45	289	42	vérifie
	R271-R270	109,58	109,83	29,46	0,02	0,26	0,01	0,272	75	408	500	2,36	0,46	0,59	0,02	1,03	0,2	0,55	0,08	2,43	0,46	277	41	vérifie
	R270-R269	109,83	109,80	10,97	0,02	0,26	0,01	0,272	75	413	500	2,28	0,45	0,61	0,02	1,04	0,2	0,57	0,08	2,37	0,46	283	41	vérifie
	R269-R264	109,80	108,75	26,30	0,04	0,26	0,01	0,272	75	344	400	3,21	0,4	0,68	0,02	1,06	0,21	0,61	0,09	3,41	0,68	242	35	vérifie
SB11	R264-R262	108,75	108,13	45,06	0,01	0,62	0,02	0,640	75	577	600	2,49	0,7	0,91	0,02	1,12	0,24	0,75	0,1	2,79	0,59	447	58	vérifie
	R262-R259	108,13	106,38	40,64	0,04	0,62	0,02	0,640	75	468	500	3,86	0,76	0,84	0,02	1,11	0,23	0,7	0,09	4,27	0,87	351	47	vérifie
	R259-R258	106,38	106,22	20,22	0,02	0,62	0,02	0,640	75	540	600	2,98	0,84	0,76	0,02	1,09	0,21	0,65	0,09	3,23	0,64	392	53	vérifie
	R258-R278	106,22	105,99	15,49	0,02	0,62	0,02	0,640	75	570	600	2,58	0,73	0,88	0,02	1,11	0,23	0,72	0,1	2,87	0,6	434	57	vérifie
	R278-R254	106,00	105,64	16,25	0,02	0,62	0,02	0,640	75	530	600	3,12	0,88	0,73	0,02	1,08	0,21	0,63	0,09	3,36	0,65	380	52	vérifie
	R254-R253	105,64	105,45	11,59	0,02	0,62	0,02	0,640	75	563	600	2,66	0,75	0,85	0,02	1,11	0,23	0,71	0,09	2,95	0,6	423	56	vérifie
	R253-R252	105,45	105,23	20,50	0,02	0,62	0,02	0,640	75	570	600	2,58	0,73	0,88	0,02	1,11	0,23	0,72	0,1	2,87	0,6	434	57	vérifie
	R252-R251	105,23	105,16	37,37	0,02	0,62	0,02	0,640	75	563	600	2,66	0,75	0,85	0,02	1,11	0,23	0,71	0,09	2,95	0,6	423	56	vérifie
	R251-R250	105,16	105,14	12,54	0,02	0,62	0,02	0,640	75	540	600	2,98	0,84	0,76	0,02	1,09	0,21	0,65	0,09	3,23	0,64	392	53	vérifie
	R250-R244	105,14	105,08	20,01	0,02	0,62	0,02	0,640	75	570	600	2,58	0,73	0,88	0,02	1,11	0,23	0,72	0,1	2,87	0,6	434	57	vérifie
R285-R286	105,88	105,29	26,48	0,02	1,25	0,03	1,280	75	688	800	3,78	1,9	0,67	0,02	1,06	0,2	0,6	0,08	4,02	0,76	483	66	vérifie	

	R286-R287	105,29	104,94	32,23	0,11	1,25	0,03	1,280	75	509	600	6,98	1,97	0,65	0,02	1,06	0,2	0,59	0,08	7,36	1,37	354	49	vérifie
	R287-R288	104,94	104,82	9,40	0,01	1,25	0,03	1,280	75	759	800	2,91	1,46	0,88	0,02	1,11	0,23	0,72	0,1	3,24	0,67	577	76	vérifie
	R288-R289	104,82	104,69	22,58	0,01	1,25	0,03	1,280	75	797	800	2,55	1,28	1	0,03	1,14	0,25	0,82	0,1	2,9	0,63	658	82	vérifie
	R289-R290	104,69	104,56	25,69	0,01	1,25	0,03	1,280	75	759	800	2,91	1,46	0,88	0,02	1,11	0,23	0,72	0,1	3,24	0,67	577	76	vérifie
	R290-R291	104,56	104,36	30,59	0,01	1,25	0,03	1,280	75	797	800	2,55	1,28	1	0,03	1,14	0,25	0,82	0,1	2,9	0,63	658	82	vérifie
	R291-R292	104,36	102,34	61,17	0,03	1,25	0,03	1,280	75	637	800	4,63	2,33	0,55	0,01	1,02	0,18	0,53	0,07	4,71	0,83	424	60	vérifie
	R292-R293	102,34	101,47	29,36	0,03	1,25	0,03	1,280	75	649	800	4,42	2,22	0,58	0,02	1,03	0,18	0,55	0,08	4,54	0,81	437	61	vérifie
	R293-RP	101,47	100,72	62,15	0,01	1,25	0,03	1,280	75	771	800	2,79	1,4	0,91	0,02	1,12	0,24	0,75	0,1	3,13	0,66	598	78	vérifie
	RP-R294	100,72	100,50	16,83	0,01	1,25	0,03	1,280	75	759	800	2,91	1,46	0,88	0,02	1,11	0,23	0,72	0,1	3,24	0,67	577	76	vérifie
	R294-R349	100,50	100,20	17,28	0,02	1,25	0,03	1,280	75	714	800	3,42	1,72	0,74	0,02	1,08	0,21	0,64	0,09	3,71	0,72	515	70	vérifie
	R349-R295	100,20	100,02	24,25	0,02	1,66	0,04	1,704	75	780	800	3,61	1,81	0,94	0,02	1,12	0,24	0,77	0,1	4,06	0,85	615	78	vérifie
	R295-R299	100,02	98,40	6,88	0,02	1,66	0,04	1,704	75	753	800	3,95	1,99	0,86	0,02	1,11	0,22	0,71	0,09	4,38	0,89	568	74	vérifie
	R297-R296	98,58	98,40	33,08	0,01	0,48	0,01	0,489	75	556	600	2,1	0,59	0,82	0,02	1,1	0,19	0,69	0,08	2,32	0,41	413	48	vérifie
	R296-R299	98,40	98,30	34,05	0,02	0,48	0,01	0,489	75	515	600	2,58	0,73	0,67	0,01	1,06	0,17	0,6	0,07	2,74	0,44	362	44	vérifie
	R299-R300	98,30	95,60	69,47	0,04	1,72	0,44	1,768	75	694	800	5,1	2,56	0,69	0,17	1,07	0,65	0,61	0,29	5,45	3,33	490	232	vérifie
	R300-R350	95,60	95,45	102,42	0,01	1,72	0,44	1,768	75	900	1000	2,96	2,33	0,76	0,19	1,09	0,68	0,65	0,3	3,22	2,02	652	302	vérifie
	R307-R306	99,75	97,49	10,77	0,21	0,41	0,01	0,424	75	298	300	6,06	0,43	0,99	0,02	1,13	0,23	0,81	0,1	6,88	1,4	244	29	vérifie
	R306-R305	97,49	97,64	17,26	0,01	0,41	0,01	0,424	75	495	500	2,2	0,43	0,98	0,02	1,13	0,23	0,81	0,1	2,5	0,51	403	48	vérifie
	R305-R304	97,24	97,06	11,17	0,02	0,41	0,01	0,424	75	477	500	2,43	0,48	0,89	0,02	1,11	0,22	0,73	0,09	2,71	0,53	366	45	vérifie
	R304-R303	97,06	96,89	12,45	0,01	0,41	0,01	0,424	75	509	600	2,3	0,65	0,65	0,02	1,06	0,18	0,59	0,08	2,43	0,42	355	46	vérifie
	R303-R302	96,89	96,72	18,59	0,01	0,41	0,01	0,424	75	527	600	2,1	0,59	0,71	0,02	1,07	0,19	0,63	0,08	2,26	0,41	376	48	vérifie
	R302-R301	96,72	96,41	12,42	0,03	0,41	0,01	0,424	75	444	500	2,94	0,58	0,73	0,02	1,08	0,2	0,64	0,08	3,18	0,58	319	41	vérifie
	R301-R300	96,41	95,60	31,48	0,03	0,41	0,01	0,424	75	440	500	3	0,59	0,72	0,02	1,08	0,19	0,63	0,08	3,23	0,58	315	40	vérifie
	R316-R315	108,05	106,82	45,19	0,16	0,48	0,01	0,489	100	297	300	7,05	0,5	0,98	0,02	1,13	0,21	0,81	0,09	7,99	1,5	242	26	vérifie
	R315-R318	106,82	105,80	45,92	0,02	0,48	0,01	0,489	75	479	500	2,76	0,54	0,9	0,02	1,12	0,2	0,74	0,08	3,09	0,56	370	42	vérifie
	R318-R319	105,80	105,02	46,56	0,02	0,48	0,01	0,489	75	503	600	2,74	0,78	0,63	0,01	1,05	0,17	0,58	0,07	2,88	0,46	348	42	vérifie
	R319-R320	105,02	102,68	31,33	0,08	0,48	0,01	0,489	75	381	400	4,39	0,55	0,89	0,02	1,11	0,2	0,73	0,08	4,89	0,88	292	33	vérifie
	R320-R321	102,68	100,79	31,04	0,06	0,48	0,01	0,489	75	396	400	3,96	0,5	0,98	0,02	1,13	0,21	0,81	0,09	4,49	0,84	323	35	vérifie
SB18	R321-R335	100,79	99,98	68,94	0,01	1,37	0,03	1,400	100	715	800	3,73	1,87	0,75	0,02	1,08	0,19	0,65	0,08	4,04	0,7	516	63	vérifie

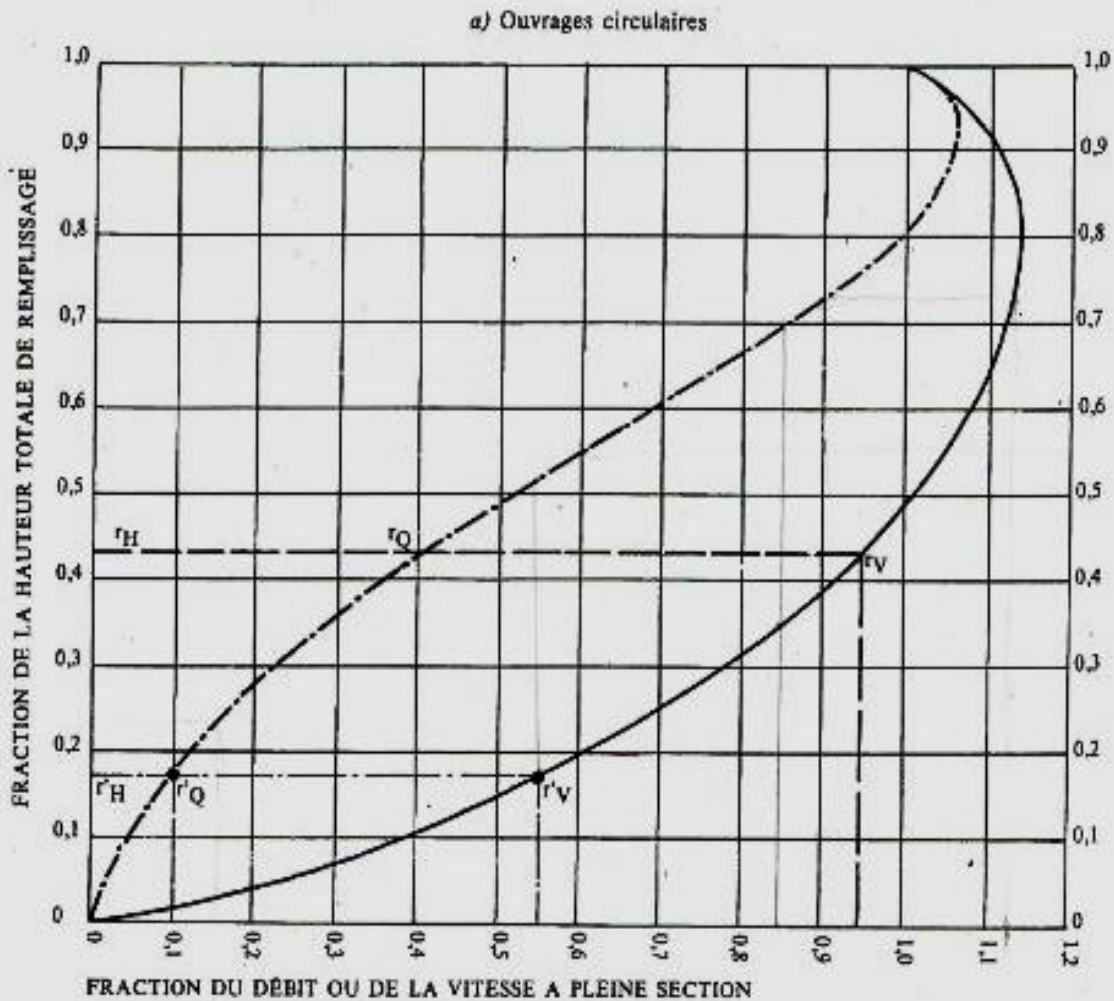
	R335-R336	99,98	99,51	25,61	0,02	1,37	0,03	1,400	75	739	800	3,42	1,72	0,81	0,02	1,1	0,2	0,68	0,08	3,76	0,67	546	65	vérifie
	R336-R337	99,51	99,05	25,53	0,02	1,37	0,03	1,400	75	724	800	3,61	1,81	0,77	0,02	1,09	0,19	0,66	0,08	3,93	0,69	527	64	vérifie
	R337-R338	99,05	98,58	23,38	0,02	1,37	0,03	1,400	75	724	800	3,61	1,81	0,77	0,02	1,09	0,19	0,66	0,08	3,93	0,69	527	64	vérifie
SB12	R333-R332	108,40	108,24	9,25	0,3	0,48	0,01	0,489	75	294	300	7,24	0,51	0,96	0,02	1,13	0,21	0,78	0,09	8,17	1,52	235	26	vérifie
	R332-R331	108,24	108,09	11,02	0,01	0,48	0,01	0,489	75	522	600	2,49	0,7	0,7	0,01	1,07	0,18	0,62	0,07	2,66	0,44	370	44	vérifie
	R331-R330	108,09	107,35	25,17	0,03	0,48	0,01	0,489	75	452	500	3,23	0,63	0,77	0,02	1,09	0,19	0,66	0,08	3,51	0,6	329	39	vérifie
	R330-R329	107,35	106,73	20,57	0,03	0,48	0,01	0,489	75	452	500	3,23	0,63	0,77	0,02	1,09	0,19	0,66	0,08	3,51	0,6	329	39	vérifie
	R329-R328	106,73	106,37	27,63	0,01	0,48	0,01	0,489	75	529	600	2,4	0,68	0,72	0,01	1,08	0,18	0,63	0,08	2,58	0,43	378	45	vérifie
	R328-R327	106,37	105,77	6,99	0,09	0,48	0,01	0,489	75	371	400	4,7	0,59	0,83	0,02	1,1	0,19	0,69	0,08	5,18	0,91	276	32	vérifie
	R327-R325	105,77	104,44	27,16	0,05	0,48	0,01	0,489	75	411	500	4,16	0,82	0,6	0,01	1,04	0,16	0,56	0,07	4,32	0,67	280	34	vérifie
	R325-R324	104,44	103,68	22,27	0,03	0,48	0,01	0,489	75	442	500	3,43	0,67	0,73	0,01	1,08	0,18	0,63	0,08	3,7	0,62	317	38	vérifie
	R324-R323	103,68	102,97	23,68	0,06	0,48	0,01	0,489	75	397	400	3,93	0,49	0,99	0,02	1,14	0,21	0,82	0,09	4,46	0,84	326	35	vérifie
	R323-R322	102,97	102,10	25,17	0,04	0,48	0,01	0,489	75	439	500	3,48	0,68	0,72	0,01	1,08	0,18	0,63	0,07	3,75	0,62	314	37	vérifie
	R322-R321	102,10	100,79	25,88	0,05	0,48	0,01	0,489	75	411	500	4,16	0,82	0,6	0,01	1,04	0,16	0,56	0,07	4,32	0,67	280	34	vérifie
	SB18	R339-R340	100,99	100,59	22,41	0,02	0,41	0,01	0,424	75	472	500	2,5	0,49	0,86	0,02	1,11	0,21	0,71	0,09	2,77	0,54	357	44
R340-R342		100,59	100,47	21,24	0,22	0,41	0,01	0,424	75	295	300	6,2	0,44	0,97	0,02	1,13	0,23	0,79	0,09	7,01	1,42	238	28	vérifie
R342-R345		100,47	100,29	20,11	0,21	0,41	0,01	0,424	75	298	300	6,06	0,43	0,99	0,02	1,13	0,23	0,81	0,1	6,88	1,4	244	29	vérifie
R345-R346		100,29	100,15	29,72	0,1	0,41	0,01	0,424	75	342	400	5,07	0,64	0,67	0,02	1,06	0,19	0,6	0,08	5,38	0,94	240	31	vérifie
R346-R347		100,15	100,13	17,73	0,15	0,41	0,01	0,424	75	317	400	6,21	0,78	0,54	0,01	1,01	0,17	0,53	0,07	6,29	1,03	210	28	vérifie
R347-R348		100,13	100,12	40,19	0,12	0,41	0,01	0,424	75	331	400	5,55	0,7	0,61	0,01	1,04	0,18	0,57	0,07	5,78	0,98	226	30	vérifie
SB13	R366-R365	104,89	104,72	5,81	0,55	0,68	0,02	0,696	75	299	300	9,81	0,69	1	0,02	1,14	0,22	0,83	0,09	11,2	2,18	249	27	vérifie
	R365-R364	104,72	104,61	10,54	0,56	0,68	0,02	0,696	75	298	300	9,9	0,7	1	0,02	1,14	0,22	0,82	0,09	11,2	2,18	246	27	vérifie
	R364-R363	104,61	104,01	13,77	0,6	0,68	0,02	0,696	75	294	300	10,2	0,72	0,96	0,02	1,13	0,22	0,79	0,09	11,6	2,22	236	27	vérifie
	R363-R362	104,01	103,97	38,75	0,62	0,68	0,02	0,696	75	293	300	10,4	0,74	0,95	0,02	1,13	0,21	0,77	0,09	11,7	2,24	232	27	vérifie
	R362-R361	103,97	103,92	20,79	0,6	0,68	0,02	0,696	75	294	300	10,2	0,72	0,96	0,02	1,13	0,22	0,79	0,09	11,6	2,22	236	27	vérifie
	R361-R360	103,92	103,90	14,61	0,55	0,68	0,02	0,696	75	299	300	9,81	0,69	1	0,02	1,14	0,22	0,83	0,09	11,2	2,18	249	27	vérifie
	R360-R359	103,90	103,89	23,73	0,61	0,68	0,02	0,696	75	294	300	10,3	0,73	0,95	0,02	1,13	0,22	0,78	0,09	11,6	2,23	234	27	vérifie
	R359-R358	103,89	103,87	19,88	0,7	0,68	0,02	0,696	75	286	300	11,1	0,78	0,89	0,02	1,12	0,21	0,73	0,09	12,3	2,3	219	26	vérifie
	R358-R357	103,63	103,77	8,64	0,04	0,68	0,02	0,696	75	499	500	3,53	0,69	1	0,02	1,14	0,22	0,83	0,09	4,02	0,78	414	46	vérifie

	R357-R356	103,77	103,68	13,59	0,02	0,68	0,02	0,696	75	557	600	2,98	0,84	0,83	0,02	1,1	0,2	0,69	0,08	3,28	0,59	415	50	vérifie
	R356-R355	103,68	103,75	14,63	0,02	0,68	0,02	0,696	75	568	600	2,82	0,8	0,87	0,02	1,11	0,21	0,72	0,08	3,14	0,58	432	51	vérifie
	R355-R354	103,75	103,77	18,49	0,04	0,68	0,02	0,696	75	489	500	3,72	0,73	0,95	0,02	1,13	0,22	0,78	0,09	4,2	0,8	390	45	vérifie
	R354-R351	103,77	103,83	46,60	0,04	0,68	0,02	0,696	75	502	600	3,94	1,11	0,63	0,01	1,05	0,17	0,58	0,07	4,12	0,67	346	43	vérifie
	R351-R352	103,83	103,41	31,12	0,04	0,68	0,02	0,696	75	494	500	3,63	0,71	0,98	0,02	1,13	0,22	0,8	0,09	4,11	0,79	401	45	vérifie
	R352-R445	103,41	102,75	5,90	0,05	0,68	0,02	0,696	75	479	500	3,95	0,78	0,9	0,02	1,12	0,21	0,74	0,09	4,41	0,82	368	43	vérifie
	R374-R371	103,91	103,67	20,99	0,02	0,68	0,02	0,696	75	557	600	2,98	0,84	0,83	0,02	1,1	0,2	0,69	0,08	3,28	0,59	415	50	vérifie
	R371-R370	103,67	103,63	13,59	0,02	0,68	0,02	0,696	75	588	600	2,58	0,73	0,96	0,02	1,13	0,22	0,78	0,09	2,91	0,56	470	54	vérifie
	R370-R369	103,63	103,81	25,57	0,03	0,68	0,02	0,696	75	516	600	3,64	1,03	0,68	0,01	1,06	0,18	0,61	0,07	3,88	0,65	363	45	vérifie
	R369-R368	103,81	103,47	23,24	0,05	0,68	0,02	0,696	75	479	500	3,95	0,78	0,9	0,02	1,12	0,21	0,74	0,09	4,41	0,82	368	43	vérifie
	R368-R367	103,47	103,40	6,72	0,06	0,68	0,02	0,696	75	461	500	4,37	0,86	0,81	0,02	1,1	0,2	0,68	0,08	4,8	0,86	341	41	vérifie
	R367-R375	103,40	103,79	21,14	0,05	0,68	0,02	0,696	75	467	500	4,21	0,83	0,84	0,02	1,11	0,2	0,7	0,08	4,65	0,85	350	42	vérifie
	R37-R381	103,79	103,91	21,59	0,05	0,68	0,02	0,696	75	469	500	4,16	0,82	0,85	0,02	1,11	0,2	0,71	0,08	4,61	0,84	353	42	vérifie
	R381-R382	103,91	104,49	42,04	0,06	0,68	0,02	0,696	75	449	500	4,67	0,92	0,76	0,02	1,09	0,19	0,65	0,08	5,08	0,89	326	40	vérifie
	R382-R383	104,49	103,56	34,85	0,2	0,68	0,02	0,696	75	362	400	7,17	0,9	0,77	0,02	1,09	0,19	0,66	0,08	7,82	1,38	264	32	vérifie
	R383-R448	103,56	103,50	8,41	0,3	0,68	0,02	0,696	75	335	400	8,78	1,1	0,63	0,01	1,05	0,17	0,58	0,07	9,21	1,51	232	29	vérifie
SB14	R378-R379	104,16	103,26	33,37	0,1	0,22	0,01	0,227	75	271	300	4,18	0,3	0,77	0,02	1,09	0,21	0,66	0,09	4,55	0,9	197	27	vérifie
	R379-R380	103,26	103,12	10,66	0,2	0,22	0,01	0,227	75	238	300	5,91	0,42	0,54	0,01	1,01	0,18	0,53	0,07	5,99	1,05	158	22	vérifie
	R380-R384	103,12	102,42	26,87	0,15	0,22	0,01	0,227	75	251	300	5,12	0,36	0,63	0,02	1,05	0,19	0,58	0,08	5,37	0,98	173	24	vérifie
	R384-R385	102,42	102,19	26,87	0,18	0,22	0,01	0,227	75	242	300	5,61	0,4	0,57	0,02	1,03	0,18	0,54	0,08	5,76	1,02	163	23	vérifie
	R385-RP	102,19	101,48	23,49	0,16	0,22	0,01	0,227	75	248	300	5,29	0,37	0,61	0,02	1,04	0,19	0,57	0,08	5,5	1	170	23	vérifie
	RP-R399	101,48	100,64	31,73	0,11	0,22	0,01	0,227	75	266	300	4,39	0,31	0,73	0,02	1,08	0,21	0,64	0,09	4,74	0,92	191	26	vérifie
	R399-R450	100,64	100,59	8,65	0,13	0,22	0,01	0,227	75	258	300	4,77	0,34	0,67	0,02	1,06	0,2	0,6	0,08	5,07	0,95	181	25	vérifie
	R535-R534	100,07	99,66	19,16	0,1	0,22	0,01	0,227	75	271	300	4,18	0,3	0,77	0,02	1,09	0,21	0,66	0,09	4,55	0,9	197	27	vérifie
	R534-R533	99,66	99,56	7,72	0,05	0,22	0,01	0,227	100	277	300	3,94	0,28	0,81	0,02	1,1	0,22	0,68	0,09	4,33	0,87	205	27	vérifie
	R533-R532	99,56	99,41	13,38	0,04	0,22	0,01	0,227	100	296	300	3,3	0,23	0,97	0,03	1,13	0,24	0,8	0,1	3,73	0,8	240	30	vérifie
	R532-R531	99,41	99,35	15,79	0,03	0,22	0,01	0,227	100	297	300	3,25	0,23	0,99	0,03	1,13	0,25	0,81	0,1	3,69	0,8	244	31	vérifie
	R531-R530	99,35	99,26	18,63	0,04	0,22	0,01	0,227	100	289	300	3,53	0,25	0,91	0,02	1,12	0,24	0,75	0,1	3,95	0,83	224	29	vérifie
R530-R529	99,26	99,23	17,84	0,04	0,22	0,01	0,227	100	283	300	3,7	0,26	0,87	0,02	1,11	0,23	0,72	0,09	4,11	0,85	215	28	vérifie	

	R529-R528	99,23	99,13	19,93	0,04	0,22	0,01	0,227	100	285	300	3,66	0,26	0,88	0,02	1,11	0,23	0,72	0,1	4,07	0,84	217	29	vérifie
	R528-R527	99,13	99,10	16,52	0,05	0,22	0,01	0,227	100	279	300	3,86	0,27	0,83	0,02	1,1	0,22	0,69	0,09	4,26	0,86	208	28	vérifie
	R527-R526	99,10	99,09	20,66	0,04	0,22	0,01	0,227	100	296	300	3,3	0,23	0,97	0,03	1,13	0,24	0,8	0,1	3,73	0,8	240	30	vérifie
	R449-R450	101,10	100,59	27,74	0,02	0,22	0,01	0,227	100	335	400	2,87	0,36	0,63	0,02	1,05	0,19	0,58	0,08	3,01	0,55	232	32	vérifie
	R450-R451	100,59	99,93	27,54	0,02	0,44	0,01	0,454	100	412	500	3,85	0,75	0,6	0,02	1,04	0,19	0,56	0,08	3,99	0,72	281	39	vérifie
	R451-R452	99,93	99,62	34,30	0,01	0,44	0,01	0,454	100	495	500	2,36	0,46	0,98	0,03	1,13	0,24	0,81	0,1	2,67	0,58	403	51	vérifie
	R452-R453	99,62	99,52	34,02	0,01	0,44	0,01	0,454	100	485	500	2,48	0,49	0,93	0,02	1,12	0,24	0,76	0,1	2,79	0,59	381	49	vérifie
	R453-R454	99,52	99,50	27,57	0,01	0,66	0,02	0,681	100	604	800	2,85	1,43	0,48	0,01	0,98	0,16	0,48	0,07	2,78	0,47	383	56	vérifie
	R454-R508	99,50	98,08	52,26	0,02	0,66	0,02	0,681	100	501	600	3,87	1,09	0,62	0,02	1,05	0,19	0,58	0,08	4,05	0,74	345	48	vérifie
SB15	R431-R430	104,49	103,58	43,20	0,02	0,25	0,01	0,258	75	381	400	2,32	0,29	0,88	0,02	1,11	0,22	0,73	0,09	2,59	0,5	291	36	vérifie
	R430-R433	101,89	101,79	18,72	0,01	0,25	0,01	0,258	100	400	500	2,36	0,46	0,56	0,01	1,02	0,17	0,54	0,07	2,4	0,39	268	35	vérifie
	R433-R434	101,70	101,44	14,39	0,02	0,25	0,01	0,258	100	342	400	3,1	0,39	0,66	0,02	1,06	0,18	0,6	0,08	3,28	0,57	239	31	vérifie
	R434-R437	101,44	101,58	9,14	0,02	0,25	0,01	0,258	100	345	400	3,02	0,38	0,68	0,02	1,06	0,19	0,61	0,08	3,22	0,56	243	31	vérifie
	R437-R438	101,58	101,30	17,82	0,02	0,25	0,01	0,258	100	360	400	2,7	0,34	0,76	0,02	1,09	0,2	0,65	0,08	2,94	0,54	261	33	vérifie
	R438-R441	101,30	101,10	12,61	0,02	0,25	0,01	0,258	100	360	400	2,7	0,34	0,76	0,02	1,09	0,2	0,65	0,08	2,94	0,54	261	33	vérifie
	R441-R442	101,10	101,27	12,05	0,02	0,25	0,01	0,258	100	345	400	3,02	0,38	0,68	0,02	1,06	0,19	0,61	0,08	3,22	0,56	243	31	vérifie
	R442-R538	101,27	101,14	15,63	0,01	0,25	0,01	0,258	100	409	500	2,22	0,44	0,59	0,01	1,03	0,17	0,56	0,07	2,3	0,38	278	36	vérifie
	R538-R393	101,14	100,16	32,47	0,03	0,25	0,01	0,258	75	356	400	2,78	0,35	0,74	0,02	1,08	0,2	0,64	0,08	3	0,54	256	32	vérifie
	R393-R392	100,16	100,02	24,54	0,02	0,25	0,01	0,258	75	405	500	2,28	0,45	0,58	0,01	1,03	0,17	0,55	0,07	2,34	0,39	273	36	vérifie
	R392-R391	100,02	100,00	11,80	0,02	0,25	0,01	0,258	75	377	400	2,38	0,3	0,86	0,02	1,11	0,21	0,71	0,09	2,64	0,51	285	35	vérifie
	R391-R394	100,00	99,92	38,32	0,09	0,25	0,01	0,258	75	290	300	3,97	0,28	0,92	0,02	1,12	0,22	0,75	0,09	4,45	0,87	226	27	vérifie
	R394-R395	99,92	99,90	26,67	0,02	0,25	0,01	0,258	75	384	400	2,27	0,28	0,91	0,02	1,12	0,22	0,74	0,09	2,54	0,5	297	36	vérifie
R395-R501	99,90	96,75	32,71	0,09	0,25	0,01	0,258	75	290	300	3,97	0,28	0,92	0,02	1,12	0,22	0,75	0,09	4,45	0,87	226	27	vérifie	
SB16	R421-R420	104,30	104,36	24,36	0,02	0,39	0,01	0,400	100	399	400	3,17	0,4	1	0,03	1,14	0,24	0,83	0,1	3,61	0,76	331	40	vérifie
	R420-R419	104,36	104,47	16,38	0,02	0,39	0,01	0,400	100	429	500	3,04	0,6	0,67	0,02	1,06	0,19	0,6	0,08	3,23	0,59	301	40	vérifie
	R419-R418	104,47	105,18	23,92	0,01	0,39	0,01	0,400	100	463	500	2,48	0,49	0,82	0,02	1,1	0,22	0,69	0,09	2,73	0,53	343	45	vérifie
	R418-R428	105,18	105,00	22,06	0,1	0,39	0,01	0,400	75	338	400	4,94	0,62	0,64	0,02	1,05	0,19	0,59	0,08	5,21	0,93	235	31	vérifie
	R428-R429	105,00	104,64	36,33	0,09	0,39	0,01	0,400	75	341	400	4,81	0,6	0,66	0,02	1,06	0,19	0,6	0,08	5,1	0,92	239	32	vérifie
	R429-R401	104,64	103,50	25,81	0,04	0,39	0,01	0,400	75	390	400	3,36	0,42	0,95	0,02	1,13	0,23	0,77	0,1	3,79	0,78	310	39	vérifie

	R401-R400	103,50	102,91	11,78	0,05	0,39	0,01	0,400	75	381	400	3,59	0,45	0,89	0,02	1,11	0,22	0,73	0,09	4	0,81	292	37	vérifie
	R400-R493	102,91	102,01	43,48	0,02	0,39	0,01	0,400	75	449	500	2,7	0,53	0,76	0,02	1,09	0,21	0,65	0,09	2,93	0,56	325	43	vérifie
SB17	R628-R629	106,55	106,93	16,83	0,02	0,23	0,01	0,234	75	370	400	2,27	0,28	0,82	0,02	1,1	0,22	0,69	0,09	2,5	0,5	275	36	vérifie
	R629-R622	106,93	107,15	26,84	0,03	0,23	0,01	0,234	75	355	400	2,54	0,32	0,73	0,02	1,08	0,21	0,64	0,09	2,74	0,52	255	34	vérifie
	R622-R624	107,15	107,19	19,16	0,03	0,23	0,01	0,234	75	343	400	2,78	0,35	0,67	0,02	1,06	0,2	0,6	0,08	2,95	0,54	241	32	vérifie
	R624-R181	107,19	107,09	31,27	0,02	0,23	0,01	0,234	75	370	400	2,27	0,28	0,82	0,02	1,1	0,22	0,69	0,09	2,5	0,5	275	36	vérifie
	R181-R184	107,09	107,34	11,26	0,01	0,43	0,01	0,436	75	532	600	2,1	0,59	0,73	0,02	1,08	0,2	0,64	0,08	2,27	0,43	382	51	vérifie
	R184-R180	107,34	107,30	22,56	0,03	0,25	0,01	0,258	75	366	400	2,59	0,32	0,79	0,02	1,09	0,2	0,67	0,08	2,83	0,53	269	34	vérifie
	R180-R179	107,30	107,74	19,78	0,02	0,25	0,01	0,258	75	392	400	2,15	0,27	0,95	0,02	1,13	0,22	0,78	0,09	2,43	0,48	313	37	vérifie
		R483-R463	107,12	104,68	193,22	0,01	0,62	0,01	0,638	75	585	600	2,4	0,68	0,94	0,02	1,13	0,22	0,77	0,09	2,7	0,52	462	54
SB 7+9+ 16+15 +4+3+ 14+2	R463-R8	104,68	103,90	68,86	0,01	0,62	0,01	0,638	75	603	800	2,68	1,34	0,47	0,01	0,98	0,15	0,48	0,06	2,61	0,4	382	51	vérifie
	R8-R9	103,90	103,11	42,52	0,02	0,62	0,01	0,638	75	545	600	2,9	0,82	0,78	0,02	1,09	0,19	0,66	0,08	3,16	0,56	397	48	vérifie
	R9-R10	103,11	102,78	37,40	0,01	0,62	0,01	0,638	75	626	800	2,42	1,22	0,52	0,01	1	0,16	0,51	0,07	2,43	0,38	410	54	vérifie
	R10-R493	102,78	102,01	71,98	0,01	0,62	0,01	0,638	75	603	800	2,68	1,34	0,47	0,01	0,98	0,15	0,48	0,06	2,61	0,4	382	51	vérifie
	R493-R500	102,01	100,73	140,85	0,01	1,64	0,04	1,676	75	900	1000	2,81	2,21	0,76	0,02	1,09	0,2	0,65	0,08	3,05	0,55	652	81	vérifie
	R500-R501	100,73	100,45	50,30	0,01	2,26	0,05	2,314	75	1096	1200	2,59	2,93	0,79	0,02	1,09	0,2	0,67	0,08	2,84	0,52	802	99	vérifie
	R501-R503	100,45	100,24	53,71	0,01	2,55	0,07	2,617	75	1187	1200	2,37	2,68	0,98	0,03	1,13	0,24	0,8	0,1	2,68	0,57	963	119	vérifie
	R503-R506	100,24	100,14	55,46	0,01	2,55	0,07	2,617	75	1187	1200	2,37	2,68	0,98	0,03	1,13	0,24	0,8	0,1	2,68	0,57	963	119	vérifie
	R506-R507	100,14	99,92	67,43	0,01	3,22	0,08	3,300	75	1160	1200	3,18	3,59	0,92	0,02	1,12	0,23	0,75	0,1	3,56	0,73	903	114	vérifie
	R507-R511	99,92	95,59	154,84	0,03	3,64	0,09	3,735	75	996	1000	4,78	3,75	1	0,02	1,14	0,24	0,82	0,1	5,43	1,14	820	99	vérifie

Variation des débits et des vitesses en fonction du remplissage.



MODE D'EMPLOI.

Les abaques Ab. 3 et Ab. 4 (a et b) utilisés pour le choix des sections d'ouvrages, compte tenu de la pente et du débit, permettent d'évaluer la vitesse d'écoulement à pleine section.

Pour l'évaluation des caractéristiques capacitaires des conduites, ou pour apprécier les possibilités d'autocurage, le nomogramme ci-dessus permet de connaître la vitesse atteinte en régime uniforme pour un débit inférieur à celui déterminé à pleine section.

Les correspondances s'établissent, soit en fonction de la fraction du débit à pleine section, soit en fonction de la hauteur de remplissage de l'ouvrage.

Exemples :

Pour $r_Q = 0,40$, on obtient $r_V = 0,95$ et $r_H = 0,43$.

Pour $Q_{ps}/10$, on obtient $r'_V = 0,55$ et $r'_H = 0,17$ (autocurage).

Nota. — Pour un débit égal au débit à pleine section, la valeur du rapport $r_Q = 1,00$ est obtenue avec $r_H = 0,80$.

Le débit maximum ($r_Q = 1,07$) est obtenu avec $r_H = 0,95$.

La vitesse maximum ($r_V = 1,14$) est obtenue avec $r_H = 0,80$.

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

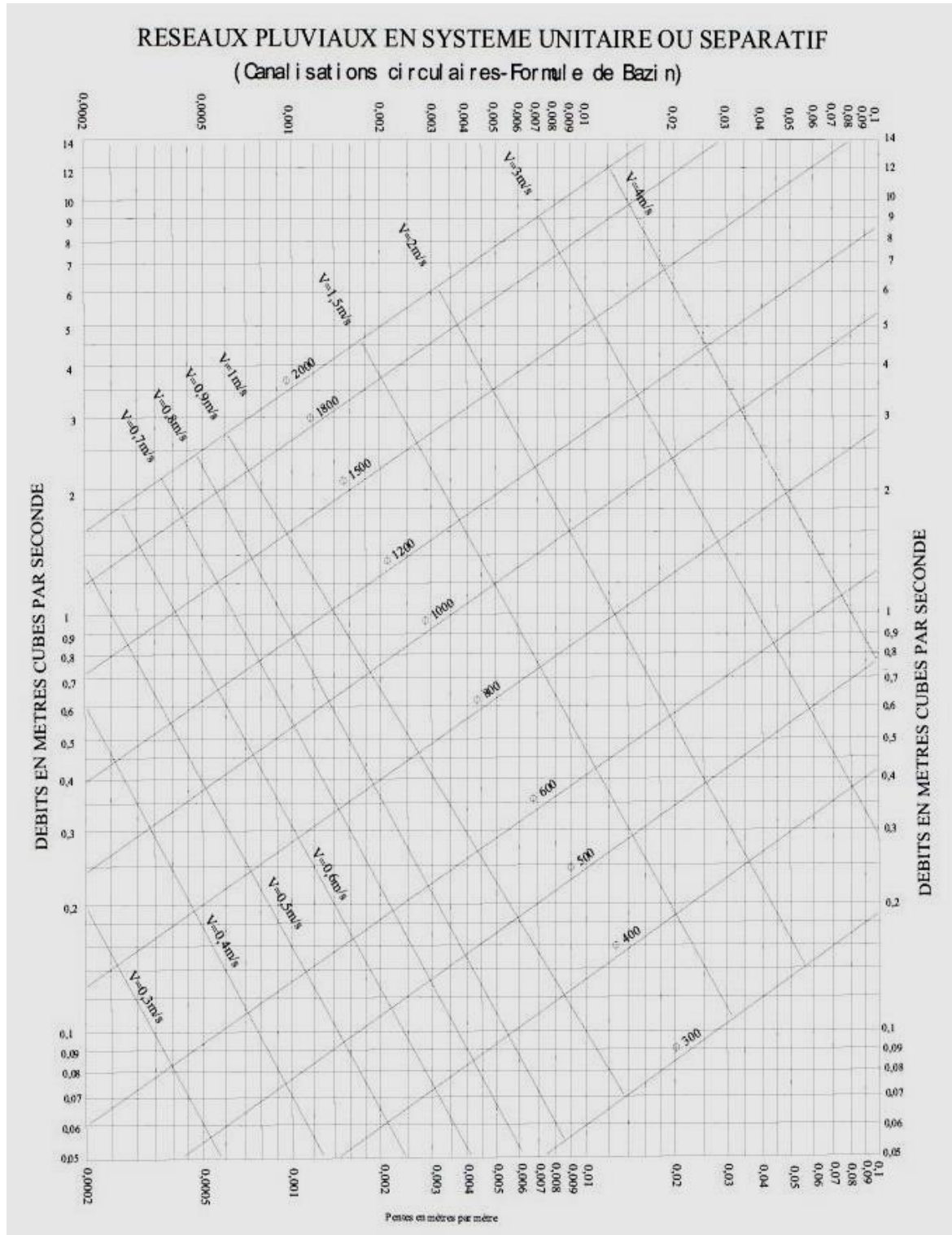


Table de khi 2

P \ γ	0.9	0.5	0.3	0.2	0.1	0.05	0.02	0.01	0.001
1	0.016	0.455	1.074	1.642	2.705	3.841	5.412	6.635	10.827
2	0.211	1.386	2.408	3.219	4.605	5.991	7.824	9.210	13.815
3	0.584	2.366	3.665	4.642	6.251	7.815	9.837	11.345	16.266
4	1.064	3.357	4.878	5.989	7.779	9.488	11.668	13.277	18.467
5	1.610	4.351	6.064	7.289	9.236	11.070	13.388	15.086	20.515
6	2.204	5.348	7.231	8.558	10.645	12.592	15.033	16.812	22.457
7	2.833	6.346	8.383	9.803	12.017	14.067	16.622	18.475	24.322
8	3.490	7.344	9.524	11.030	13.362	15.507	18.168	20.090	26.125
9	4.168	8.343	10.656	12.242	14.684	16.919	19.679	21.666	27.877
10	4.865	9.342	11.781	13.442	15.987	18.307	21.161	23.209	29.588
11	5.578	10.341	12.899	14.631	17.275	19.675	22.618	24.725	31.264
12	6.304	11.340	14.011	15.812	18.549	21.026	24.054	26.217	32.909
13	7.042	12.340	15.119	16.985	19.812	22.362	25.472	27.688	34.528
14	7.790	13.339	16.222	18.151	21.064	23.685	26.873	29.141	36.123
15	8.547	14.339	17.322	19.311	22.307	24.996	28.259	30.578	37.697
16	9.312	15.338	18.418	20.465	23.542	26.296	29.633	32.000	39.252
17	10.085	16.338	19.511	21.615	24.769	27.587	30.995	33.409	40.790
18	10.865	17.338	20.601	22.760	25.989	28.869	32.346	34.805	42.312
19	11.651	18.338	21.689	23.900	27.204	30.144	33.687	36.191	43.820
20	12.443	19.337	22.775	25.038	28.412	31.410	35.020	37.566	45.315
21	13.240	20.337	23.858	26.171	29.615	32.671	36.343	38.932	46.797
22	14.041	21.337	24.939	27.301	30.813	33.924	37.659	40.289	48.268
23	14.848	22.337	26.018	28.429	32.007	35.172	38.968	41.638	49.728
24	15.659	23.337	27.096	29.553	33.196	36.415	40.270	42.980	51.179
25	16.473	24.337	28.172	30.675	34.382	37.652	41.566	44.314	52.620
26	17.292	25.336	29.246	31.795	35.563	38.885	42.856	45.642	54.052
27	18.114	26.336	30.319	32.912	36.741	40.113	44.140	46.963	55.476
28	18.939	27.336	31.391	34.027	37.916	41.337	54.419	48.278	56.893
29	19.768	28.336	32.461	35.139	39.087	42.557	46.693	49.588	58.302
30	20.599	29.336	33.530	36.250	40.256	43.773	47.962	50.892	59.703

La table donne la probabilité α pour que χ^2 égale ou dépasse une valeur donnée en fonction du nombre de degré de liberté γ