



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

Option : Conception des Systèmes d'Assainissement

THEME :

**Diagnostic et réhabilitation du réseau d'assainissement de
la zone Biskra-Est (W.Biskra)**

Présenté par :

MOHAMED SEGHIR Sara.

Devant les membres du jury

Nom et Prénoms

Grade

Qualité

SALAH Boualem

Professeur

Président

KAHLERRAS Malika

M.C.B

Examinatrice

BENCHIHEB Nedjouda

M.C.B

Examinatrice

MOKRANE Wahiba

M.A.A

Promotrice

Session Juillet 2024

Remerciement

Je tiens à exprimer toute ma reconnaissance à Madame MOKRANE Wahiba pour m'avoir encadrée, orientée, aidée et conseillée.

J'adresse mes sincères remerciements à tous les membres du jury d'avoir accepté d'examiner ce travail et d'assister à sa présentation.

Je souhaite également exprimer ma gratitude à tous les professeurs qui ont accepté de me rencontrer et de répondre à mes questions durant mes recherches.

Mes pensées vont également à ma famille, mes proches et à mes amis, pour leur soutien indéfectible et leur encouragement moral tout au long de cette période.

Enfin, je remercie tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce mémoire.

Dédicace

Je dédie ce travail :

À mes merveilleux parents, qui m'ont élevé pour devenir la personne que je suis aujourd'hui, pour avoir été à mes côtés à chaque étape du chemin, et pour toute l'orientation et le soutien qu'ils m'ont toujours donnés.

À mon cher frère Mohamed et ma chère sœur Mouni.

À mes tatas Ghenima et Fatiha et mes tontons Youcef et mouloud.

À mes meilleur(e)s Emy Louiza Imane Wafa et Salim pour leur précieux soutien tout au long de cette aventure académique.

À mes ami(e)s Israa Mostapha Ikram luna Zakaria Djinan Hind Loubna et

Rayan

À tous ceux qui me connaissent et croient en moi.

ملخص

منطقة شرق بسكرة تعاني حاليا من مشاكل عديدة متعلقة بصرف المياه المستعملة ذات النظام الوجودي. تسببت هذه المشاكل في عرقلة سير نظام الصرف، تم تحديد نوع ودافع الخلل عن طريق تشخيص دقيق، حيث أحد المشاكل الرئيسية تمثلت في الشقوق الناجمة عن التفاعلات بين قنوات الصرف والأرض بالإضافة إلى عدم احترام المعايير الزمنية للتسيير الصحيح للنظام الوجودي.

ونشير إلى وجود حلين لعلاج مشاكل المنطقة أولا استخدام تقنيات إعادة المنكفة مع درجة العيب الملحوظ، ثانيا اقترح تجديد كامل لنظام صرف المياه المستعملة والأمطار وهذا في الحالات القصوى
الكلمات المفتاحية: المياه المستعملة، صرف المياه، إعادة التأهيل، الأمطار.

Résumé

La zone de Biskra-Est, rencontre actuellement des problèmes importants liés à l'élimination des eaux usées via son système d'assainissement unitaire. Ces problèmes ont un impact significatif sur le bon fonctionnement du système d'assainissement. Un diagnostic précis a permis d'identifier les principales lacunes, notamment des fissures causées par les interactions entre les canaux et le sol, ainsi qu'un non-respect des normes. Deux solutions sont envisagées pour résoudre ces problèmes :

En premier l'utilisation de techniques de réhabilitation adaptées au degré de défaut perçu. Et en second, dans les cas extrêmes, une remise à neuf complète du système d'évacuation des eaux usées et pluviales.

Mots-clés : Assainissement, diagnostique, réhabilitation, eaux usées, eaux pluviales.

Abstract

The urbanized area Biskra-East of the, is currently experiencing significant problems with the disposal of wastewater with a unitary system. These problems have a significant impact on the proper functioning of the sanitation system. Identified through an accurate diagnosis, where the main shortcomings in the malfunction of the system and infrastructure were identified, such as cracks caused by the interactions between the collectors and the Earth, as well as non-compliance with standards.

In this context, two solutions were considered to solve these problems. The first consists in the use of rehabilitation techniques adapted to the degree of perceived defect. The second option, considered in extreme cases, will offer a complete refurbishment of the wastewater and stormwater drainage system.

Keywords: sanitation system, rehabilitation, wastewater, stormwater.

Table de matières

Introduction générale.....	1
Chapitre I : Présentation de la zone d'étude	
I.1. Introduction.....	3
I.2. Situation géographique	3
I.3. Situation topographique	4
I.5. Situation géologique	5
I.6. Situation hydrogéologique	6
I.7. Situation climatique	7
I.7.1. Climat.....	7
I.7.2. Température	7
I.7.3. Précipitation	8
I.7.4. Vent.....	8
I.8. Situation démographique	9
I.9. Situation hydraulique	10
I.9.1. Alimentation en eau potable	10
I.9.2. Assainissement.....	11
I.10. Conclusion	11
Chapitre II : Etude hydrologique	
II.1. Introduction.....	13
II.2. Notions de l'hydrologie	13
II.2.1. L'averse	13
II.2.2. Choix de la période de retour.....	13
II.2.3. La fréquence	13
II.2.4. Détermination de l'intensité moyenne maximale de précipitation.....	13
II.3. Choix de la station pluviométrique	14
II.4. La série des données pluviométriques.....	14
II.5. Etude des précipitations maximales journalières	16
II.6. Analyse statistique de la série pluviométrique	16
II.6.1. Caractéristiques empiriques	16
II.7. Lois statistiques pour l'analyse fréquentielle.....	17
II.7.1. Ajustement à la loi de Gumbel	17

II.7.2. Ajustement à la loi des extrêmes généralisée (loi GEV).....	19
II.7.3. Ajustement à la loi de Galton (log normale).....	20
II.7.4. Comparaison entre les lois d'ajustement	21
II.8. Calcul des pluies et des intensités de courte durée	23
II.9. Conclusion	25

Chapitre III : Calcul de base

III.1. Introduction	27
III.2. Découpage de l'air d'étude en surfaces élémentaires	27
III.3. Système d'évacuation des eaux	27
III.3.1. Les différents systèmes d'assainissement	27
III.3.1.1. Le système unitaire	28
III.3.1.2. Le système séparatif	29
III.3.1.3. Le système pseudo-séparatif.....	30
III.3.1.4. Système mixte.....	31
III.3.1.5. Système autonome	31
III.3.1.6. Système composite	32
III.3.2. Le choix du système d'assainissement	32
III.4. Schéma d'évacuation.....	32
III.4.1. Schéma perpendiculaire	33
III.4.2. Schéma par déplacement latéral	33
III.4.3. Schéma du collecteur par zones étagées.....	33
III.4.4. Schéma type radial	34
III.4.5. Schéma transversal ou oblique	34
III.4.6. Le choix du schéma d'évacuation.....	35
III.5. Le coefficient de ruissellement.....	35
III.5.1. Estimation du coefficient de ruissellement pour chaque surface élémentaire.....	37
III.5.2. Détermination du nombre d'habitant pour chaque surface élémentaire	38
III.6. Conclusion.....	39

Chapitre IV : Estimation des débits à évacuer

IV.1. Introduction.....	41
IV.2. Origine et nature des eaux usées à évacuer	41
IV.2.1. Eaux usées d'origine domestique	41

IV.2.2. Eaux usées du service public.....	41
IV.2.3. Eaux usées industrielles	42
IV.2.4. Les eaux claires parasites	42
IV.3. Evaluation de la quantité d’eaux usées à évacuer	43
IV.3.1. Estimation de débit des eaux usées domestiques	43
IV.3.2. Estimation de débit des équipements publics.....	44
IV.3.2.1. Les débits des équipements publics	46
IV.4. Estimation de débit des eaux pluviales	46
IV.4.1. La méthode rationnelle.....	47
IV.4.1.1. Coefficient réducteur de l’intensité de pluie	47
IV.4.1.2. Les hypothèses de la méthode rationnelle.....	48
IV.4.1.3. Les limites de la méthode rationnelle.....	49
IV.4.1.4. Critique de la méthode rationnelle	49
IV.4.1.5. Les inconvénients de la méthode rationnelle.....	49
IV.4.1.6. Temps de concentration.....	49
IV.4.2. Calcul des débits pluviaux.....	50
IV.5. Estimation du débit des eaux parasites.....	50
IV.6. Estimation des débits totaux.....	51
IV.7. Conclusion	52

Chapitre V : Diagnostic du Réseau d’assainissement existant

V.1. Introduction	54
V.2. Elaboration d’un diagnostic physique	54
V.3. Diagnostic de l’état physique du réseau d’assainissement existant.....	54
V.3.1. Collecteurs du système d’assainissement existant.....	55
V.3.2. Etat des ouvrages annexes.....	56
V.3.2.1. Etat des déversoirs d’orages	56
V.3.2.2. Etat des regards de visite.....	56
V.3.2.3. Etat des collecteurs secondaires	57
V.3.2.4. Etat des collecteurs principaux	57
V.3.2.5. Détail de l’état des regards de visites	58
V.4. Conclusion.....	60

Chapitre VI : Calcul hydraulique du réseau d’assainissement

VI.1. Introduction	62
VI.2. Conception du réseau	62
VI.3. Conditions d'écoulement et de dimensionnement	63
VI.4. Mode de calcul	63
VI.4.1. Débit.....	64
VI.4.1.1. Pour chaque surface élémentaire	64
VI.4.1.2. Pour chaque tronçon.....	64
VI.4.2. Pente.....	64
VI.4.3. Diamètre.....	65
VI.4.4. Vitesse.....	65
VI.5. Station de relevage	67
VI.5.1. Choix de l'emplacement de la station de relevage	67
VI.6. Conclusion.....	77

Chapitre VII : Les éléments constitutifs du réseau

VII.1. Introduction.....	79
VII.2. Les ouvrages principaux	79
VII.2.1. Canalisations	79
VII.2.1.1. Type de canalisation [Ref]	80
VII.2.1.2. Choix du type de canalisation	80
VII.3. Les ouvrages annexes.....	81
VII.3.1. Les ouvrages normaux	81
VII.3.1.1. Les branchements.....	81
VII.3.1.2. Ouvrages des surfaces.....	81
VII.3.1.3. Ouvrages d'accès au réseau (les regards)	81
VII.3.2. Les ouvrages spéciaux	82
VII.3.2.1. Les déversoirs d'orage	82
VII.4. Dimensionnement du déversoir	84
VII.4.1. Calcul du coefficient de retardement	84
VII.4.2. Calcul du débit total corrigé.....	86
VII.4.3. Hauteur de la lame déversante	86
VII.4.4. Déduction de la largeur du seuil	87
VII.5. Conclusion	87

Chapitre VIII : Organisation du chantier

VIII.1. Introduction	89
VIII.2. Les étapes de réalisation du projet.....	89

VIII.2.1. Manutention et stockage des conduites	89
VIII.2.1.1. Manutention.....	89
VIII.2.1.2. Stockage	89
VIII.2.3. Décapage de la terre végétale	90
VIII.2.3. Exécution des tranchées et des fouilles des regards.....	90
VIII.2.4. Aménagement du lit de sable.....	90
VIII.2.5. Emplacement des piquets	91
VIII.2.6. Pose des canalisations	91
VIII.2.7. Assemblage des canalisations	91
VIII.2.8. Essai d'étanchéité	91
VIII.2.9. Réalisation des regards	92
VIII.2.10. Réalisation des branchements	92
VIII.2.11. Remblayage et compactage	93
VIII.3. Choix des engins.....	93
VIII.4. Détermination des différents volumes des travaux [8]	95
VIII.4.1. Volume du décapage de la couche végétale	95
VIII.4.2. Volume du déblai des tranchées	96
VIII.4.3. Volume occupé par le lit de sable.....	96
VIII.4.4. Volume occupé par les conduites	96
VIII.4.5. Volume de l'enrobage.....	96
VIII.4.6. Volume du remblai de protection	97
VIII.4.7. Volume excédentaire	97
VIII.4.8. Devis quantitatif et estimatif.....	98
VIII.5. Planification des travaux.....	98
VIII.5.1. Techniques de la planification	99

VIII.5.1.1. Construction du réseau	99
VIII.6. Conclusion.....	104

Liste des figures

Chapitre I : Présentation de la zone d'étude

Figure I.1 : Présentation de la zone d'étude.....	4
Figure I.2 : Carte topographique de la ville de Biskra.....	4
Figure I.3 : Carte du piémont de l'Atlas saharien.....	5
Figure I.4 : Amplitudes mensuelles de température	6
Figure I.5 : Le diagramme d'évolution démographique a différent horizons.....	7
Figure I.6 : Répartition mensuelle des pluies de la station de Biskra	8
Figure I.7 : Le diagramme d'évolution démographique a différent horizons	10

Chapitre II : Etude hydrologique

Figure II.1 : Ajustement par la loi de Gumbel.....	18
Figure II.2 : Ajustement par la loi de GEV.....	20
Figure II.3 : Ajustement graphique à la loi Log-normale	21
Figure II.4 : Comparaison des trois lois d'ajustement	22

Chapitre III : Calcul de base

Figure III.1 : schéma représentatif des branchements dans le système unitaire	28
Figure III.2 : schéma représentatif des branchements dans le système séparatif.....	30
Figure III.3 : schéma représentatif des branchements dans le système pseudo-séparatif.....	31
Figure III.4 : Schéma perpendiculaire.....	33
Figure III.5 : Schéma par déplacement latéral.....	33
Figure III.6 : Schéma par zones étagées	34
Figure III.7 : Schéma radial.....	34
Figure III.8 : Schéma à collecteur transversal ou oblique	34

Chapitre IV : Estimation des débits à évacuer

Figure IV.1 : Principe schématique de détermination du α	48
---	----

Chapitre VI : Calcul hydraulique du réseau d'assainissement

Figure VI.1 : graphique du choix du diamètre économique (deux pompes)..... 74

Chapitre VIII : Organisation du chantier

Figure VIII.1 : Réalisation de la tranchée (Source : Groupe Chiali)91

Figure VIII.2 : Niveleuse..... 94

Figure VIII.3 : Pelle à chenille 94

Figure VIII.4 : Chargeuse.....95

Liste des tableaux

Chapitre I : Présentation de la zone d'étude

Tableau I.1 : Amplitudes mensuelles de température	7
Tableau I.2 : Répartition mensuelle des précipitations, station de Biskra	8
Tableau I.3 : Vitesses moyennes des vents de la région de Biskra durant la période (1992-2012)	9
Tableau I.4 : Evaluation de la population	9

Chapitre II : Etude hydrologique

Tableau II.1 : Identification de la station pluviométrique de Biskra secteur	14
Tableau II.2 : La série pluviométrique (station de Biskra secteur) 1992-2021.....	15
Tableau II.3 : Les caractéristiques de la série pluviométrique.....	17
Tableau II.4 : Résultats de l'ajustement à la loi de Gumbel par logiciel Hyfran	18
Tableau II.5 : Résultats de l'ajustement à la loi de GEV par logiciel Hyfran.....	19
Tableau II.6 : Résultats de l'ajustement à la loi de Galton en utilisant logiciel Hyfran	21
Tableau II.7 : les résultats de test de khi-2	23
Tableau II.8 : Pluies et intensités de courte durée de différentes périodes de retour	24

Chapitre III : Calcul de base

Tableau III.1 : Avantages et inconvénients du système unitaire	29
Tableau III.2 : Avantages et inconvénients du système séparatif.....	30
Tableau III.3 : Valeurs du coefficient de ruissellement suivant le type d'occupation du sol.....	35
Tableau III.4 : Valeurs du coefficient de ruissellement en fonction de la catégorie d'urbanisation	36
Tableau III.5 : Valeurs du coefficient de ruissellement en fonction de la densité de population.....	36
Tableau III.6 : Valeurs du coefficient de ruissellement en fonction de la nature des surfaces.....	37
Tableau III.7 : Valeurs de coefficients de ruissellement pour chaque surface élémentaire.....	37

Tableau III.8 : Répartition de la population dans chaque surface élémentaire à l'horizon 2054.....	38
---	----

Chapitre IV : Estimation des débits à évacuer

Tableau IV.1 : Les débits moyens journaliers et les débits usés domestiques	44
Tableau IV.2 : Classification de type de l'agglomération selon le nombre d'habitants	45
Tableau IV.3 : Les valeurs de coefficient de majoration selon le type de l'agglomération	46
Tableau IV.4 : Les débits usés des équipements publics	46
Tableau IV.5 : Valeur du coefficient réducteur « α », en fonction de la distance.....	48
Tableau IV.6 : Les résultats des débits pluviaux	50
Tableau IV.7 : Les débits des eaux claires parasites dans chaque sous-bassin.....	51
Tableau IV.8 : Les débits totaux dans chaque sous-bassin.....	51

Chapitre V : Diagnostic du Réseau d'assainissement existant

Tableau V.1 : Statistique du réseau par rapport aux matériaux des collecteurs	55
Tableau V.2 : Statistique du réseau par rapport aux diamètres des collecteurs	56
Tableau V.3 : Résumé des états des regards visités du réseau d'assainissement ...	57
Tableau V.4 : les états des regards visités du réseau d'assainissement [EHE].....	58
Tableau V.5 : les états des regards visités du réseau d'assainissement [EHE].....	59

Chapitre VI : Calcul hydraulique du réseau d'assainissement

Tableau VI.1 : les résultats de calcul de la station de pompage	70
Tableau VI.2 : les caractéristiques et le nombre de pompe choisi selon le logiciel Caprari.....	71
Tableau VI.3 : le prix unitaire du kWh	72
Tableau VI.4 : frais d'exploitation	73
Tableau VI.5 : les frais d'investissement	74
Tableau VI.6 : Coût total	74
Tableau VI.7 : Dimensions de la bache d'aspiration.....	76

Chapitre VII : Les éléments constitutifs du réseau

Tableau VII.1 : Les données de base84

Tableau VII.2 : Détermination du temps de concentration t_1 84

Chapitre VIII : Organisation du chantier

Tableau VIII.1 : Détermination du devis quantitatif et estimatif du projet 98

Tableau VIII.2 : Symboles des opérations et leurs durées..... 103

Tableau VIII.3 : La succession des opérations103

Tableau VIII-04 : Calcul des délais..... 104

Liste des planches

- **Planche 1 : Plan de masse du réseau projeté**
- **Planche 2 : Plan de masse du réseau existant**
- **Planche 3 : Profil en long du collecteur principal num 01**
- **Planche 4 : Ouvrage annexe**

Introduction générale

Depuis l'aube de l'existence de l'univers, l'eau est reconnue comme l'élément vital essentiel à la vie sur Terre, étant constamment une priorité pour l'humanité. À travers l'histoire, l'homme a exploité cette ressource pour son développement et l'amélioration de son mode de vie. Des techniques ont été développées pour l'utilisation et l'évacuation rationnelles de l'eau, avec la mise en place de réseaux de distribution et d'assainissement visant à protéger la santé publique et l'environnement.

L'assainissement urbain vise à collecter et à acheminer les eaux polluées, qu'elles soient pluviales ou usées, tout en les traitant avant leur rejet dans les milieux naturels, c'est dans ce contexte que s'inscrit l'objectif du présent mémoire.

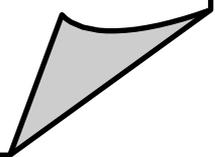
Le choix du mode de rejet, du milieu de réception et des techniques d'évacuation doit être rigoureusement établi. Parallèlement, la gestion continue et la maintenance des réseaux d'assainissement sont indispensables pour garantir leur bon fonctionnement. En effet, des paramètres d'écoulement non vérifiés à tout moment peuvent entraîner des problèmes d'évacuation. Dans de telles situations, des études d'expertise sont souvent lancées afin de détecter les défaillances et les anomalies du réseau.

Les communes de la zone de Biskra-Est, depuis la mise en place de leurs réseaux d'assainissement, ont été confrontées à de sérieux problèmes relatifs à la fiabilité de l'évacuation des eaux usées et pluviales. Face à cette situation critique, les services de l'hydraulique ont lancé des études en vue de réhabiliter le réseau d'assainissement de cette zone. C'est dans ce cadre que s'inscrit notre problématique, qui vise à mener une étude diagnostique pour identifier toutes les anomalies concernant le réseau d'assainissement de Biskra-Est.

Pour ce faire, notre étude est divisée en huit chapitres. Le premier chapitre présente la zone d'étude, qui est la zone de Biskra-Est. Le deuxième chapitre traite l'étude hydrologique de notre zone. Le troisième chapitre aborde le choix du système d'assainissement ainsi que le schéma de collecte et d'évacuation des eaux. Le quatrième chapitre est consacré à l'estimation des débits des eaux pluviales et usées. Le cinquième chapitre concerne le diagnostic du réseau d'assainissement existant. Le sixième chapitre est dédié à la réhabilitation du réseau existant. Le septième chapitre se concentre sur les éléments constitutifs du réseau. Enfin, le dernier chapitre aborde l'estimation des coûts du projet et le travail s'achève par une conclusion générale.

Chapitre I

Présentation de la zone d'étude



I.1. Introduction

Avant d'entamer n'importe quel projet d'assainissement, l'étude du site est nécessaire pour connaître les caractéristiques physiques du lieu et les facteurs qui influencent sur la conception de ce projet. En effet, chaque site présente des spécificités que ce soit :

- Les données naturelles du site ;
- Les données relatives à l'agglomération et son développement futur ;
- Les données représentant la situation hydrologique et hydraulique de la zone d'étude ;

En conséquence, l'étude de reconnaissance de l'agglomération est une phase importante pour procéder à l'élaboration de l'étude du diagnostic et de l'extension du réseau d'assainissement de notre zone.

I.2. Situation géographique

La ville de Biskra, se situe à 123 km au Sud-Ouest de Batna, à 388 km au Nord de Ouargla, à 242 de Constantine, à 331 de Skikda, à 332 de Tébessa et à 470 au Sud-Est d'Alger.

La zone faisant l'objet de la présente étude est distante de 07 km de la ville de Biskra sa superficie est 51,977 ha et elle est limitée :

- Au nord par la commune de Biskra ville
- Au sud par la commune Felliache
- A l'Est par la commune de Chetma
- A l'ouest par Bordj Turk

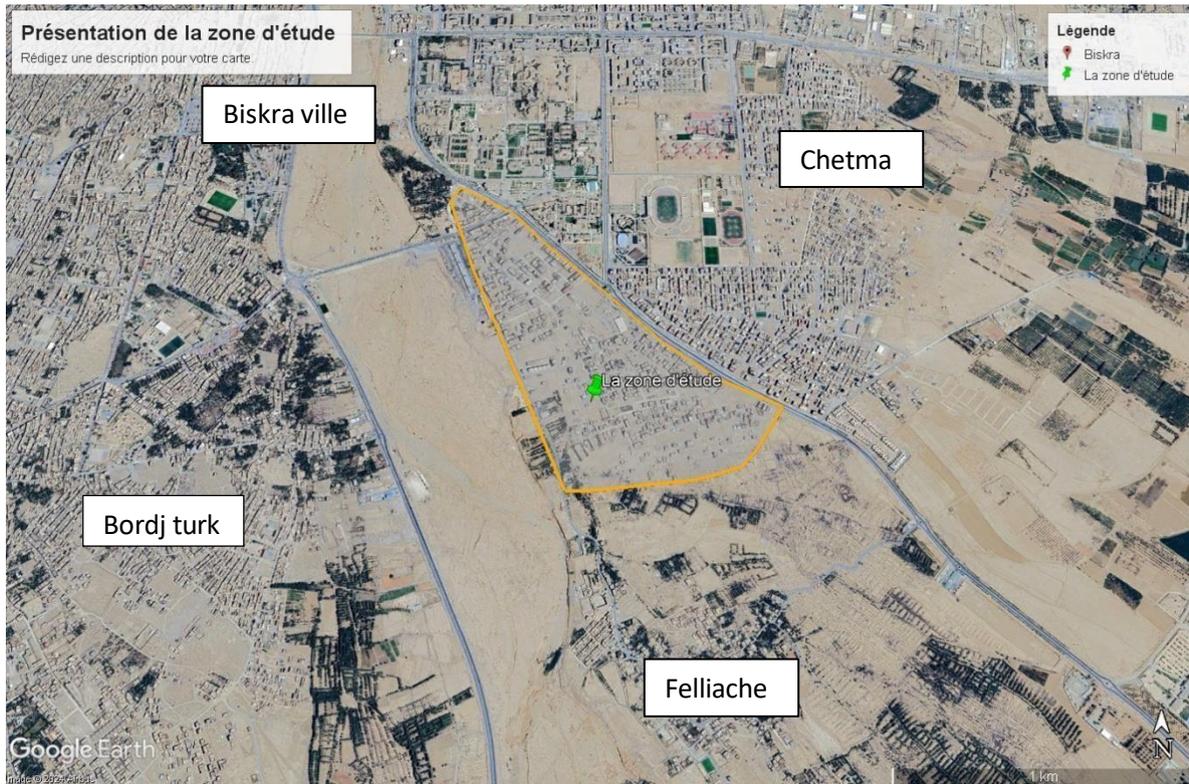


Figure I.1 : Présentation de la zone d'étude.

(Source : Google Earth (2023))

I.3. Situation topographique

La zone est située à une altitude de 120 m au-dessus du niveau de la mer, elle est au pied du Col de Sfa (258 m) dans les monts du Zab.

Biskra forme une jonction entre deux entités naturelles distinctes qui sont la zone montagneuse relativement accidentée (Monts des Aurès et du ZAB) et la zone de plaine vaste et plate ouverte sur le Sahara au Sud.

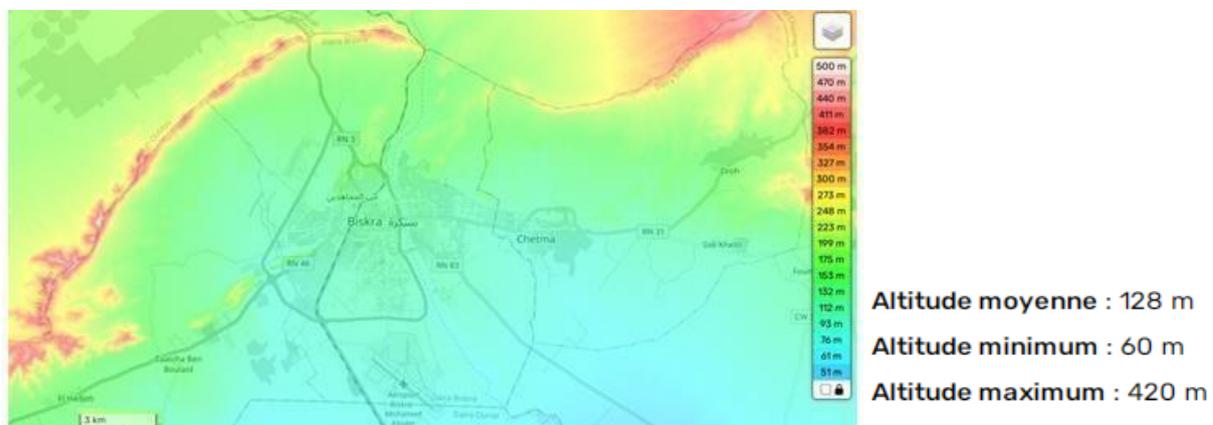


Figure I.2 : Carte topographique de la ville de Biskra[EHE].

I.4. Situation hydrographique

Le réseau hydrographique est l'ensemble des cours d'eau, affluents et sous affluents permanents ou temporaires, par lesquels s'écoulent toutes les eaux de ruissellement et convergent vers un seul point de vidange du bassin versant (exutoire). Notre zone est traversée par un oued à savoir :

Oued Biskra (Sidi Zarzour) : c'est le principal et important cours d'eau dans la région, partage la ville en deux parties (Est et Ouest), son réseau hydrographique est constitué par un grand nombre d'affluents et sous affluents, prend sa source dans les Aurès et se jette dans le chott Melhrir, après un parcours d'environ 194 km. Cet Oued est sec sauf lors des pluies exceptionnelles, traverse la zone d'étude a son état naturel avec quelques aménagements des berges en gabion. Quatre (04) pont sont réalisés pour la liaison entre la partie Est et Ouest de la ville.

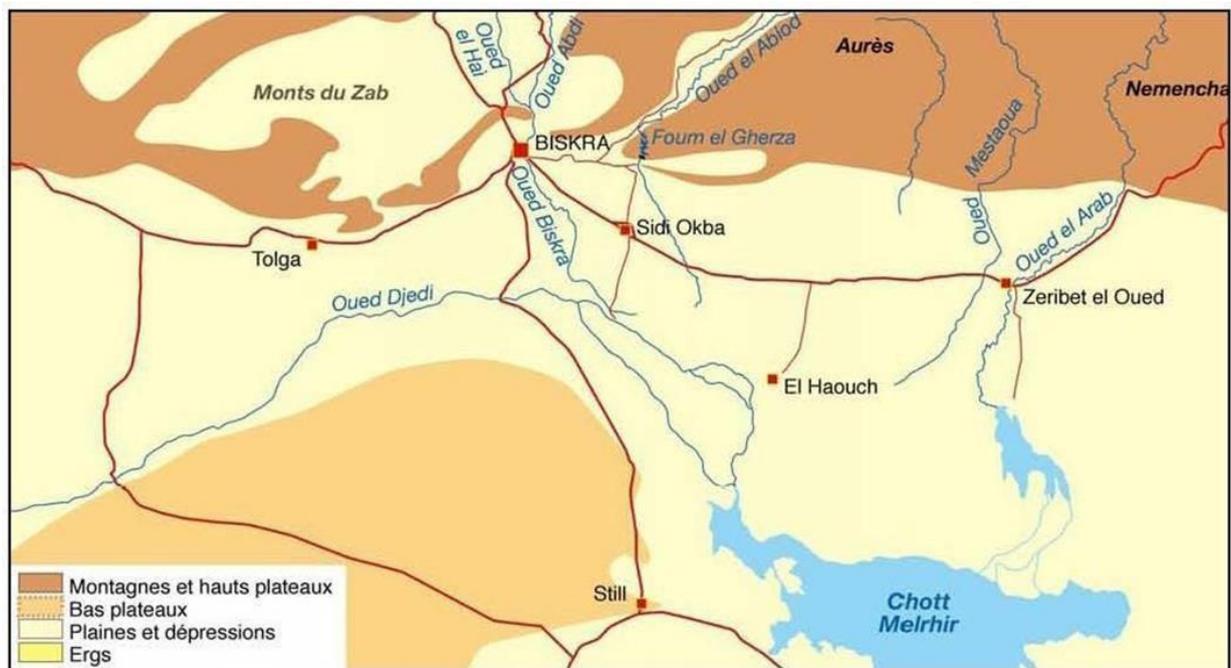


Figure I.3 : Carte du piémont de l'Atlas saharien.

(Source : Document hydrographie du Bas-Sahara algérien-établi par Géographie Physique et Environnement -revue en ligne-)

I.5. Situation géologique

Notre région se caractérise par des terrains sédimentaires, allant du Barrémien à la base jusqu'au Quaternaire. L'esquisse géologique et l'échelle stratigraphique ci-dessous citons les principaux states repérées sur cette région en allant du plus récent vers le plus ancien.

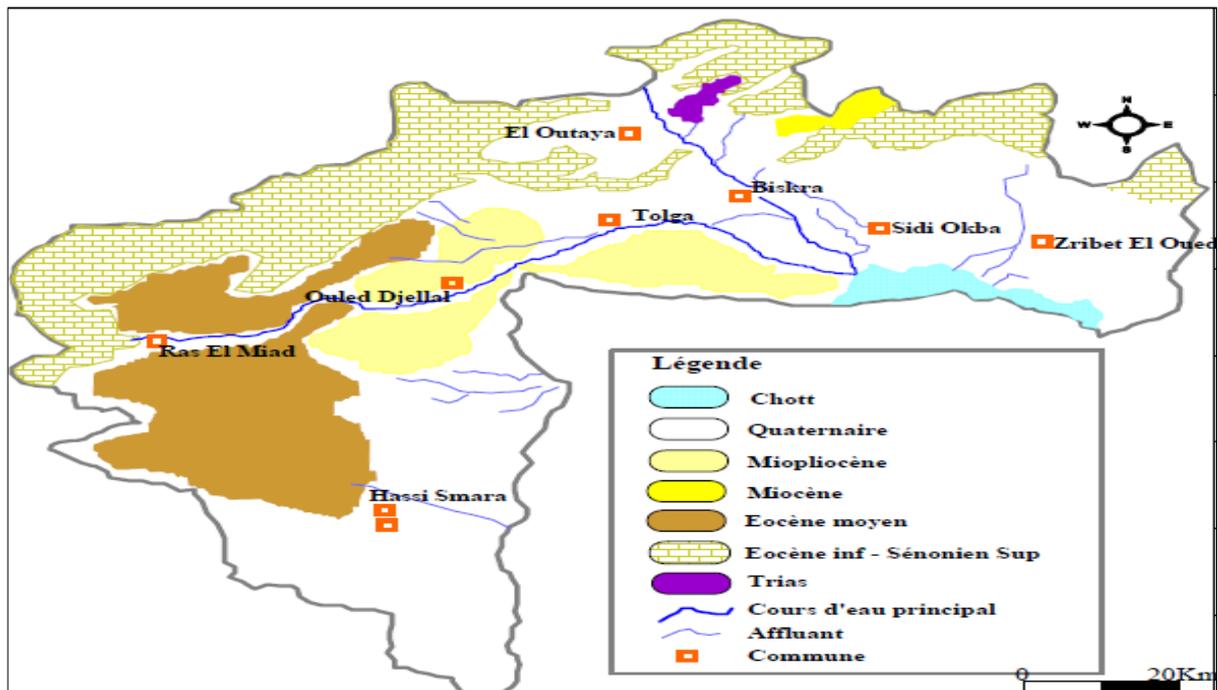


Figure I.4 : Carte d'esquisse géologique de la wilaya de Biskra.

(Source : - Thèse Présentée en vue de l'obtention du diplôme de Doctorat en sciences

Option Hydrogéologie par SEDRATI Nassima - université de Annaba)

I.6. Situation hydrogéologique

La détermination des caractéristiques hydrogéologiques est une opération indispensable pour la connaissance et l'identification des aquifères. Cependant, elle reste tributaire de l'existence et de la disponibilité de l'information.

La plaine de Biskra-Est présente des ressources en eau souterraines importantes, représentées par quatre unités aquifères :

- La nappe phréatique : Cette nappe se localise généralement dans les accumulations alluvionnaires, elle est alimentée essentiellement par les eaux des précipitations, d'infiltration des Oueds et des eaux d'irrigation.
- La nappe des sables : A l'Est de la wilaya de Biskra, cette nappe se subdivise en deux aquifères, séparés par une épaisse couche d'argile et d'argile sableuse, l'une profonde désignée sous le nom du Pontien et l'autre moyennement profonde qui est la nappe du Mio-Pliocène.
- La nappe des calcaires : Au Nord Est de la wilaya de Biskra, cette nappe est représentée par un aquifère très important qui est le Maestrichtien et le Campanien, d'une profondeur comprise entre 200m et 900 m et d'une bonne qualité chimique d'eau. (Source : Université de Biskra)

I.7. Situation climatique

I.7.1. Climat

Biskra-Est a un climat désertique chaud, typique de la région dans laquelle elle se trouve. La ville possède des étés longs et extrêmement chauds et des hivers doux. La température, la pluviométrie et les vents sont les trois éléments principaux du climat.

I.7.2. Température

À Biskra-Est, les étés sont caniculaires, les hivers sont frais. Au cours de l'année, la température varie généralement de 6 °C à 40 °C et elle est rarement inférieure à 4 °C ou supérieure à 45 °C. La température annuelle moyenne est de 21.8 °C. Le tableau ci-dessous présente les amplitudes mensuelles de température :

Tableau I.1 : Amplitudes moyennes mensuelles de température(1992-2012).

Mois	jan.	fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	sep.	oct.	nov.	déc.
Température minimale moyenne (°C)	3	3.1	4	7.3	11.8	18.3	26.6	21.1	16.3	9.6	5.6	3.5
Température moyenne(°C)	11.2	13.3	15.4	19.1	24.6	30.3	36	32.3	27.7	20.7	15	12.4
Température maximale moyenne (°C)	19.9	23.9	27.4	32.9	36.9	42.1	45.4	44	39.4	32.8	25.5	22.3

(Source : PDAU intercommunale (Biskra, Chetma et El Hadjeb))

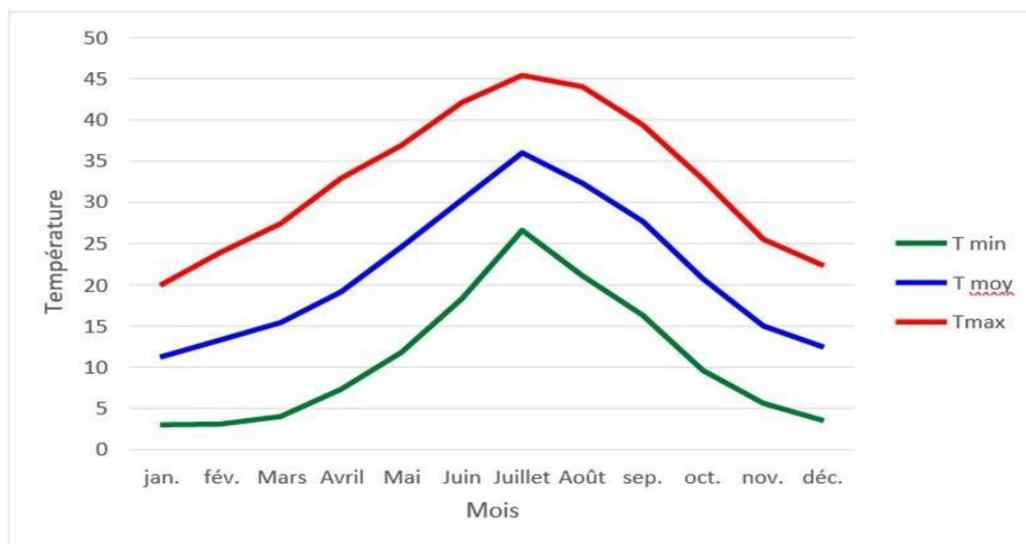


Figure I.5 : Amplitudes mensuelles de température.

I.7.3. Précipitation

La station de Biskra, fait ressortir deux périodes distinctes, une saison sèche et une autre relativement humide.

Tableau I.2 : Répartition mensuelle des précipitations, station de Biskra (1992-2012)..

Mois	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août
P en mm	14,2	13,3	18,3	9,5	15,7	9,6	16,0	14,6	10,8	5,8	0,5	2,3
P en %	10,9	10,2	14,0	7,2	12,0	7,3	12,3	11,2	8,3	4,5	0,4	1,8
Cumulé	14.2	27.5	45.8	55.3	71	80.6	96.6	111.2	122	127.8	128.3	130.6

(Source : ANRH Alger)

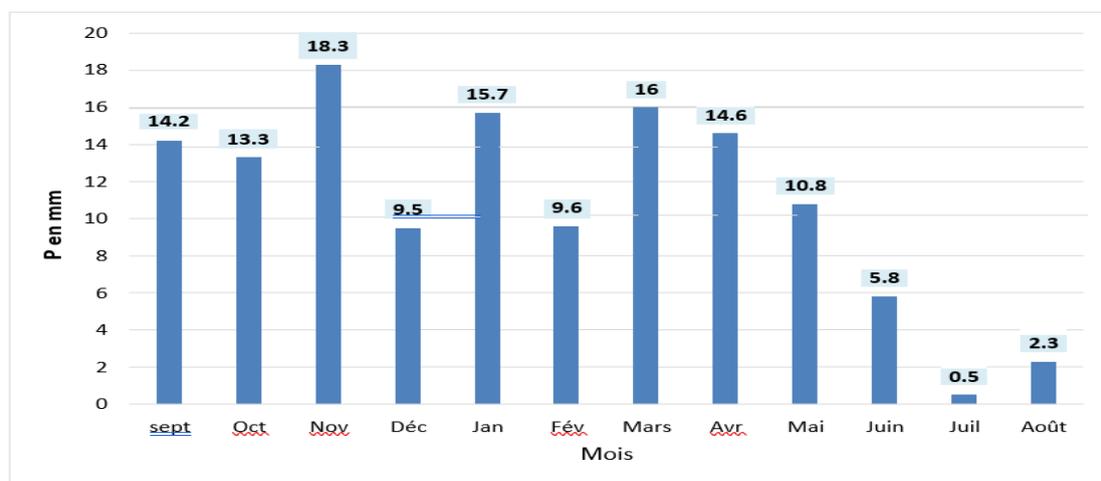


Figure I.6 : Répartition mensuelle des pluies de la station de Biskra.

On remarque l'existence d'une saison sèche qui correspond aux mois de juin à août, avec des pluies moyennes mensuelles égales ou inférieures à 5 % du total annuel et une saison humide qui correspond aux autres mois.

I.7.4. Vent

Hormis les précipitations ou l'humidité, les vents sont fréquents durant deux périodes de l'année : vents relativement humides pendant l'hiver, et vents de sable pendant le printemps.

Ce qui concerne l'été des vents chauds soufflent surtout dans le mois de juillet.

Tableau I.3 : Vitesses moyennes des vents de la région de Biskra durant la période (1992-2012).

Mois	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juill	Aout	Sep	Oct	Nov	Dec	Moy. Annuelle
V _(m/s)	4.09	4.46	4.87	5.71	5.35	4.26	3.84	3.59	3.93	3.59	3.96	4.03	4.31

(Source : O.N.M)

Ainsi, il a été enregistré une vitesse moyenne annuelle de 4.31 (m/s) durant la période (1992-2012) avec un minimum de 3.59 m/s et un maximum de 5.71 m/s.

I.8. Situation démographique

D'après RGPH la population de la région de Biskra-Est a été estimée à partir du recensement de l'année 2020 à 1442 habitants et le taux d'accroissement annuel en 2020 est 2,30% donnée par DPSP.

On utilise la loi des accroissements géométriques pour estimer le nombre d'habitants pour différents horizons.

La relation est comme suit :

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

Avec :

P_n : Population future à un horizon prévue ;

P₀ : Population de base ou de l'année de référence ;

n : Nombre d'années séparant l'horizon de calcul de l'année de référence ;

T : Le taux d'accroissement annuel de la population.

L'évaluation de la population est résumée dans le tableau suivant :

Tableau I.4 : Evaluation de la population.

Années	2020	2024	2034	2044	2054
Nombre d'habitants	1442	1579	1983	2488	3124

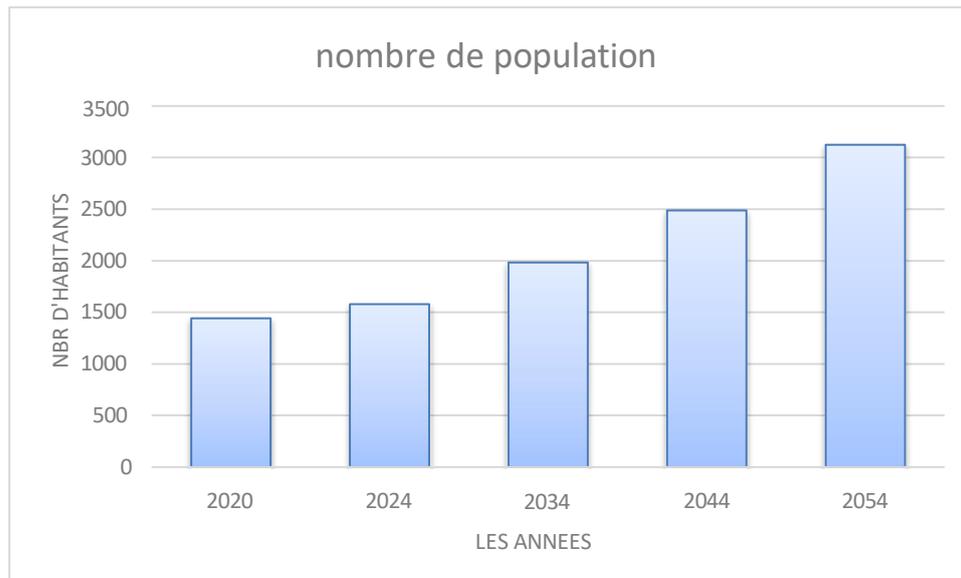


Figure I.7 : Le diagramme d'évolution démographique a différents horizons.

I.9. Situation hydraulique

I.9.1. Alimentation en eau potable

Dans les réservoirs de distribution, les eaux des champs captant de la nappe phréatique et de la nappe des calcaires sont rejetées par les forages. Ces zones de captation sont appelées « externes ». La nappe des sables est drainée directement par plusieurs forages dans le réseau de distribution de la ville. Les zones de captage formées par ces forages sont appelées « internes ».

Notre zone est dotée d'un réseau de distribution d'eau potable des conduites en acier et PEHD avec des diamètres allant du DN32 au 500 mm avec une dotation de 150 m³/s/hab.

I.9.2. Assainissement

Le système d'assainissement actuel est constitué d'un réseau d'assainissement de type unitaire composé d'une conduite principale en Béton de forme circulaire, ayant un diamètre normalisé de Dn1500mm dont la jonction est établie avec des regards d'égouts de forme rectangulaires réalisés en Béton armé.

Les eaux usées domestiques sont déversées dans l'oued Biskra et sont rejetées directement dans le milieu récepteur sans épuration préalable.

- Ce réseau a été mis en service en 1986.

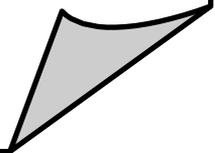
I.10. Conclusion

D'après les données, de notre zone d'étude située à l'Est de Biskra, nous constatons qu'il s'agit d'une région dotée d'un climat désertique chaud, d'un relief relativement régulier avec des pentes variant entre 1 % et 3 %, d'un sol constitué essentiellement de gyps, d'une démographie actuelle approchant 1442 habitants avec u taux d'accroissement de 2.30% et d'un réseau hydrographique présentant des oueds qui passent par le coté aval de de notre région d'étude.

Ces données vont nous servir de base pour l'élaboration du projet qui consiste à l'étude d'Assainissement de l'agglomération.

Chapitre II

Etude hydrologique



II.1. Introduction

L'hydrologie est la science de l'eau et de son cycle, qui comprend les précipitations, l'évaporation, l'infiltration, l'écoulement et le stockage.

Étant donné que le réseau d'assainissement doit pouvoir évacuer les eaux usées domestiques et les eaux pluviales, il est essentiel de connaître les quantités de la manière la plus stricte possible. L'étude hydrologique permet d'estimer les débits d'eau de ruissellement, qui sont directement liés au débit des eaux pluviales.

L'objectif de l'estimation des débits des eaux pluviales est de faire le dimensionnement du réseau d'assainissement et des installations connexes.

II.2. Notions de l'hydrologie

II.2.1. L'averse

Une averse est une pluie soudaine, abondante et souvent de courte durée.

II.2.2. Choix de la période de retour

La période de retour d'une averse est l'intervalle moyen entre deux événements de cette intensité. Une pluie décennale a 10% de chance de se produire chaque année, c'est-à-dire une pluie avec une période de retour de 10 ans peut se produire une fois tous les 10 ans.

Pour les réseaux d'égout, la pluie décennale est souvent utilisée pour le dimensionnement. Cela permet de trouver un équilibre entre le coût et la protection contre les inondations.

II.2.3. La fréquence

La fréquence en hydrologie se réfère à la probabilité qu'un événement donné se produise dans une période de temps donnée. Cette notion est utilisée pour décrire la probabilité qu'un certain débit soit dépassé dans une rivière ou un cours d'eau. La fréquence d'un événement est généralement exprimée en pourcentage, avec une fréquence de 50% indiquant que l'événement est attendu une fois tous les deux ans en moyenne.

II.2.4. Détermination de l'intensité moyenne maximale de précipitation

L'intensité moyenne (i_m) d'une averse s'exprime par le rapport entre la hauteur de pluie totale observée durant la durée t de l'averse : [3]

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

Avec :

i_m : intensité moyenne de la pluie [mm/h, mm/min] ou intensité spécifique en prenant en compte la surface [l/s/ha.].

h : hauteur de pluie de l'averse [mm].

t : durée de l'averse [h ou min].

II.3. Choix de la station pluviométrique

Les stations pluviométriques retenues pour l'estimation des précipitations dans le bassin versant, ont été sélectionnées sur la base de l'emplacement géographique de ces stations, et la période d'observation de ces dernières. Le choix de la station est important, la sélection des stations s'est faite sur la base de :

- Critères topographiques.
- Critères climatiques.
- La station est située à proximité de la zone d'étude.

II.4. La série des données pluviométriques

Pour la présente étude, la station pluviométrique de Biskra secteur est prise comme station de référence, ses caractéristiques sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau II.1 : Identification de la station pluviométrique de Biskra secteur.

Nom	Code	Coordonnées		Période d'observation
Biskra secteur	061416	X (km)	776,1	1992-2021 (30 ans)
		Y (km)	178,2	
		Z (m)	130	

(Source : ANRH Alger)

Une quantité de pluie prélevée à une station, de référence, peut être considérée comme représentative de celles effectuées à travers plusieurs stations sur une étendue de topographie spécifique plus ou moins large, dite zone d'influence du pluviomètre.

La station de Biskra secteur, considérée comme référence, fournit une série de données pluviométriques qui incluent les quantités de pluie les plus élevées mensuelles et annuelles.

Cette série a été enregistrée pendant 30 ans, de 1992 à 2020.

Le tableau II-2 contient les données de la série :

Tableau II.2 : La série pluviométrique (station de Biskra secteur) 1992-2021.

Année	Precipitations maximales journalières (mm)												Max
	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mar	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	
1992	20.5	2	17.5	0	0	23	6.5	0	4.5	0	0	0	23
1993	2.5	0	4	1.7	14.2	2.5	12.9	1	0	1.5	0	5.3	14.2
1994	9.5	12.5	3	0	4	3.8	1	0	0	0	0	1	12.5
1995	26	1.3	25.2	12	27	8.6	20	2.6	1.6	3.7	3	0	27
1996	18	0	0	3	1.5	2	6	29.5	0	0	0	0	29.5
1997	5.3	2.1	33.5	6	0	10.5	6.5	22	2.1	12.5	0	0	33.5
1998	0	0	0	0	23.5	1.5	0.5	0	4.5	0			23.5
1999	0	7.6	17.5	28.2	0	0	0.7	2.5	4	0	0	0	28.2
2000	3.5	0	1.5	2.2	22.1	0	0	0	1.4	0	0	0	22.1
2001	3.5	11.2	17.2	4.7	2.2	0	2.4	1.4	0	0.3	0	1	17.2
2002	0.6	16.1	6.8	1.1	39.8	2.6	6.6	2.1	0.3	0.2	0	0.1	39.8
2003	6.3	11.1	4.3	5.3	0.1	0.3	45	66.3	28.1	0.1	0	0	66.3
2004	5.7	3	29	14	0	19.7	1.3	0	0				29
2005	2.8	0.6	1.3	4.4	19.1	18.5	0	7	7.5	1.2	0.5	0.1	19.1
2006	11.5	1	11.3	3	0	2.8	5	6.3	5.7	0	0	0.2	11.5
2007	8	0.3	0	0.5	1.4	0.1	0	0	8.3	0	0	4	8.3
2008	11.8	19	18.2	18	11.3	5.5	18.9	8.3	25.3	0	1	0	25.3
2009	14	3.8	0	4.1	7.3	11.2	12	24.8	2.7	10.7	0	0.8	24.8
2010	7.7	4	2	1.8	5.5	0	29.4	21	46.8		0	7	46.8
2011	0	10.7	3.5	0	0	0.5	4	5	0	0	0	0	10.7
2012	29.8	9	12.6	1.3	9.4	3.3	4.5	4	0	0	0	0	29.8
2013	17.8	24.5	0	14	6.6	3.2	16.5	0	4.4	1.1	0	0	24.5
2014	8	1.5	3.1	0	4.6	15.3	35.1	0	0	2.8	0	1.2	35.1
2015	20	28.2	4.5	0	0	0.1	4	26.7	1.6	16.4	0	0.4	28.2
2016	6.5	0.6	11.5	1	0.4	0	0	20	0	1.7	0	0	20
2017	11.5	12.6	0	0	0	12.8	9	6.3	24	0	0	0.5	24
2018	17.3	28.3	0.5	0	1.4	0	4.4	28.3	13.4	0	0	15.3	28.3
2019	12.5	2.5	7.4	3.2	3	0	8.2	11	15.3	0	0	0	15.3
2020	14.3	0	0	2.6	0	0	0	8.4	10.8	0	0	0	14.3
2021	3.2	4.2	5.6	0.3	1	7.5	14.4	14.4	0	0	0	0	14.4

II.5. Étude des précipitations maximales journalières

L'analyse des précipitations maximales mensuelles implique une approche statistique pour évaluer les extrêmes et les variations de précipitation. Ainsi, il est nécessaire de procéder à un ajustement statistique en utilisant des lois de probabilité pour caractériser les températures maximales observées. Les étapes clés de cette analyse comprennent :

- Tri des précipitations maximales mensuelles par ordre croissant.
- Calcul de la fréquence empirique $F(x)$ (probabilité de non dépassement).
- Calcul des paramètres statistiques des précipitations observées.
- Ajustement graphique de la série de précipitations.
- Identification des quantiles et de leurs intervalles de confiance.
- Évaluation des extrêmes des précipitations et des variations mensuelles.

II.6. Analyse statistique de la série pluviométrique

II.6.1. Caractéristiques empiriques

- La moyenne de précipitation maximale journalière $\bar{P}_{max,j}$: [3]

$$\bar{P}_{max,j} = \frac{\sum_{i=1}^N P_{max,j}}{N} \dots\dots\dots (II.1)$$

Avec :

$P_{max,j}$: précipitation maximale journalière en (mm).

N : nombre d'années d'observation ($N= 30$ ans).

$\bar{P}_{max,j}$: la moyenne de précipitation maximale journalière en (mm)

- La moyenne de précipitation maximale journalière est :

$$\bar{P}_{max,j} = 30$$

- L'écart type $\sigma_{P_{max,j}}$: [3]

Pour $N \geq 30$ ans :

$$\sigma_{P_{max,j}} = \left[\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (P_{max,j} - \bar{P}_{max,j})^2}{N}} \right]$$

L'écart type est :

$$\sigma_{P_{max,j}} = 11,8$$

- Coefficient de variation C_v :

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

Le coefficient de variation est :

$$C_v = 0,48$$

Le tableau suivant regroupe les résultats des caractéristiques de la série :

Tableau II.3 : Les caractéristiques de la série pluviométrique.

La taille de la série	30
La valeur min	8.3
La valeur max	66.3
La moyenne	30
L'écart type	11.8
Coefficient de variation	0,48
Exposant climatique (ANRH)	0,23

II.7. Lois statistiques pour l'analyse fréquentielle

L'ajustement consiste à trouver la loi de probabilité la plus appropriée pour modéliser les données pluviométriques. L'efficacité de la méthode d'ajustement dépend de plusieurs facteurs, tels que la loi de probabilité, la taille de l'échantillon et certaines caractéristiques de l'échantillon. Les critères de choix de la loi de probabilité la plus efficace sont souvent basés sur la pratique et l'expérience.

II.7.1. Ajustement à la loi de Gumbel

- La fonction de répartition de la loi du Gumbel : [3]

$$F(x) = e^{-e^{-u}} \dots\dots\dots (II.6)$$

$$y = \frac{(x-x_0)}{\alpha} = -[\ln(-\ln(F(x)))] \dots\dots\dots (II.7)$$

Avec :

y : La variable réduite de Gumbel.

x₀ : Le paramètre de position (en mm).

x : Variable étudiée ($P_{max,j}$) (en mm).

α : Paramètre d'échelle appelée Gradex. ($\alpha > 0$).

-L'équation de la droite de Gumbel (expression du quantile) est donnée par :

$$x = \alpha \times y + x_0 \dots\dots\dots (II.8)$$

-Les paramètres de loi de Gumbel sont calculés par la méthode de maximum de vrai semblance corrigé (par logiciel Hyfran) :

$$\alpha = 8.80019 \quad ; \quad x_0 = 19.7093$$

Donc, L'équation de la droite de Gumbel devient :

$$x = 8.80019y + 19.7093 \dots\dots\dots (II.9)$$

Ces résultats sont issus de l'application du logiciel Hyfran, voir Annexe. Ils sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau II.4 : Résultats de l'ajustement à la loi de Gumbel par logiciel Hyfran.

T	q	X _T	Écart-type	Intervalle de confiance (95%)
100	0.99	60.2	6.62	47.2
50	0.98	54	5.75	42.8
20	0.95	45.8	4.61	36.8
10	0.9	39.5	3.76	32.1
5	0.8	32.9	2.91	27.2

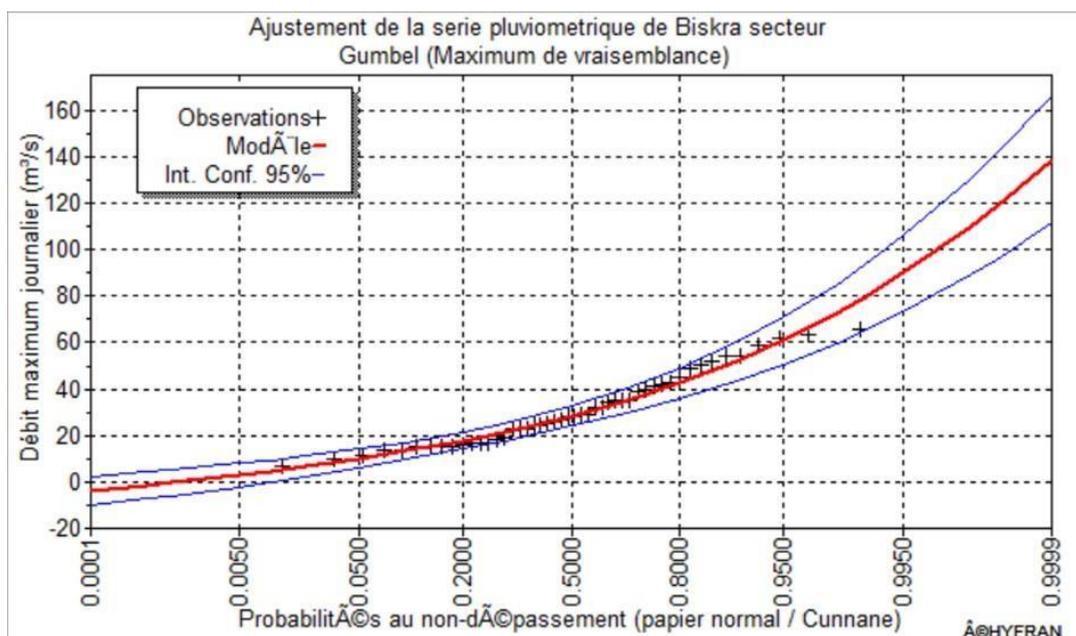


Figure II.1 : Ajustement par la loi de Gumbel.

II.7.2. Ajustement à la loi des extrêmes généralisée (loi GEV)

La formule de répartition de la loi d’extrêmes généralisée est : [3]

$$F(x) = e^{-e^{-y}} \dots\dots\dots (II.10)$$

$$y = -\frac{1}{k} \ln(1 - \frac{k}{\alpha}(x - u)) \dots\dots\dots (II.11)$$

Avec :

x : variable étudiée (Pmax, j).

u : paramètre de position.

α: paramètre de dispersion (α > 0).

k: paramètre de forme appelé indice des valeurs extrêmes.

- L’équation de la droite d’ajustement de la loi de GEV est donnée par : [3]

$$x = u + \frac{\alpha}{k} (1 - e^{-ky}) \dots\dots\dots (II.12)$$

- Les paramètres de loi de GEV sont calculés par la méthode de maximum de vrai semblance corrigé (par logiciel Hyfran) :

$$\alpha = 8.38193 \quad ; \quad k = -0.0569606 \quad ; \quad u = 19.5519$$

Donc, l’équation de la droite d’ajustement de la loi de GEV devient :

$$x = 19.5519 - \frac{8.38193}{0.0569606} (1 - e^{0.0569606 y}) \dots\dots\dots (II.13)$$

Les résultats sont issus de l’application du logiciel Hyfran sont montrés dans le tableau suivant :

Tableau II.5 : Résultats de l’ajustement à la loi de GEV par logiciel Hyfran.

T	Q	XT	Écart-type	Intervalle de confiance (95%)
100	0.99	63.6	14.1	N/D
50	0.98	56.2	10.2	36.1
20	0.95	46.7	6.38	34.2
10	0.9	39.7	4.36	31.1
5	0.8	32.7	3.02	26.8

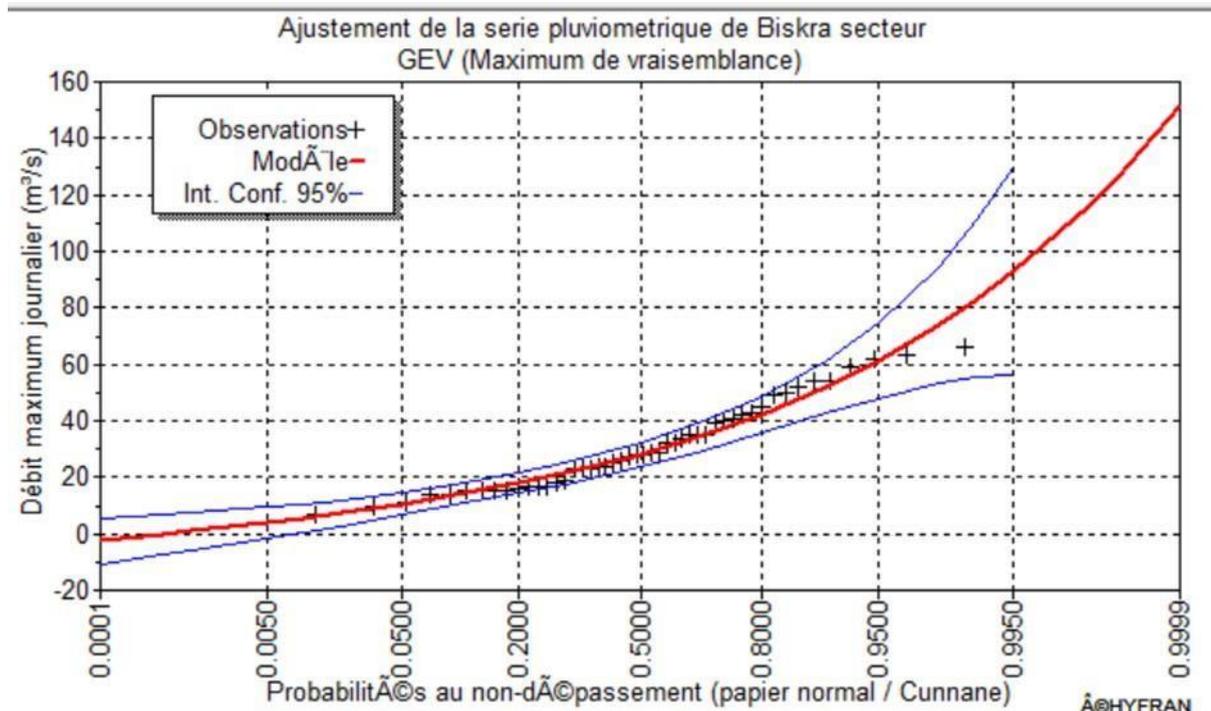


Figure II.2 : Ajustement par la loi de GEV.

II.7.3. Ajustement à la loi de Galton (log normale)

La formule de répartition de la loi de Galton est : [3]

$$F(x) = \sqrt{2\pi} \int_{-\infty}^u e^{-\frac{u^2}{2}} du \dots\dots\dots (II.14)$$

Dans le cas de la loi log normale la variable u est égal à :

$$u = \frac{\ln(x) - \overline{\ln(x)}}{\sigma_{\ln(x)}} \dots\dots\dots (II.15)$$

Avec :

- **u** : la variable réduite de Gauss.
- $\overline{\ln(x)}$: La moyenne des logarithmes de la variable x.
- $\sigma_{\ln(x)}$: L'écart type des logarithmes de la variable x.

La formule de Galton est donnée par la formule suivante : [3]

$$\ln(x) = u \times \sigma_{\ln(x)} + \overline{\ln(x)} \dots\dots\dots (II.16)$$

Les paramètres de loi de Galton sont calculés par la méthode de maximum de vrai semblance corrigé (par logiciel Hyfron):

$$\sigma_{\ln(x)} = 0.46 \quad ; \quad \overline{\ln(x)} = 3.11$$

Les résultats de l’ajustement à la loi de Galton, sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau II.6 : Résultats de l’ajustement à la loi de Galton en utilisant logiciel Hyfran.

T	Q	X _T	Écart-type	Intervalle de confiance (95%)
100	0.99	65.1	10.6	44.4
50	0.98	57.5	8.56	40.7
20	0.95	47.7	6.16	35.6
10	0.9	40.4	4.58	31.4
5	0.8	33.1	3.22	26.7

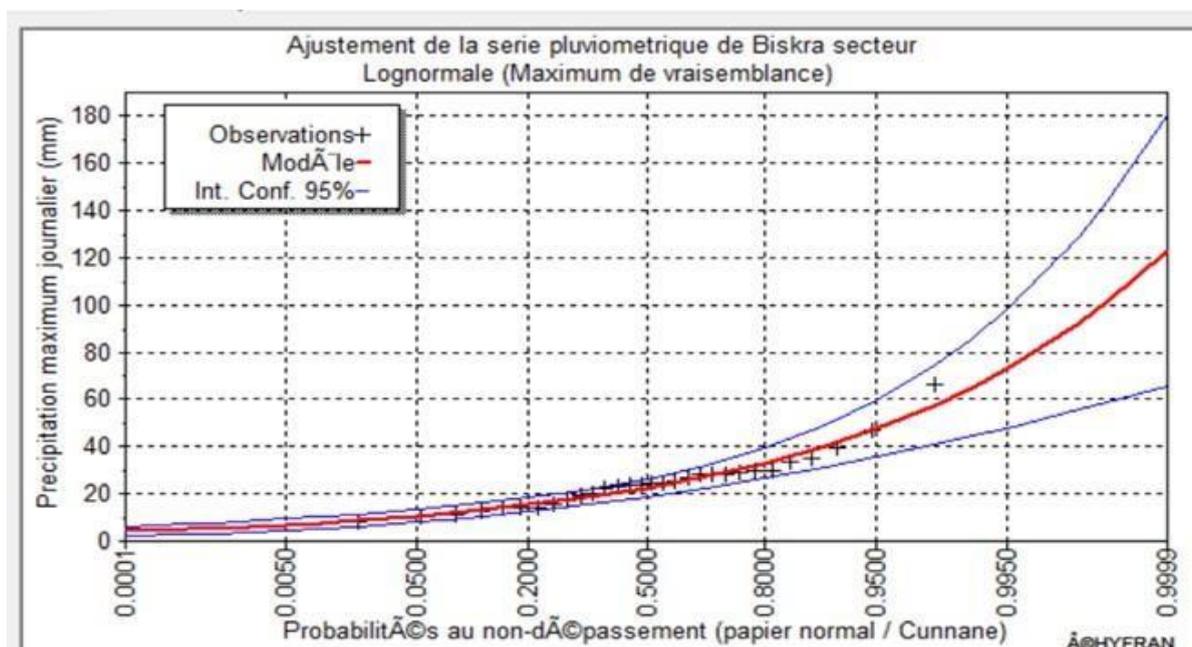


Figure II.3 : Ajustement graphique à la loi Log-normale.

II.7.4. Comparaison entre les lois d’ajustement

Dans le cadre de notre étude, nous avons procédé à l'ajustement de la série des précipitations maximales journalières à la loi de Gumbel, la loi de Galton et à la loi de GEV en utilisant le logiciel Hyfran. Chaque loi présente ses avantages et inconvénients, mais notre choix se basera sur les valeurs des paramètres hydrologiques estimés (les précipitations décennales), l'observation visuelle des graphiques, et sur le test du Khi2.

- Observation des graphiques

Ce test examine visuellement les graphiques de régression pour voir comment les points sont alignés. Il vérifie si la ligne de régression suit bien les points et s'il n'y a pas de

courbes ou de tendances étranges. Ce test aide à vérifier la qualité des données et des modèles statistiques. A l'aide de logiciel Hyfran on a fait une comparaison entre les trois lois

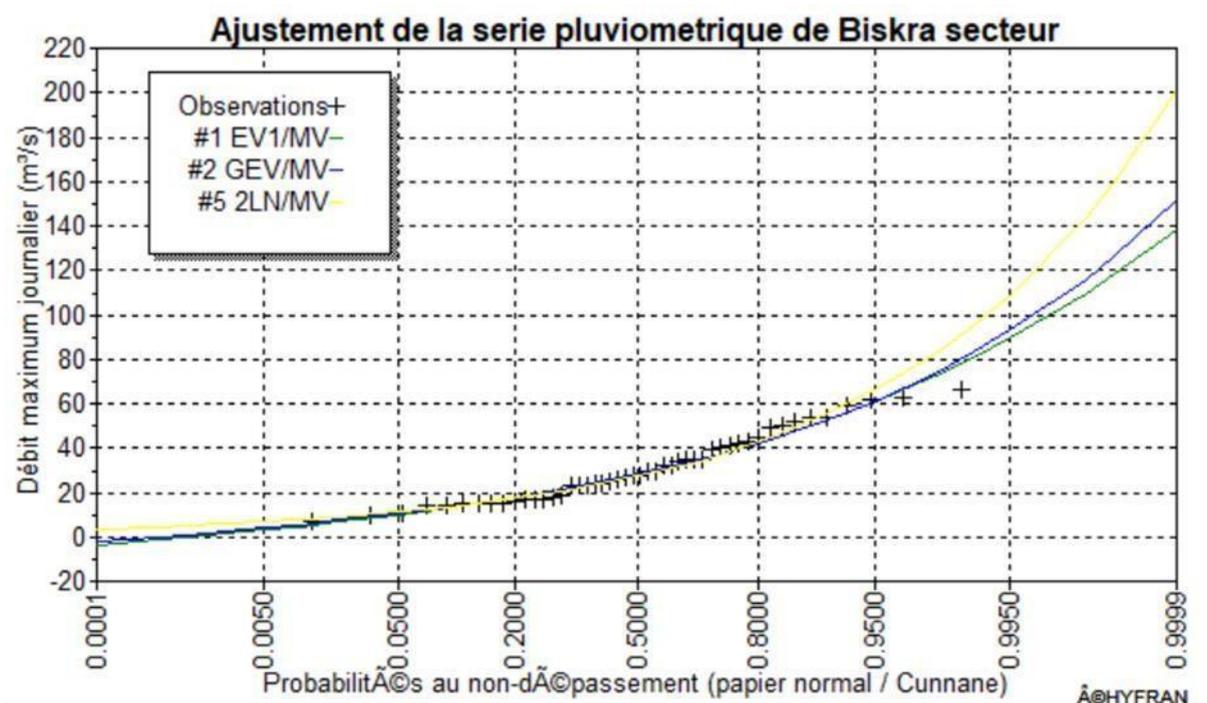


Figure II.4 : Comparaison des trois lois d'ajustement.

Interprétation :

Dans les trois cas les points sont très proches de la droite théorique avec une bonne convergence.

- Test d'adéquation de Khi-deux :(Annexe 01)

Le test de Khi-deux, également appelé test de Khi-carré ou test de Pearson, est une méthode statistique utilisée pour évaluer la compatibilité d'une loi statistique avec un échantillon donné de taille N. Le test consiste à comparer les valeurs calculées et théoriques de χ^2 pour prendre une décision concernant l'ajustement.

- On détermine le χ^2 calculé et le nombre de degré de liberté γ (à l'aide du logiciel HYFRAN).
- On détermine le χ^2 théorique sur la table de Khi2 (voir l'annexe I)
- La loi adéquate pour une erreur

- Les précipitations décennales :

- $P_{max,j}$ (Gumbel) = 39.5 mm.
- $P_{max,j}$ (GEV) = 39.7 mm.
- $P_{max,j}$ (Galton)=40.4 mm.

La précipitation maximale journalière (T=10ans) de la loi de Galton est supérieure à celle de Gumbel et GEV, ce qui signifie que l'adaptation à la loi de Galton nous assure d'avantage l'ajustement.

Les résultats de test de Khi-deux sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau II.7 : les résultats de test de khi-2.

Loi d'ajustement	Nombre de classe	P	Degré de liberté	χ^2 Calculé	χ^2 théorique	Comparaison	Remarque
Loi de Gumbel	7	0.0472	4	3.13	9.488	3.13<9.488	Vérifié
Loi de Galton	7	0.2771	4	5	9.488	5<9.488	Vérifié
Loi de GEV	7	0,143	3	3.6	7.815	3.6<7.815	Vérifié

D'après le test khi-carré, la condition (χ^2 calculé < χ^2 théorique) est vérifiée, donc les trois lois Galton et Gumbel et Galton sont adéquates.

- Sélection de la loi :

Sachant que l'adéquation de l'ajustement par les trois lois est confirmée, et que les valeurs théoriques X_t sont très proches pour les deux. Nous optons pour la considération de la pluie issue de la loi de Galton :

$$P_{\max,j}(\text{Galton})=40.4 \text{ mm.}$$

II.8. Calcul des pluies et des intensités de courte durée

Dans ce volet, on va déterminer les valeurs des pluies de courte durée et leurs intensités. En se basant sur les résultats de l'ajustement à la loi Log-normale.

- Pluies de courte durée :

La détermination des pluies de courte durée (les averses) se fait à la base des pluies maximales journalières, par la relation suivante : [3]

$$P_{t,p\%} = P_{\max,j,p\%} \times \left(\frac{t}{24}\right)^b \dots\dots\dots(\text{II.17})$$

Avec :

$P_{t,p\%}$: pluie de courte durée correspondante à une fréquence de dépassement donnée (p%) (en mm).

$P_{\max,j,p\%}$: pluie maximale journalière correspondante à une fréquence de dépassement donnée (p%) (en mm).

t : durée de l'averse (h).

b : exposant climatique ; (selon ANRH, b=0.23).

Pour calculer l'intensité moyenne des précipitations de courte durée à une fréquence de dépassement donnée, la formule de Montanari est utilisée.

La formule de Montanari est la suivante : [3]

$$i_{t,p\%} = \frac{P_{t,p\%}}{t} \dots \dots \dots (II.18)$$

Avec :

$i_{t,p\%}$: l'intensité moyenne de courte durée correspondante à une fréquence de dépassement donnée (p%) (mm/h).

$P_{t,p\%}$: pluie de courte durée correspondante à une fréquence de dépassement donnée (p%) (en mm).

t : durée de l'averse (h).

-Dans les projets d'assainissement, pour l'estimation des débits pluviaux on s'intéresse à l'intensité moyenne maximale correspondante à une courte durée t= 15 min ou 0,25 heure, et une période de retour T = 10 ans. Cette approche est adoptée pour des raisons technico-économiques et de sécurité. En effet, une courte durée de 15 minutes permet de prendre en compte les précipitations intenses qui peuvent survenir rapidement et causer des dégâts importants.

$$I_{15min,10\%} = \frac{14.14}{0.25} = 56.56 \text{ mm/h} = \frac{56.56 \times 10000}{3600} = 157 \text{ l/s/ha.}$$

Le tableau suivant regroupe les résultats de calcul de la pluie et l'intensité de courte durée :

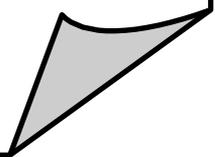
Tableau II.8 : Pluies et intensités de courte durée de différentes périodes de retour.

T	5		10		20		50		100	
Xt	33.1		40.4		47.7		57.5		65.1	
t(h)	Pt(mm)	it(mm/h)	Pt (mm)	it(mm/h)						
0.1	9.384	93.838	11.453	114.534	13.523	135.229	16.301	163.012	18.456	184.558
0.2	11.006	55.028	13.433	67.164	15.860	79.301	19.119	95.593	21.646	108.228
0.25	11.585	46.341	14.140	56.561	16.695	66.781	20.125	80.502	22.786	91.142
0.5	13.588	27.175	16.584	33.169	19.581	39.162	23.604	47.208	26.724	53.447
0.75	14.916	19.888	18.205	24.274	21.495	28.660	25.911	34.548	29.336	39.114

II.9. Conclusion

L'étude hydrologique nous a permis de déterminer l'intensité moyenne maximale d'après les précipitations maximales journalières. Avec l'utilisation de la loi de Galton on a est arrivé à déterminer la valeur de l'intensité de la pluie du projet, basée sur une période de retour de dix ans et qui est de 157 l/s/ha. Cette valeur va nous servir pour l'estimation des débits.

Chapitre III
Calcul de base



III.1. Introduction

L'assainissement vise à éliminer, en dehors des zones urbaines, les eaux usées provenant de diverses sources. Dans cette situation, il est nécessaire de suivre certaines étapes préliminaires, y compris le calcul de base, afin d'obtenir une estimation plus précise des débits à évacuer par la suite.

Cette étape incontournable implique :

- L'évaluation du nombre d'habitants.
- Le site est divisé en surfaces élémentaires et le coefficient de ruissellement est déterminé.
- La sélection de la méthode et du plan du réseau d'évacuation des eaux.

III.2. Découpage de l'air d'étude en surfaces élémentaires

En général, une surface élémentaire est l'aire sur laquelle toute pluie qui tomberait en n'importe quel point de cette surface se trouverait en un même point qu'on appellera exutoire. Donc les surfaces élémentaires sont considérées comme des surfaces d'influences, à l'amont de chaque ossature du réseau.

Le découpage de ces surfaces s'effectuera suivant les conditions naturelles du relief et urbanistique comme :

- ✓ Les courbes de niveaux
- ✓ Les routes et voiries existantes
- ✓ Les limites naturelles telles que : oueds, talwegs, collines etc...
- ✓ En fonction de la nature du terrain.
- ✓ De façon à respecter les conditions de validité des méthodes d'évacuation des débits.

III.3. Système d'évacuation des eaux

III.3.1. Les différents systèmes d'assainissement

Quel que soit le contexte (rural, urbain ou industriel), le réseau d'assainissement a pour fonction principale d'évacuer :

- ✓ **Eaux pluviales**
 - Les eaux de ruissellement en grande quantité.

- ✓ **Les eaux usées**
 - Domestiques (eaux-vannes, ménagères, etc.).
 - Les eaux usées industrielles.
 - Les eaux usées des services publics.
- ✓ **Eaux parasites**
 - Dans certains cas, des eaux claires ou drainage
- Plusieurs systèmes d'évacuation des eaux résiduaires et pluviales peuvent être mis en place, notamment :

III.3.1.1. Le système unitaire

Dans ce système, l'évacuation de l'ensemble des eaux usées et pluviales est assurée par un seul et même réseau de canalisations.

Ce réseau unitaire est généralement équipé de déversoirs permettant, en cas de fortes pluies, de rejeter directement une partie des eaux dans le milieu naturel. Cela évite de surcharger le système de traitement.

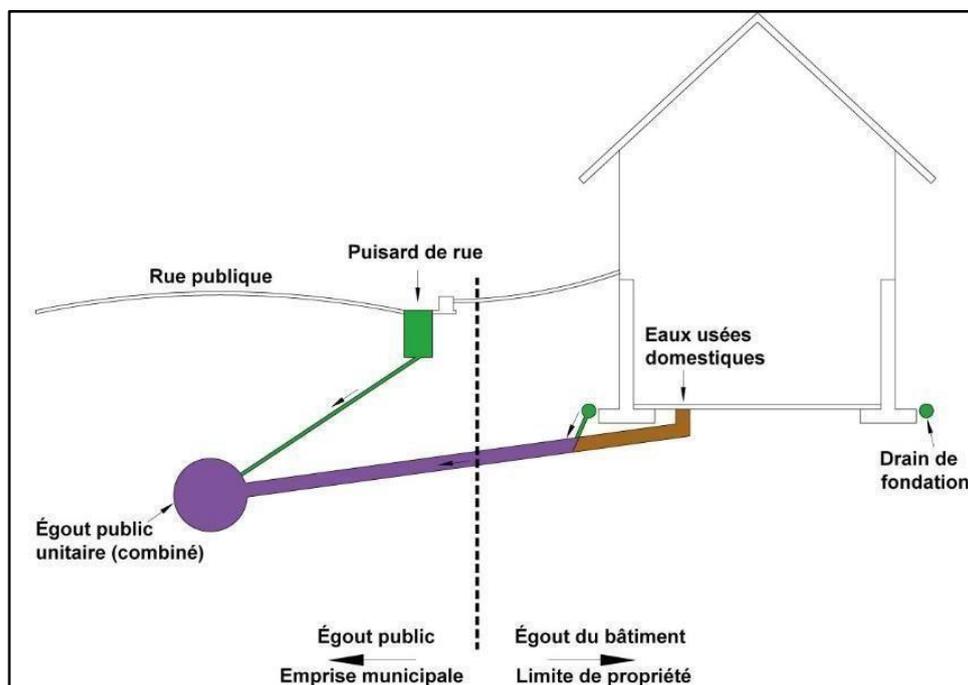


Figure III.1 : schéma représentatif des branchements dans le système unitaire.

(Source : www.gatineau.ca (2019))

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

Domaine d'utilisation	<ul style="list-style-type: none"> - Récepteur situé à une distance des points de collecte. - Terre avec peu de relief. - Une forte imperméabilisation et une topographie marquée de la commune. - Important débit d'étiage du cours d'eau récepteur.
Avantages	<ul style="list-style-type: none"> - Design simple : un unique collecteur, un unique branchement par bâtiment. - Réduction de l'encombrement du sous-sol. - Apparement rentable (mesure moyenne imposée uniquement par les eaux pluviales). - Un aspect classique, dans l'évolution historique des villes. - Pas de risque de rupture de connexion.
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> - La vitesse à la station d'épuration est très fluctuante. - En cas d'orage, les eaux usées sont comprises par les eaux pluviales pour les diluer. - Contribution significative de sable à la station d'épuration. - Transport d'une quantité considérable de pollution lors des premières précipitations après une période de sécheresse. - Le mélange "eaux usées-eaux pluviales" est directement rejeté vers le milieu récepteur au niveau des déversoirs

III.3.1.2. Le système séparatif

Dans lequel sont établis deux réseaux distincts :

- Le réseau des eaux pluviales : il a été développé dans le but d'évacuer les eaux provenant des pluies, c'est-à-dire les points de pluie. Il suit le cours d'eau le plus élevé afin de déverser les eaux dans le cours d'eau le plus proche et d'accroître la vitesse d'écoulement.
- Le réseau d'eaux usées est conçu pour évacuer les eaux usées provenant de la maison, du public et de l'industrie jusqu'à la station d'épuration, en utilisant une pente appropriée pour faciliter leur écoulement.

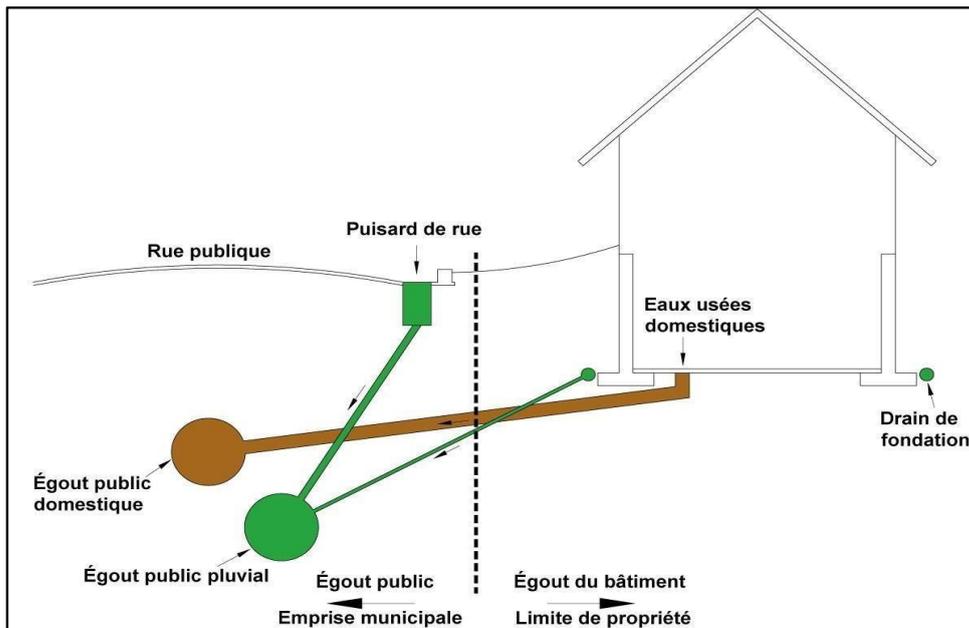


Figure III.2 : schéma représentatif des branchements dans le système séparatif.

(Source : www.gatineau.ca (2019))

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

<p>Domaine d'utilisation</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Villes de petite et moyenne taille. - Agrandissement des villes. - La vitesse d'étiage du cours d'eau récepteur est faible.
<p>Avantages</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Réduction du calibre moyen des conduites du réseau d'égouts - Facilitant ainsi l'opération de la station d'épuration - Favorisant une meilleure préservation environnementale en limitant les flux polluants. De plus, cette démarche permet de restreindre certains frais d'exploitation.
<p>Inconvénients</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Le sous-sol est très encombré, ce qui augmente les coûts d'investissement et accroît le risque de mauvais branchement.

III.3.1.3. Le système pseudo-séparatif

Ce système implique la collecte des eaux usées ainsi qu'une partie des eaux de pluie, habituellement issues des toits et des propriétés privées, dans un réseau commun. Pendant ce

temps, le reste des eaux de pluie est acheminé à travers les caniveaux et les dispositifs de drainage dans un réseau distinct. Bien qu'il soit similaire au système séparatif.

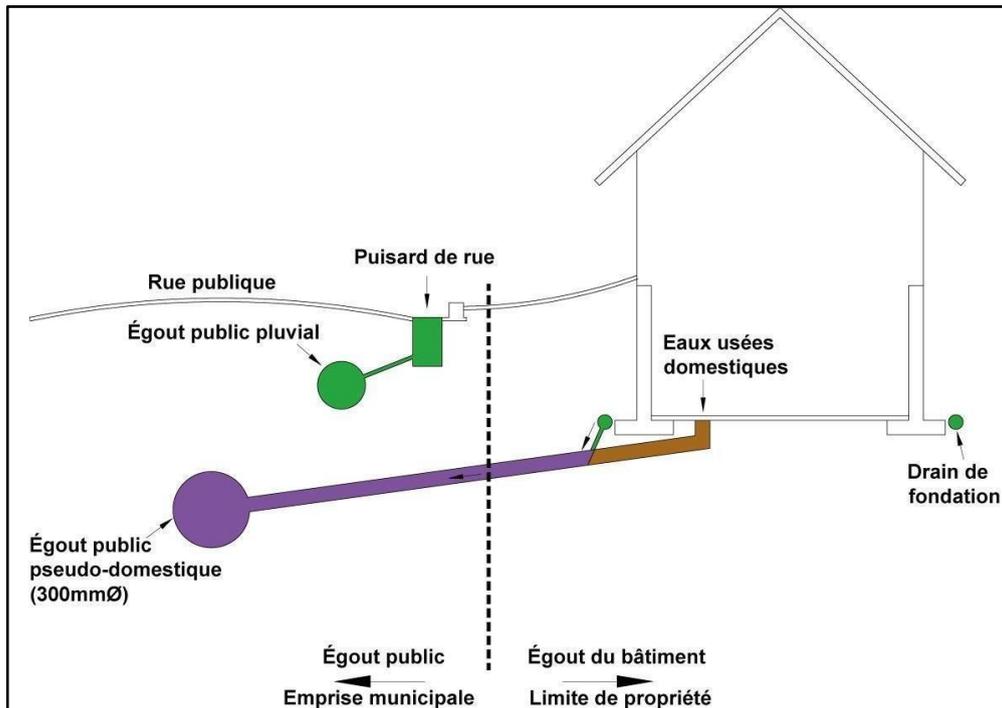


Figure III.3 : schéma représentatif des branchements dans le système pseudo-séparatif.

(Source : www.gatineau.ca (2019))

III.3.1.4. Système mixte

Dans ce schéma, une section de la zone bénéficie d'un réseau d'assainissement unitaire tandis que l'autre partie est desservie par un système séparatif. Ce modèle est utilisé dans les villes dotées d'un réseau unitaire ancien, incapable de supporter les débits supplémentaires générés par l'extension de la zone urbaine.

III.3.1.5. Système autonome

Il s'agit d'un système autonome qui n'est pas connecté à un réseau d'assainissement public (assainissement non collectif). Cette solution est déployée dans les zones rurales caractérisées par une faible densité de population et des habitations dispersées, ce qui rend la construction de réseaux d'assainissement publics peu rentable.

III.3.1.6. Système composite

Il s'agit d'une déclinaison du système séparatif qui intègre des ajustements pour diriger partiellement les eaux les plus contaminées du réseau pluvial vers le réseau des eaux usées, en vue de les traiter.

III.3.2. Le choix du système d'assainissement

Le choix du système d'assainissement doit être basé sur plusieurs facteurs, notamment :

- ✓ Les aspects techniques et les conditions locales, tels que la topographie du terrain, le régime des précipitations, les points de décharge, et la répartition des habitations.
- ✓ Pour les extensions de réseau, il est crucial de prendre en compte le système existant.
- ✓ Les considérations économiques, incluant les coûts initiaux d'investissement ainsi que les frais continus d'entretien, d'exploitation et de gestion, y compris le pompage des eaux usées.
- ✓ Les considérations urbanistiques futures, comme la répartition prévue des quartiers résidentiels, commerciaux et industriels.

✚ Pour notre projet, on va adopter le **système unitaire**, pour les raisons suivantes :

- Les pentes du terrain sont plus au moins faibles.
- Grosses sections au réseau d'égout séparatif.
- La largeur des routes, on cherche toujours l'économie d'un faible encombrement de la chaussée.
- L'exutoire est distant des points de collecte.

III.4. Schéma d'évacuation

Les réseaux d'assainissement sont conçus pour évacuer les eaux usées et pluviales en utilisant la force de gravité. Selon le système choisi et la topographie du terrain, nous distinguons divers schémas :

III.4.1. Schéma perpendiculaire

Le schéma perpendiculaire en assainissement est un type de réseau d'évacuation des eaux usées qui s'écoule directement dans un cours d'eau. Ce type de schéma est souvent utilisé pour les réseaux des eaux pluviaux dans les systèmes séparatifs. Il permet d'évacuer les eaux d'une manière économique et plus rapide.

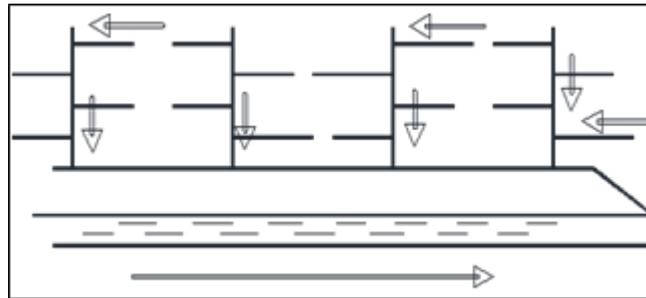


Figure III.4 : Schéma perpendiculaire.

III.4.2. Schéma par déplacement latéral

Le schéma par déplacement latéral est adopté lorsqu'il y a une obligation de traitement des eaux usées, ou lorsque toutes les eaux peuvent être acheminées vers un seul point dans la mesure du possible. Ce type de schéma permet de collecter les eaux dans un collecteur parallèle, ce qui permet de transférer les effluents vers l'extrémité aval du réseau.

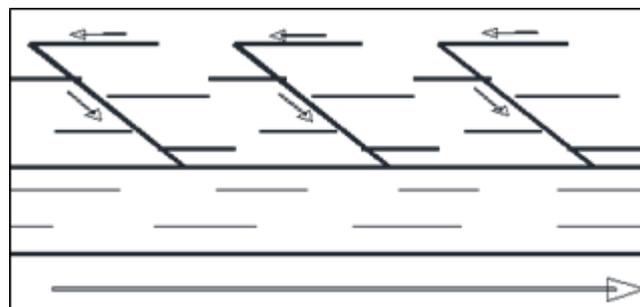


Figure III.5 : Schéma par déplacement latéral.

III.4.3. Schéma du collecteur par zones étagées

C'est un réseau de collecteurs à déplacement avec des collecteurs secondaires longitudinaux. Ce système permet la collecte des eaux usées provenant de différents niveaux d'une zone et leur transport vers un niveau inférieur pour le traitement. Ce schéma est particulièrement utile dans les zones avec des élévations variables, où les eaux usées des niveaux supérieurs doivent être collectées et transportées vers un niveau inférieur pour le traitement.

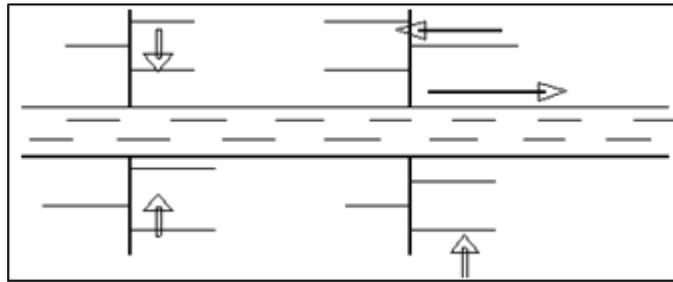


Figure III.6 : Schéma par zones étagées.

III.4.4. Schéma type radial

Le schéma type radial est un type de système de collecte des eaux usées utilisé lorsque l'agglomération est située sur un terrain plat. Ce type de schéma est particulièrement adapté aux terrains plats où la pente naturelle n'est pas suffisante pour assurer l'écoulement des eaux usées. Le schéma radial permet de collecter les eaux usées à partir de différents points de l'agglomération et de les transporter vers un bassin de collecte central, avant de les relever vers la station d'épuration.

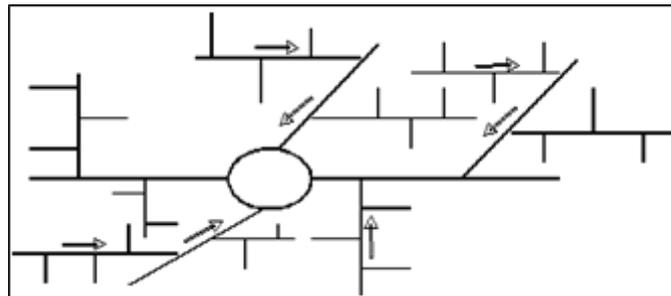


Figure III.7 : Schéma radial.

III.4.5. Schéma transversal ou oblique

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

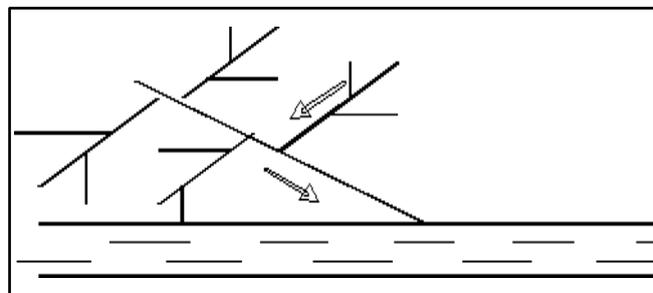


Figure III.8 : Schéma à collecteur transversal ou oblique.

III.4.6. Le choix du schéma d'évacuation

Le choix du schéma de l'évacuation dépend de plusieurs facteurs, notamment :

- Les caractéristiques techniques et locales du site telles que le système existant.
- La topographie du terrain et la répartition géographique des habitations à desservir
- Les considérations environnementales telles que le type de déversement.
- Le milieu récepteur environnemental et la localisation de la station d'épuration ;
- Les aspects économiques comprenant les coûts d'investissement et d'entretien.

En fin et en considérant les critères ci-dessus, nous optons pour le schéma d'évacuation par déplacement **perpendiculaire**.

III.5. Le coefficient de ruissellement

Le coefficient de ruissellement est un rapport qui exprime le volume d'eau qui ruisselle d'une surface pendant un événement pluvial par rapport au volume de pluie qui tombe sur cette surface. Cette valeur dépend de :

- Nature de sol.
- La durée de chute de pluie.
- La saturation d'évaporation d'air.
- La pente.
- la présence d'infrastructures imperméables comme les routes ou les bâtiments.
- Le coefficient de ruissellement se détermine selon les différents facteurs d'influence :
 - **En fonction du type d'occupation du sol**

Tableau III.3 : Valeurs du coefficient de ruissellement suivant le type d'occupation du sol.

Type d'occupation du sol		Cr
Commercial		0.70-0.95
Résidentiel	Lotissement	0.30-0.50
	Collectifs	0.50-0.75
	Habitats dispersé	0.25-0.40
Industriel		0.50-0.80
Parcs et jardins publics		0.05-0.25
Terrains de sport		0.1-0.3
Terrains vagues		0.05-0.13
Terrains agricoles	Drainées	0.05-0.13
	Non drainées	0.03-0.07

(Source : Satin *et al.* (2006))

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

Tableau III.4 : Valeurs du coefficient de ruissellement en fonction de la catégorie d'urbanisation.

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

(Source : Water Environment Federation (1970))

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

Tableau III.5 : Valeurs du coefficient de ruissellement en fonction de la densité de population.

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

(Source : Water Environment Federation (1970))

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

Tableau III.6 : Valeurs du coefficient de ruissellement en fonction de la nature des surfaces.

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
Chemin en gravier	0.25 – 0.30
Gare, terrain de sport	0.10 – 0.30
Parcs, jardins, gazons	0.05 – 0.25
Forêts	0.01 – 0.20

(Source : Gomella et Guerree (1967))

III.5.1. Estimation du coefficient de ruissellement pour chaque surface élémentaire

On va estimer la valeur de coefficient de ruissellement pondéré pour chaque surface élémentaire, en se basant sur le plan de masse de la zone d'étude.

□ Les résultats sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau III.7 : Valeurs de coefficients de ruissellement pour chaque surface élémentaire.

N° SB	Surface: A (ha)	C_r
01	3.614	0.59
02	2.715	0.62
03	2.418	0.63
04	5.74	0.57
05	5.822	0.58
06	9.944	0.60
07	8.871	0.47
08	7.305	0.55
09	4.899	0.81
Pondéré	Σ Surface=51.328	0.59

III.5.2. Détermination du nombre d'habitant pour chaque surface élémentaire

Après avoir estimé les coefficients de ruissellement de chaque surface élémentaire, nous déterminons le nombre d'habitants y correspondant. Pour cela il faut calculer la densité partielle et par la suite le nombre d'habitants dans chaque sous bassin. La densité partielle est calculée par la formule suivante : [7]

$$D_i = \frac{C_{ri} * P_t}{C_{rp} * A} \dots \dots \dots (III.1)$$

Tel que :

C_{rp} : le coefficient de ruissellement pondéré,

C_{ri} : le coefficient de ruissellement de chaque surface élémentaire.

A_i : la surface élémentaire de chaque surface élémentaire.

P_t : le nombre d'habitants total à horizon de calcul (2054).

Le nombre d'habitant de chaque sou bassin est donné par l'expression : [7]

$$P_i = D_i * A_i$$

Avec :

P_i : Population partielle du sous bassin considéré.

A_i : Surface partielle du sou bassin considéré (ha).

- Le tableau suivant récapitule le nombre d'habitant dans chaque surface élémentaire.

Tableau III.8 : Répartition de la population dans chaque surface élémentaire à l'horizon 2054.

N° S/B	A _i (ha)	C _{ri}	D _i	P _i (hab)
1	3.614	0.59	62	224
2	2.715	0.62	64	174
3	2.418	0.63	66	160
4	5.74	0.57	60	320
5	5.822	0.58	60	349
6	9.944	0.60	63	623
7	8.871	0.47	49	435
8	7.305	0.55	57	416
9	4.899	0.81	84	423

III.6. Conclusion

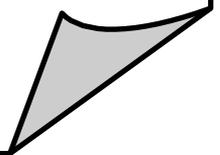
A travers ce chapitre, nous avons pu établir :

- Le choix du système adéquat qui est le système unitaire avec un schéma par déplacement perpendiculaire.
- La détermination du coefficient de ruissellement pour chaque surface élémentaire, ainsi que le nombre d'habitants.

Delà, nous allons procéder au calcul hydraulique approprié pour notre agglomération.

Chapitre IV

Estimation des débits à évacuer



IV.1. Introduction

Le système de canalisation en assainissement quel que soit sa nature projetée au niveau d'une zone rurale, urbaine ou industrielle permet d'évacuer les eaux de ruissellement, les eaux usées (eaux vannes, ménagères, etc.) provenant des habitations et des eaux usées provenant des industries, services publics, ... etc.

Le mode de transport de ces eaux est en fonction de leur origine, et leur composition en matières.

Sachant que, pour notre zone d'étude le système choisi est le système unitaire, il est indispensable d'évaluer les débits d'eaux usées rejetées dans cette région tout en tenant compte du nombre d'habitants et de l'aire à étudier ; en plus des eaux pluviales.

IV.2. Origine et nature des eaux usées à évacuer

L'origine de ces eaux usées influence la nature des substances polluantes présentes dans l'effluent. Il est possible de distinguer :

IV.2.1. Eaux usées d'origine domestique

Les eaux domestiques proviennent principalement des activités ménagères, telles que les eaux usées des toilettes, des lavages, de la vaisselle et des cours. Ces eaux constituent l'essentiel des eaux à évacuer des ménages.

Les quantités d'eaux domestiques à évacuer dépendent de plusieurs facteurs :

- ✓ Le type d'habitation (maison individuelle, appartement, etc.) et le niveau de confort (équipements sanitaires, électroménager, etc.) influencent la consommation en eau potable, et donc la quantité d'eaux usées à évacuer.
- ✓ La disponibilité de la ressource en eau potable dans une région donnée est également un facteur déterminant pour la consommation d'eau et la production d'eaux usées domestiques.

IV.2.2. Eaux usées du service public

Les eaux usées proviennent également des infrastructures publiques telles que les sanitaires, les établissements éducatifs, les sites touristiques et les bâtiments administratifs.

L'estimation des volumes d'eaux usées rejetés par ces infrastructures publiques se fait selon deux principaux critères :

- ✓ Le nombre de personnes fréquentant ces lieux publics est un facteur clé pour évaluer les quantités d'eaux usées générées.
- ✓ La dotation en eau requise pour chaque type d'activité (sanitaire, éducative, touristique, administrative, etc.) permet également d'estimer les volumes d'eaux usées produits.

IV.2.3. Eaux usées industrielles

Les eaux usées proviennent également de l'activité industrielle, c'est-à-dire des usines et des procédés de fabrication. Ces eaux industrielles contiennent souvent des substances chimiques et des métaux lourds qui peuvent être très toxiques.

Les quantités d'eaux industrielles à évacuer dépendent de plusieurs éléments :

- ✓ Nature de l'industrie
- ✓ Procédé de fabrication.
- ✓ Taux de recyclage.
- ✓ Normes de rejet.

IV.2.4. Les eaux claires parasites

Une eau parasite est une eau qui circule dans un réseau d'assainissement pour lequel elle n'a pas été prévue. Il s'agit généralement d'une eau claire peu polluée, provenant principalement de deux sources :

- ✓ Infiltrations d'eaux de pluie.
- ✓ Remontée de la nappe phréatique.

Il existe également des eaux parasites toxiques d'origine industrielle, résultant de rejets non conformes à la réglementation. Ces eaux parasites peuvent avoir un impact significatif sur les réseaux d'assainissement :

- ✓ La présence d'eaux claires parasites peut entraîner des problèmes de dimensionnement des réseaux, provoquant des surcharges, des débordements ou une usure prématurée des canalisations.
- ✓ Les eaux parasites peuvent surcharger la station d'épuration, entraînant des dysfonctionnements et des difficultés de traitement.

Remarque :

- D'après les fuites dans le réseau d'alimentation en eau potable, on estime que le débit d'eau parasite est 0.15 l/s/ha.
- Notre projet ne comporte pas d'industrie ; les eaux usées provenant de l'agglomération sont d'origine domestique et du service public.

IV.3. Evaluation de la quantité d'eaux usées à évacuer

Le débit d'eaux usées dans les canalisations varie en fonction de la consommation d'eau. Cette variation est principalement due à la quantité d'eau utilisée par les consommateurs. Il est important de noter que l'intégralité de l'eau utilisée par les consommateurs n'est pas rejetée dans le réseau d'assainissement. En général, on estime que seuls 70% à 80% de l'eau consommée est effectivement évacuée, ce ratio étant défini comme le coefficient de rejet.

IV.3.1. Estimation de débit des eaux usées domestiques

L'estimation se fonde sur plusieurs paramètres essentiels qui sont :

- La consommation moyenne d'eau potable par habitant par jour (la dotation est estimée à 150 l/j/hab par APC).
- Nombre d'habitants ou de consommateurs.
- Coefficient de rejet pris égal à 80% de la quantité d'eau potable consommée.

L'estimation du débit d'eau usée domestique se fait généralement de la manière suivante :

- Calculer le débit moyen journalier rejeté ($Q_{moy,j}$) en se basant sur la consommation moyenne d'eau potable par habitant et par jour, à laquelle on applique le coefficient de rejet (K_r).

Le débit moyen journalier rejeté est calculé par la relation suivante : [1]

$$Q_{r,moy,j} = \frac{K_r \times D \times P_i}{24 \times 3600} \dots \dots \dots (IV.1)$$

Avec :

$Q_{r,moy,j}$: le débit moyen journalier usé (l/s).

K_r : coefficient de rejet (pris égale 0,8).

D : dotation journalière prise égale à 150 l/j/hab.

P_i : le nombre de population à l'horizon de chaque surface élémentaire (hab).

- Déterminer le coefficient de pointe (K_p) qui exprime les variations horaires de débit.

Le coefficient de pointe est calculé par les relations : [7]

- $K_p = 1.5 + \frac{2.5}{\sqrt{Q_{r, moy, j}}}$ si $Q_{r, moy, j} \geq 2,8 \text{ l/s}$ (IV.2)

- $K_p = 3$ si $Q_{r, moy, j} < 2,8 \text{ l/s}$ (IV.3)

- Calculer le débit de pointe (Q_p) en multipliant le débit moyen par le coefficient de pointe : [7]

$$Q_{pte} = K_p \times Q_{r, moy, j} \text{ (IV.4)}$$

Avec :

Q_{pte} : débit de pointe (l/s).

K_p : coefficient de pointe.

$Q_{r, moy, j}$: le débit moyen journalier usé (l/s).

-Les débits usés domestiques sont résumés dans le tableau suivant :

Tableau IV.1 : Les débits moyens journaliers et les débits usés domestiques.

Surface élémentaire	Surface (ha)	Nombre de population	Dotation	Débit journalier (l/j)	Débit journalier (l/s)	K_p	Débit de pointe (l/s)
SB01	3.61	224	150	26880.00	0.31	3	0.933
SB02	2.72	174	150	20880.00	0.24	3	0.725
SB03	2.42	160	150	19200.00	0.22	3	0.667
SB04	5.74	320	150	38400.00	0.44	3	1.333
SB05	5.82	349	150	41880.00	0.48	3	1.454
SB06	9.94	623	150	74760.00	0.87	3	2.596
SB07	8.87	435	150	52200.00	0.60	3	1.813
SB08	7.31	416	150	49920.00	0.58	3	1.733
SB09	4.90	423	150	50760.00	0.59	3	1.763

IV.3.2. Estimation de débit des équipements publics

Le débit des équipements publics est estimé par la formule suivante : [7]

$$Q_{r, moy, eq} = K \times Q_{r, moy, j} \text{ (IV.5)}$$

Avec :

$Q_{r, moy, eq}$: débit moyen des équipements publics.

K : coefficient de majoration selon PNE (plan nationale de l'eau).

$Q_{r, moy, j}$: débit moyen journalier usée (l/s).

- **Le coefficient de majoration K :**

- Déterminer le type de l'agglomération selon la classification de PNE qui est présenté dans le tableau suivant :

Tableau IV.2 : Classification de type de l'agglomération selon le nombre d'habitants.

Nombre de population	Type de l'agglomération
Alger, Oran, Constantine, Annaba	Les métropoles à statut particulier de délégation (SPE)
Villes de plus de 300.000 hab	Les métropoles
100.000 hab < population ≤ 300.000 hab	L'urbain dit « supérieur »
20.000 hab < population ≤ 100.000 hab	L'urbain
5000 hab < population ≤ 20.000 hab	Semi-urbain
3000 hab < population ≤ 5000 hab	Semi-rural
600 hab < population ≤ 3000 hab	Rural aggloméré
Population inférieure ou égale à 600 hab	Rural épars

(Source : Plan nationale de l'eau)

Le type de notre agglomération est rural aggloméré caractérisée par une population de 1442 habitants.

- Déterminer le coefficient de majoration selon le type de l'agglomération ; le tableau suivant présente la valeur de coefficient de majoration selon le type de l'agglomération

Tableau IV.3 : Les valeurs de coefficient de majoration selon le type de l'agglomération.

Type de l'agglomération	Taux de majoration autres usages			
	Taux administrations	Taux commerce	Taux artisanat et petite industrie	Taux total
Les métropoles à statut particulier de délégation (SPE)	35	17.5	17.5	70
Les métropoles	30	15	15	60
L'urbain dit « supérieur »	25	12.5	12.5	50
L'urbain	20	10	10	40
Semi-urbain	15	10	10	35
Semi-rural	10	7.5	7.5	25
Rural aggloméré	5	5	5	15
Rural éparse	0	0	0	0

(Source : Plan nationale de l'eau)

- On prend le coefficient de majoration K égale à 15%.

IV.3.2.1. Les débits des équipements publics

Les débits usés des équipements publics sont résumés dans le tableau suivant :

Tableau IV.4 : Les débits usés des équipements publics.

Surface élémentaire	Surface (ha)	Débit des équipements (l/s)	K _p	Débits des eq, publics de pointe (l/s)
SB01	3.61	0.05	3	0.14
SB02	2.72	0.04	3	0.11
SB03	2.42	0.03	3	0.10
SB04	5.74	0.07	3	0.20
SB05	5.82	0.07	3	0.22
SB06	9.94	0.13	3	0.39
SB07	8.87	0.09	3	0.27
SB08	7.31	0.09	3	0.26
SB09	4.90	0.09	3	0.26

IV.4. Estimation de débit des eaux pluviales

Le dimensionnement d'un réseau pluvial repose sur l'estimation des précipitations les plus intenses sur une période de retour donnée, généralement 10 ans (débit décennal). Des méthodes

telles que la méthode rationnelle et la méthode de Caquot sont utilisées pour calculer les débits pluviaux afin de déterminer les diamètres des conduites, et garantir la capacité d'auto-curage du réseau dimensionné.

IV.4.1. La méthode rationnelle

La méthode rationnelle est une approche utilisée pour estimer le débit de pointe des eaux pluviales lors d'événements pluvieux intenses, le résultat est meilleur pour des surfaces plus faibles du fait de la bonne estimation du coefficient de ruissellement. Elle se base sur la formule qui exprime le débit de pointe comme le produit de la superficie du sous-bassin, de l'intensité de pointe de la pluie, un coefficient de ruissellement, et un coefficient réducteur de l'intensité de pluie.

Cette méthode est utilisée pour les surfaces inférieures à 150ha. Le débit pluvial est déterminé par la formule suivante : [1]

$$Q_{\text{pluv}} = \alpha \times C_r \times i \times A \dots \dots \dots \text{(IV.6)}$$

Avec :

Q_{pluv} : débit d'eau de ruissellement (l/s).

α : coefficient réducteur de l'intensité de pluie.

C_r : coefficient de ruissellement.

I : intensité moyenne de précipitations (l/s/ha).

A : la surface du sous-bassin (ha).

IV.4.1.1. Coefficient réducteur de l'intensité de pluie

C'est un coefficient déterminé expérimentalement qui tient compte de la répartition irrégulière des pluies courtes de forte intensité. si la surface est inférieure ou égale à 10 ha on prend α est égale à 1. Sinon, on considère une surface assimilée à un rectangle de longueur « x » et une largeur moyenne « y » drainée par un collecteur. [1]

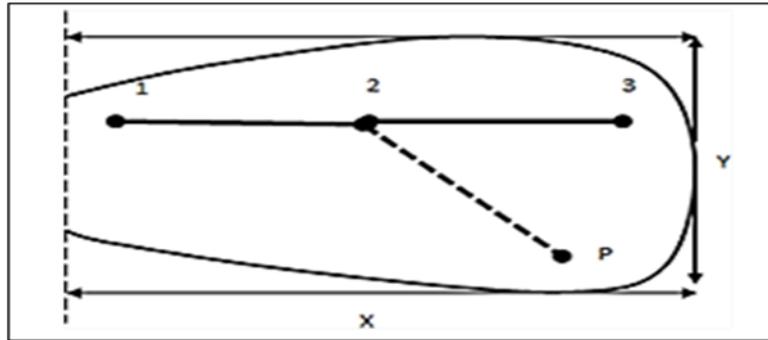


Figure IV.1 : Principe schématique de détermination du α . [1]

Avec :

P : point se trouve en amont du collecteur (1-2)

(P-2) : la distance du point 2 située à l'amont du tronçon étudié au point P.

Le tableau suivant présente les valeurs du coefficient « α » en fonction de la distance.

Tableau IV.5 : Valeur du coefficient réducteur « α », en fonction de la distance.

(P-2) en m	200	400	600	800	1000	1200	1400
Y < X/2	0.91	0.88	0.85	0.83	0.81	0.79	0.77
Y > X/2	0.9	0.86	0.83	0.8	0.78	0.76	0.75
(P-2) en m	1600	1800	2000	2200	2400	2600	2800
Y < X/2	0.76	0.75	0.73	0.72	0.7	0.69	0.68
Y > X/2	0.72	0.7	0.69	0.67	0.66	0.64	0.63

IV.4.1.2. Les hypothèses de la méthode rationnelle

Les hypothèses de la méthode rationnelle sont :

- ✓ Supposer que l'écoulement est uniforme.
- ✓ Supposer des surfaces élémentaires de forme remarquable ayant la même nature du sol.
- ✓ Le débit de pointe est observé à l'exutoire si la durée de l'averse est supérieure au temps de concentration de la superficie.
- ✓ Supposer que le coefficient de ruissellement est constant pendant toute la durée de pluie.
- ✓ Le débit de pointe est proportionnel à l'intensité moyenne maximale.

IV.4.1.3. Les limites de la méthode rationnelle

Il est nécessaire de vérifier les conditions d'application de la méthode rationnelle pour pouvoir l'appliquer, ces limites sont :

- Coefficient de ruissellement : $0.2 \leq C_r \leq 1$.
- Surface totale : $A < 150$ ha.
- La pente : $0.2\% \leq I \leq 5\%$.
- Longueur de collecteur principale : $200 \text{ m} \leq L \leq 2800 \text{ m}$.
- Le temps de concentration ne dépasse pas 30 min.

IV.4.1.4. Critique de la méthode rationnelle

- La décomposition de la surface totale en surfaces élémentaires est toujours assez grossièrement approchée.
- On suppose que le coefficient de ruissellement est constant sur toute la surface pendant la durée de l'averse ce qui est souvent loin de la réalité.
- Cette méthode ne tient pas compte de stockage de l'eau sur la surface.

IV.4.1.5. Les inconvénients de la méthode rationnelle

- L'estimation du temps de concentration est souvent difficile.
- Elle ne tient pas compte de la distribution spatiale des pluies (variation de l'intensité).
- Cette méthode sous-estime les débits de pointe observés.

IV.4.1.6. Temps de concentration

C'est une caractéristique d'une surface définie comme étant le temps mis par la pluie tombée au point le plus éloigné à la durée d'écoulement pour atteindre l'entrée du collecteur qui doit évacuer l'apport drainée de la surface considéré. Le temps de concentration se compose :

Du temps t_1 en minutes mis par l'eau pour s'écouler dans la canalisation de la longueur « L » avec une vitesse « v ».

$$t_1 = \frac{L}{60v} \dots\dots\dots (IV.7)$$

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

- Du temps t_3 de ruissellement dans une surface de pente I en % ne comportant pas de canalisation autrement dit du parcours superficiel de la surface de longueur L_s en km.

$$t_3 = \frac{L_s}{11 \cdot \sqrt{I}}$$

IV.4.2. Calcul des débits pluviaux

La méthode rationnelle est la plus adaptée à notre situation en considérant les caractéristiques de notre agglomération, telles que la surface, la pente et le coefficient de ruissellement.

Les débits pluviaux calculés sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau IV.6 : Les résultats des débits pluviaux.

Surface élémentaire	Surface (ha)	C_{pr}	α	Intensité (l/s/ha)	Débit pluviale (l/s)
SB01	3.61	0.59	0.9	157	300.95487
SB02	2.72	0.62	0.91	157	240.935968
SB03	2.42	0.63	0.9	157	215.42598
SB04	5.74	0.57	0.9	157	462.30534
SB05	5.82	0.58	0.91	157	482.271972
SB06	9.94	0.60	0.86	157	805.25928
SB07	8.87	0.47	0.88	157	575.975224
SB08	7.31	0.55	0.86	157	542.84791
SB09	4.90	0.81	0.86	157	535.89438

IV.5. Estimation du débit des eaux parasites

Le débit des eaux claires parasites est difficile à déterminer, en pratique, nous estimons ce débit à environ 0.15 l/s/ha.

Le tableau suivant présente les valeurs de débit des eaux parasites dans chaque sous-bassin :

Tableau IV.7 : Les débits des eaux claires parasites dans chaque sous-bassin.

Surface élémentaire	Surface (ha)	Q _{parasites} (l/s/ha)	Q _{parasite} (l/s)
SB01	3.61	0,15	0,5415
SB02	2.72	0,15	0,408
SB03	2.42	0,15	0,363
SB04	5.74	0,15	0,861
SB05	5.82	0,15	0,873
SB06	9.94	0,15	1,491
SB07	8.87	0,15	1,3305
SB08	7.31	0,15	1,0965
SB09	4.90	0,15	0,735

IV.6. Estimation des débits totaux

Tant que le réseau choisi est de type unitaire, il reste juste à calculer le débit total de chaque sous-bassin, qui correspond à la somme des débits pluviaux et usées. Le tableau suivant résume le débit total dans chaque surface élémentaire :

Tableau IV.8 : Les débits totaux dans chaque sous-bassin.

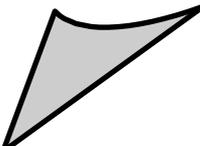
Sous Bassin	Surface (ha)	Débit pointe domestique (l/s)	Débit pluviale (l/s)	Q parasite (l/s)	Débit total (l/s)
SB01	3.61	0.933	300.95	0,5415	302.42
SB02	2.72	0.725	240.93	0,408	242.68
SB03	2.42	0.667	215.42	0,363	216.45
SB04	5.74	1.333	462.30	0,861	464.49
SB05	5.82	1.454	482.27	0,873	484.59
SB06	9.94	2.596	805.25	1,491	809.34
SB07	8.87	1.813	575.97	1,3305	579.11
SB08	7.31	1.733	542.84	1,0965	545.67
SB09	4.90	1.763	535.89	0,735	538.39

IV.7. Conclusion

Au cours de ce chapitre, nous avons déterminé le type de notre agglomération, qui est de type rurale aggloméré et nous avons effectué le calcul des différents débits domestiques, pluviaux et parasites pour chaque surface élémentaire.

Chapitre V

**Diagnostic du Réseau
d'assainissement existant**



V.1. Introduction

Ce chapitre est consacré à la présentation des constats, issus du diagnostic physique du réseau d'assainissement existant et de faire les recommandations nécessaires.

V.2. Elaboration d'un diagnostic physique

Pendant cette étape, il est essentiel d'avoir un plan de diagnostic pour tous les éléments en place (regards, collecteurs et ouvrages de rejet). Ce diagnostic doit être réalisé lors des visites sur site, et suivre les étapes suivantes :

- a. Repérer l'emplacement des rejets existants ;
- b. Repérer l'emplacement des regards ;
- c. Ouvrir les regards ;
- d. Identifier les points spécifiques suivants :
 - ✓ La nature des conduites (matériau).
 - ✓ Le diamètre des conduites.
 - ✓ La profondeur des regards (côte fil d'eau).
 - ✓ L'état de dégradation des conduites.
 - ✓ L'état de dégradation du génie civil des regards.
 - ✓ Le taux de remplissage des collecteurs.
 - ✓ L'état de l'écoulement.

Remarque :

Cette phase sera appuyée par un reportage photographique des anomalies constatées.

V.3. Diagnostic de l'état physique du réseau d'assainissement existant

Le réseau d'assainissement existant date avant 1986, il est composé de deux collecteurs principaux qui convergent vers un point de rejet, situé au sud, et qui déversent leurs eaux usées et pluviales respectivement vers oued de Biskra.

Le point de rejet est situé à l'Est et localisé au sud-ouest de la ville de la zone sans aucun traitement, rejet vers l'oued en DN1500 béton.

V.3.1. Collecteurs du système d'assainissement existant

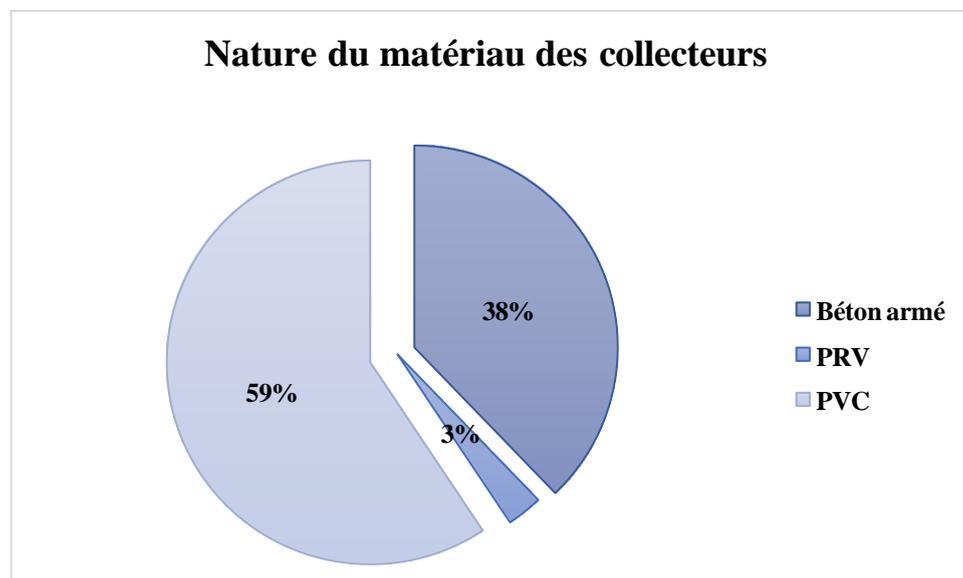
Les collecteurs sont constitués de différents types de matériaux, comme le montre le tableau et le graphique suivants :

Tableau V.1 : Statistique du réseau par rapport aux matériaux des collecteurs.

Matériaux	Longueur (m)
Béton armé	5245.52
PRV	394.37
PVC	8228.73
Total	13868.6

(Source : Bureau d'étude EHE)

Du point de vue dimension, les collecteurs sont constitués de différents diamètres, comme le montre le tableau et le graphique suivants :

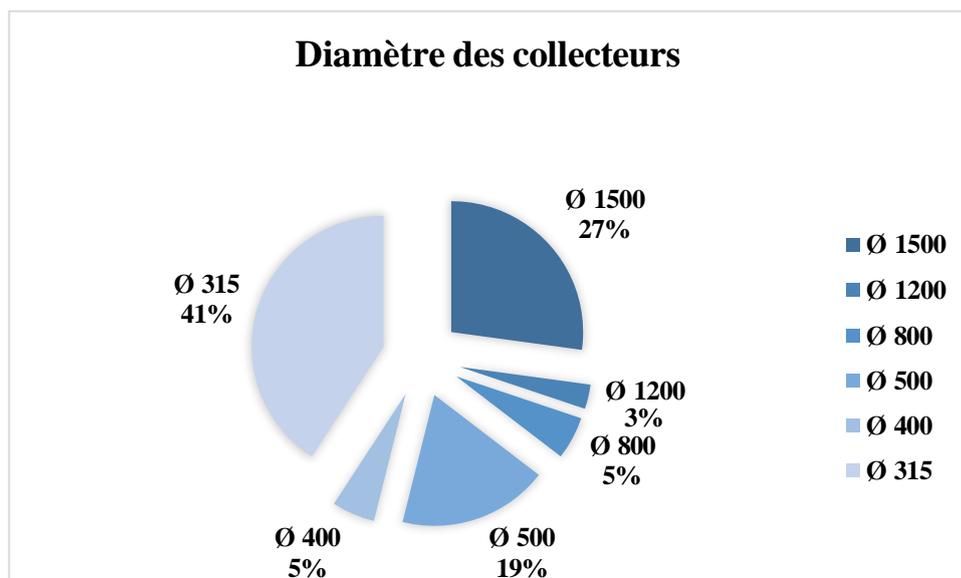


FigureV.1 : Graphe circulaire de type de matière de collecteur.

Tableau V.2 : Statistique du réseau par rapport aux diamètres des collecteurs.

Diamètre (Ø)	Longueur (m)
Ø 1500	3477.54
Ø 1200	386.03
Ø 800	674.23
Ø 500	2357.81
Ø 400	674.349
Ø 315	5228.02
Total	13868.06

(Source : Bureau d'étude EHE)

**Figure V.2** : Graphe circulaire représentant les diamètres des collecteurs.

V.3.2. Etat des ouvrages annexes

V.3.2.1. Etat des déversoirs d'orages

Pour ce réseau d'assainissement nous remarquons l'absence totale des déversoirs d'orage.

V.3.2.2. Etat des regards de visite

Le réseau d'assainissement comprend au total 194 regards, dont 147 ont été accessibles. Le tableau suivant résume les états des regards visités du réseau d'assainissement.

Tableau V.3 : Résumé des états des regards visités du réseau d'assainissement.

Identification	Nombre de regards	Pourcentage%
Dégradation béton+H2S	20	14
Dégradation béton+ Fissure	3	2
Dépôt	50	34
Obstacle	21	14
Tampon manque	5	3
Tampon casse	1	1
Regards en bon états	47	32

(Source : Bureau d'étude EHE)

Exemples de fiche technique sur les états des regards (voir annexe 03)**V.3.2.3. Etat des collecteurs secondaires**

Les conduites secondaires qui sont branchées avec des regards ayant un mauvais état sont dégradées [EHE].

V.3.2.4. Etat des collecteurs principaux

Le collecteur principal de 1500 mm de diamètre, présente certaines anomalies tel que le manque de banquettes et de cunettes, (voir fiche technique en annexe 04)

Le détail de l'état actuel du collecteur principal est présenté dans le tableau suivant :

Tableau V.4 : les états des regards visités du réseau d'assainissement [EHE].

Tronçon	Etat
1769-1770	Dépôts : Remobilisable <25% Dégradation de surface Autocurage non vérifié
1770-1771	
1771-1772	
1772-1773	
1775-1776	Dégradation de surface Autocurage non vérifié
1775-1913	
1794-1795	
1786-1787	Niveau d'eau : <25%
1787-1788	
1788-1789	
1790-1791	
1792-1793	
1791-1792	
1799-1900	Dépôt
17981799	

V.3.2.5. Détail de l'état des regards de visites

Le détail de l'état des regards de visites est montré dans le tableau suivant :

Tableau V.5 : les états des regards visités du réseau d'assainissement [EHE].

N° de regard	L'état des regards	N° de regard	L'état des regards
10500	Dégradation béton	1748	Déchets+Chute
1607	Dégradation béton	1664	Déchets+Chute
1667	Dégradation béton	1685	Déchets+Chute
1669	Dégradation béton	1708	Déchets+Chute
1672	Dégradation béton	1727	Déchets+Chute
1675	Dégradation béton	1764	Déchets+Chute
1611	Dégradation béton	1611	Déchets+Chute
1676	Dégradation béton	1700	Déchets+Chute
1679	Dégradation béton	1739	Déchets+Chute
1683	Dégradation béton	1753	Déchets+Chute
1696	Dégradation béton	1675	Déchets+Chute
1697	Dégradation béton	1743	Déchets+Chute
1699	Dégradation béton	1676	Déchets+Chute
1700	Dégradation béton	1679	Déchets+Chute
1705	Dégradation béton	1738	Déchets+Chute
1711	Dégradation béton	1727	Déchets+Chute
1735	Dégradation béton	1705	Déchets+Chute
1736	Dégradation béton	1676	Déchets+Chute
1738	Dégradation béton	1679	Déchets+Chute
1739	Dégradation béton	1692	Déchets+Chute
1743	Dégradation béton	1735	Déchets travaux
1753	Dégradation béton	1738	Déchets travaux
1764	Dégradation béton	1672	Déchets travaux

A/ Constats

Le diagnostic de l'état physique du réseau d'assainissement de notre zone, nous permet de faire les constats suivants :

- L'absence des stations de relevage.
- La présence nombreuse regards de chute qui dépasse 10 m

- L'absence de déversoir d'orage
- Regards condamnés, obstrués ou dégradés.
- L'absence de couvercle sur les regards ou tampons en béton cassés
- Des changements, remplacements et annulations de quelques branches
- Des zones de dépôts ont été observées lors des visites de regards par manque de curage.
- Le passage de quelques collecteurs sous des constructions.
- Niveau d'eau est faible dans la conduite principale.
- Le réseau ne respecte pas les normes imposées sur la pente (entre 0,2% et 5%).
- Dégradation de la plupart des conduites de béton.

B/ Recommandations

- Renouvellement des collecteurs vétustes et renforcement des collecteurs sous et sur dimensionnés.
- Rénovation des regards cassés et fourniture des tampons pour les regards.
- L'amélioration de l'écoulement superficiel par l'implantation des bouches d'égout, pour éviter les inondations de grande intensité pluvial.
- L'ajout des stations de relevage pour minimiser les regards de chute.
- L'ajout de déversoir d'orage pour vider les eaux pluvieuses dans l'oued.

V.4. Conclusion

Le diagnostic de l'ancien réseau d'assainissement de la zone Biskra-Est. Révèle la présence des anomalies qui ne sont pas, n'est pas uniquement, liées à des problèmes de conception ou construction mais plus essentiellement à l'absence totale d'entretien et de gestion efficace. Celles-ci vont, dans le temps conduire à la dégradation totale du système, et à mettre en péril la pérennité et la durée de vie des ouvrages et des installations du système d'évacuation

Cette étude de diagnostic sera consolidée par un calcul hydraulique qui consistera à redimensionner le réseau d'assainissement existant et de montrer s'il est apte ou non à véhiculer les nouveaux débits.

VI.1. Introduction

Après avoir déterminé la quantité d'eau usée totale à évacuer, nous nous concentrons, dans ce chapitre, sur le dimensionnement des ouvrages d'assainissement, en prenant en compte les normes d'écoulement sanitaires. Ces réseaux doivent répondre à plusieurs critères :

- **Évacuation rapide des matières fécales** : assurer une évacuation rapide des déchets hors des habitations.
- **Transport des eaux usées** : maintenir des conditions d'hygiène satisfaisantes pour le transport des eaux usées.
- **Évacuation des eaux pluviales** : lorsque les eaux pluviales et usées sont transportées dans la même conduite, les conditions d'auto-curage doivent être respectées.

Pour répondre à ces exigences, les ouvrages d'évacuation (collecteurs et regards) doivent respecter les normes d'écoulement. Lors de l'implantation, il est essentiel de prendre en compte les conditions de résistance mécanique pour résister aux charges extérieures et de choisir judicieusement le tracé des collecteurs.

VI.2. Conception du réseau

La conception d'un réseau d'assainissement consiste à représenter graphiquement tous les éléments qui composent les différentes branches du réseau, comme un plan détaillé :

- **Les collecteurs** : doivent pouvoir transporter en tout temps la totalité des débits apportés par les conduites qu'ils desservent. Ils sont définis par leurs :
 - ✓ Emplacements.
 - ✓ Profondeurs.
 - ✓ Dimensions (diamètres intérieur et extérieur, ...).
 - ✓ Pentes.
 - ✓ Leur joints et confection.
- **Les regards** : de différents types (de visite, de jonction, ...). Ils sont également définis par leurs :
 - ✓ Emplacements.
 - ✓ Profondeurs.

- ✓ Côtes

VI.3. Conditions d'écoulement et de dimensionnement

Le système d'évacuation choisi pour ce projet est un système gravitaire, caractérisé par un écoulement uniforme à surface libre. Ce système doit assurer une vitesse d'écoulement permettant l'auto-curage, tout en évitant la dégradation des conduites :

- **Vitesse d'auto-curage**
 - ✓ Au moins 0,6 m/s pour 10% du débit de pleine section
 - ✓ Au moins 0,3 m/s pour 1% du débit de pleine section
- **Vitesse d'érosion**
 - ✓ Entre 4 et 5 m/s : limite supérieure au-delà de laquelle les parois internes des conduites risquent une forte érosion, compte tenu de la charge des eaux. Pour le cas du Béton et elle diffère selon le type de matériau du collecteur.

Ainsi, le système gravitaire doit être conçu pour maintenir des vitesses d'écoulement optimales, assurant à la fois l'auto-curage et évitant les dommages par érosion des conduites.

VI.4. Mode de calcul

Avant d'effectuer le calcul hydraulique du réseau d'assainissement gravitaire, on considère les hypothèses suivantes :

- **Écoulement uniforme à surface libre**
 - ✓ Le gradient hydraulique de perte de charge est égal à la pente du radier.
 - ✓ La perte de charge est une énergie potentielle égale à la différence de cote entre l'amont et l'aval.
- **Débit réel vs débit en pleine section**
 - ✓ Les canalisations d'égouts sont dimensionnées pour un débit en pleine section " Q_{ps} ".
 - ✓ Cependant, dans la plupart des cas, elles ne débitent en réalité que des quantités d'eau plus faibles que celles pour lesquelles elles ont été calculées.

Ces hypothèses de base permettent d'aborder le calcul hydraulique du réseau gravitaire de manière appropriée.

VI.4.1. Débit

Une fois le débit total évalué pour chaque sous-bassin (chapitre IV), on le répartit proportionnellement au développement du réseau pour chaque conduite. Cela permet d'obtenir les valeurs des débits s'écoulant entre deux regards successifs, espacés d'une distance L.

VI.4.1.1. Pour chaque surface élémentaire

Le débit unitaire est donné par la formule suivante [2] :

$$Q_{\text{moy uni}} = Q_t / \sum L \dots\dots\dots (VI-01)$$

Tel que :

$Q_{\text{moy uni}}$: Débit moyen unitaire en (l/s/ml).

Q_t : Débit total rejeté par chaque surface élémentaire en (l/s).

$\sum L$: Somme des longueurs des tronçons de chaque surface élémentaire en (m).

VI.4.1.2. Pour chaque tronçon

Le débit est donné par la formule suivante : [2]

$$Q_{\text{moy t}} = Q_{\text{moy uni}} \times L \dots\dots\dots (VI-02)$$

Tel que :

$Q_{\text{moy t}}$: Débit moyen de chaque tronçon en (l/s).

$Q_{\text{moy uni}}$: Débit moyen unitaire (l/s/ml).

L : Longueur du tronçon en (m).

VI.4.2. Pente

La pente de chaque tronçon est calculée par la formule suivante : [2]

$$I = \frac{CT_{\text{amont}} - CT_{\text{aval}}}{L} \dots\dots\dots (VI-03)$$

Tel que :

I : Pente de tronçon entre deux regards en (m/m).

CT_{amont} : Cote de terrain naturel à l'amont de tronçon en (m).

CT_{aval} : Cote de terrain naturel à l'aval de tronçon en (m).

L : Longueur de tronçon en (m)

VI.4.3. Diamètre

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

$$Q = V.S \dots\dots\dots(VI-04)$$

Tel que :

- Q** : Débit en (m³ /s).
- S** : Section mouillée (m²).
- V** : Vitesse d'écoulement (m/s).

Pour le dimensionnement de notre réseau, on utilise la formule de Manning, le diamètre est déterminé par l'expression [2]:

$$D_{cal} = \left(\frac{3.2036Q_t}{K_s \sqrt{I_i}} \right)^{\frac{3}{8}} \dots\dots\dots (VI-05)$$

Tel que :

- D_{cal}** : Diamètre de la conduite en (m).
- Q_t** : Débit de chaque tronçon en (m³ /s).
- I** : Pente de chaque tronçon en (m/m).
- K_s** : Coefficient de rugosité dépend de la nature des parois.

Pour notre réseau d'assainissement, on prend K_s= 100 m^{1/3}.s⁻¹ pour le PVC et K_s= 75m^{1/3}.s⁻¹ pour le béton. Par la suite, on normalise les diamètres à l'aide d'un catalogue des diamètres normalisés.

VI.4.4. Vitesse

La vitesse plein section est calculée en fonction du diamètre normalisé (D_{nor}), la pente (I) de chaque tronçon et la nature de la conduite (k_s), à l'aide de la formule suivante [[2]] :

$$V_{ps} = K_s \left(\frac{D_{nor}}{4} \right)^{\frac{2}{3}} \dots\dots\dots(VI-06)$$

Une fois que la vitesse plein section est calculée, il ne nous reste qu'à calculer le débit plein section en utilisant cette dernière, par la formule suivante : [2]

$$Q_{ps} = \pi \left(\frac{D}{4} \right)^2 V_{ps} \dots\dots\dots (V-07)$$

La vitesse moyenne d'écoulement (V_{moy}), la vitesse minimale d'écoulement (V_{min}), la hauteur de remplissage moyenne (H) et la hauteur de remplissage minimale (H_{min}) dans la conduite sont calculées à partir des relations suivantes :(Annexe 02)

- Rapport des débits : $R_q = \frac{Q_t}{Q_{ps}}$ (VI-08)
- Rapport des vitesses : $R_v = \frac{V_{moy}}{V_{ps}}$ (VI-09)
- Rapport des hauteurs : $R_H = \frac{H}{D_{nor}}$ (VI-10)

Tel que : Les valeurs de R_v , R_h sont calculés par la méthode des régressions polynomiales

- $R_v = 0.18 + 13.02 R_q - 177.41 R_q^2 + 1453.71 R_q^3 - 7013.42 R_q^4 + 20892.22 R_q^5 - 39519.42 R_q^6 + 47540.26 R_q^7 - 35211.58 R_q^8 + 14635.093 R_q^9 - 2611.51 R_q^{10}$ (VI-11)
- $R_h = 0.029 - 0.86 R_q^{0.5} + 32.7 R_q - 336.44 R_q^{1.5} + 1923.42 R_q^2 - 6621.64 R_q^{2.5} + 14266.02 R_q^3 - 19348.04 R_q^{3.5} + 16030.81 R_q^4 - 7406.85 R_q^{4.5} + 1461.66 R_q^5$ (V-12)

VI.5. Station de relevage

Un poste de relevage est installé chaque fois que le niveau d'évacuation des eaux usées est situé en contrebas du réseau de collecte (habitat individuel, collectif, collectivités) ou chaque fois que le niveau du réseau collectif arrive en contrebas du niveau de la station d'épuration. Le poste de relevage va alors pomper les eaux usées pour les acheminer à une cote d'altitude Supérieure.

En général, les postes de relevage se caractérisent par leur hauteur de refoulement, leur débit de pointe, leur alimentation électrique, la nature de l'eau refoulée ; d'où le choix de la pompe la plus adéquate à la situation qui remplit les critères exigés.

VI.5.1. Choix de l'emplacement de la station de relevage

VI.5.1.1. Les critères pour le choix de l'emplacement de la station de relevage

- Le site d'implantation doit être géologiquement stable.
- Eviter les zones inondables.
- La station de pompage doit être proche du déversoir d'orage.
- Prévoir deux à un réseau électrique.
- Eviter les contres pentes.
- Réduire les travaux de terrassement.
- Il faut prévoir un trop-plein et une zone de débordement.
- Prévoir un réseau de drainage.
- Prévoir une aération.
- Prévoir une verdure autour de la station de pompage.

VI.5.1.2. Les critères pour le choix de type de matériau de la conduite de refoulement

- Résistance aux attaques chimiques.
- Pression admissible du matériau.
- Disponibilité sur le marché.
- Flexibilité de matériau.
- Prix du mètre linéaire de la conduite.

VI.5.2. Choix des équipements hydromécanique et énergétique

VI.5.2.1. Les critères pour le choix de nombre de la pompe

- Nombre minimale de pompe.
- La valeur de la puissance absorbée la plus faible.
- Le rendement de la pompe est élevé.
- Nombre de tours par minute élevé.
- Une valeur de NPSHr est minimale.

VI.5.2.2. Les critères pour le choix de type de pompe

- Assurer le débit et la hauteur d'élévation nécessaire.
- La valeur de la puissance absorbée est faible.
- Le rendement de la pompe est élevé.
- Nombre de tours par minute est élevé.
- La valeur de NPSHr est faible.
- Encombrement réduit.
- Les pompes doivent être fabriquées en série.

VI.5.3. Choix du nombre et dimensionnement des collecteurs de refoulement

Le dimensionnement et le choix du nombre de collecteur se fait en respectant certains critères.

VI.5.3.1. Critères pour le Choix de nombre et dimensionnement des collecteurs de refoulement

- Résistance aux attaques chimiques.
- Résistance à la pression (PN).

- Disponibilité de diamètre sur le marché.
- La flexibilité du matériau.
- Schéma de raccordement
- Prix du mètre linéaire de la conduite.

VI.5.3.2. Dimensionnement de la conduite de refoulement

- Etude technico-économique.
- Bilan entre le cout d'investissement et le cout d'exploitation.
- Cout de la conduite.

VI.5.3.3. Dimensionnement station de pompage

- ✓ Calcul du diamètre
- ✓ Le débit total : $Q = 0,3362345 \text{ m}^3/\text{s}$.

Estimons une valeur de diamètre, pour la conduite de refoulement de 580mm.

• Choix de la pompe

Il faut tout d'abord déterminer les pertes de charge engendrées dans les canalisations. Connaissant la hauteur géométrique, on peut déterminer la hauteur manométrique totale (HMT)

La hauteur géométrique :

$$H_g = C_{\text{rdp}} - C_{\text{rbache}} \dots \dots \dots \text{(VI-19)}$$

Avec :

C_{tr5} : Cote terrain de regard aval ;

C_{fd} : Cote fil d'eau amant de collecteur principale ;

C_{rbache} : Cote radier de la bache de l'effluent ;

La hauteur d'élévation :

$$\text{HMT} = H_g + \Delta H \dots \dots \dots \text{(VI-20)}$$

Avec :

HMT : hauteur d'élévation

H_g : hauteur géométrique

ΔH : Les pertes de charges totales

- $\Delta H = \Delta H_{lin} + \Delta H_{sin}$

$$\Delta H_{sin} = 10\% \Delta H_{lin} \dots \dots \dots (VI-21)$$

- $\Delta H = 1.01 \Delta H_{lin}$

$$\Delta H_{lin} = (8 \cdot \lambda \cdot L \cdot Q^2) / (\pi^2 \cdot g \cdot D^5) \dots \dots \dots (VI-22)$$

Avec :

L : longueur de refoulement (m).

Q : débit d'eau usée à élever.

λ : coefficient de frottement $\lambda = \text{frottement } \lambda = (1.14 - 0.86 \cdot \ln(\varepsilon/D))^{-2}$

$\varepsilon = 0.0015$ Pour le matériau PVC.

D : diamètre de la conduite de PVC.

Tableau VI.1 : les résultats de calcul de la station de pompage

Paramètre	Résultat
C_{tr5}	105,2126 m
C_{rbache}	100,2126363 m
H_g	3,6 m
Q	0,3362 m ³ /s
D	580 mm
L	135,744 m
λ	0.055
$\sum h_p$	1.07 m
HMT	4,67 m

En utilisant le logiciel Caprari, on saisit les valeurs de la hauteur géométrique, de la hauteur d'élevation et du débit. Cela nous permet d'obtenir les caractéristiques de la pompe pour chaque variante du nombre de pompe qui sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau VI.2 : les caractéristiques et le nombre de pompe choisi selon le logiciel Caprari.

N_p	Q_p (l/s)	H_p (m)	μ (%)	P_{abs} (kw)	N (tr/min)	Type de pompe
1	350	4.75	70.4	23.2	725	KCD350R 22082RP-E
2	186	4.91	70.1	12.8	960	KCD250P 11062ND-E
3	107	4.57	74.1	6.44	960	KCMFL 09022NC-E

Dans notre cas, on a choisi **02 pompes principales et 01 pompe identique de secours de type**

« **KCD250P 11062ND-E** » avec un type d'installation immergée pour notre station de relevage.

VI.5.3.4. Dimensionnement du collecteur de refoulement

Pour ce faire, nous procédons par une étude technico-économique.

Calcul des frais d'exploitation :

Nous avons : $F_{exp} = E_a . e$

Avec :

F_{exp} : frais d'exploitation

E_a : énergie consommée annuellement par l'installation de pompage en (Kwh) donnée par :

$$E_a = P_{abs} 24. 365 \dots \dots \dots (VI-23)$$

Avec :

n : nombre de pompes en fonctionnement $n = 1$

P_{abs} : puissance absorbée par l'installation de pompage, donnée par la formule suivante :

$$P_p = \rho . \frac{9,81 * Q * HMT}{\eta_{sp}} \dots \dots \dots (VI-25)$$

Avec : ρ : Masse volumique d'une eau usée chargé $\rho = 8650 \text{ kg/m}^3$.

Q : Le débit à relever

HMT : la hauteur manométrique totale.

η_{sp} : Rendement de la station de pompage

$$\eta_{sp} = \mu_{acc} \times \mu_{re} \times \mu_{moteur} \times \mu_{pompe} \dots \dots \dots (VI-26)$$

Avec :

μ_{acc} : Rendement d'accouplement. ($\mu_{acc} = 100\%$)

μ_{re} : Rendement de réseau électrique. ($\mu_{re} = 98\%$)

μ_{moteur} : Rendement de moteur ($\mu_m = 98\%$)

μ_p : Rendement de la pompe. ($\mu_p = 70.1\%$)

Pour le prix (e) d'un kWh est donné dans le tableau suivant :

Tableau VI.3 : le prix unitaire du kWh. [EHE].

Intervalle de temps	Prix unitaire (kWh)
06 – 17 h	1.34 DA
17 – 21 h	6.06 DA
21 – 06 h	0.74 DA

Et puisque notre station va fonctionner 24/24 h on prend la moyenne, et alors :

$$e = (11 \times 1.34 + 4 \times 6.06 + 9 \times 0.74) / 24 = 1.90 \text{ [DA/kwh].}$$

Les résultats du calcul sont groupés dans le tableau suivant :

Tableau VI.4 : frais d'exploitation

D (mm)	λ	Hp (m)	HMT(m)	P _{abs} (kw)	Ea (kwh)	F _{exp} (DA)
200	0,0078	31,92	35,52	1522182,83	13334321615	25335211068
250	0,0076	10,19	13,79	590960,058	5176810109	9835939207
315	0.0073	3,1	6,7	287123	2515201431	4778882718
400	0.007	0,89	4,49	192415	1685560362	3202564687
500	0.0069	0,29	3,89	166703	1460318443	2774605041
630	0.0066	0,087	3,687	158003	1384111593	2629812027

✓ **Frais d'investissement**

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

$$A = \frac{i}{(i+1)^n - 1} + i \dots \dots \dots (VI-26)$$

Avec :

i : taux d'annuité (8 à 12 % en Algérie) en fonction du type d'investissement ;

n : nombre d'année d'amortissement n = 30 ans ;

$$A = \frac{0.08}{(0.08+1)^{30}-1} + 0.08 = 0.088827$$

Les résultats de calcul sont groupés dans les tableaux suivants :

Tableau VI.5 : les frais d'investissement

Diamètre D (mm)	L (m)	Prix (DA/ml)	Prix total (kw)	A	F_{am} (DA)	F_{inv} (DA)
200	135,744	3600	488678,4	0,088827	43407,83624	532086,2362
250		6000	814464		72346,39373	886810,3937
315		9500	1289568		114548,4567	1404116,457
400		15000	2036160		180865,9843	2217025,984
500		24800	3366451,2		299031,7607	3665482,961
630		40000	5429760		482309,2915	5912069,292

✓ **Le coût total**

Le coût total est calculé par la formule suivante : $C_t = F_{exp} + F_{inv}$

Tableau VI.6 : Coût total

Diamètre D (mm)	F_{exp} (DA)	F_{inv} (DA)	C_t (DA)
200	25335211068	531814,0424	30524034,15
250	9835939207	886356,7373	9808367,092
315	4778882718	1403398,167	4137722,228
400	3202564687	2215891,843	3176533,439
500	2774605041	3663607,847	4157534,298
630	2629812027	5909044,915	6262791,906

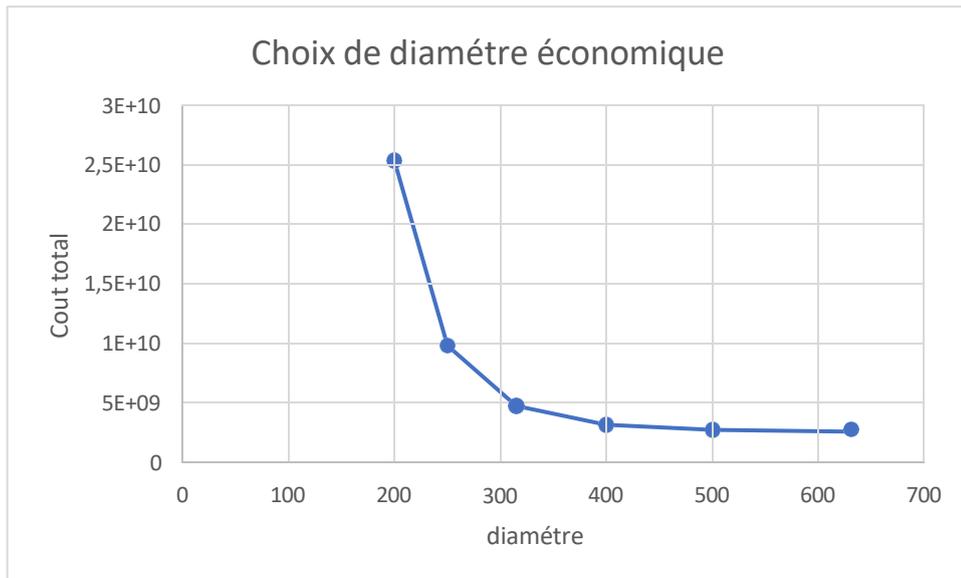


Figure VI.1 : graphique du choix du diamètre économique

D'après les résultats de cette étude technico-économique, on constate que le bilan d'exploitation et d'investissement est minimal pour le diamètre (D = 630mm). Donc la vitesse de refoulement v_r :

$$V_r = \frac{4Q}{\pi D^2 v} = 1.08 \text{ m/s}$$

0.4 m/s < $V_r = 1.08 \text{ m/s}$ < 1.5 m/s, Donc la vitesse est admissible.

✓ **Dimensionnement de la bache de stockage l'effluent**

Sachant que le débit arrivant à la station est un débit d'eaux usées $Q = 0,336 \text{ m}^3/\text{s}$. pour notre station la bache a deux fonctions la première est d'un relais et la seconde du lieu d'installation des pompes.

• **Dimensions de la bache**

Le volume du réservoir de stockage de la station est adopté égal au débit des eaux usées arrivant en un temps déterminé.

$$V_{\text{bacheut}} = \frac{Q^2}{4(N-1)} \dots\dots\dots (VI-27)$$

Avec :

n : Nombre max de démarrage par heure (fiche technique)

N : Nombre de pompe identiques ($N=3$)

En majorant le volume utile de la bache de 30%, nous obtenons un volume total de $V_{\text{bacheut}}=94,75 \text{ m}^3$

- **Surface de la chambre**

On a : $S = \frac{V}{H}$

Avec :

S : surface de la chambre en (m²)

V : volume de la chambre en (m³)

H : la hauteur de la chambre en (m), on fixe cette hauteur à $H = 5 \text{ m}$

- **Diamètre de la bache**

On a : $S = \frac{\pi D^2}{4}$

D'où, nous obtenons le diamètre de la bache D :

$$D = \sqrt{\frac{4V}{\pi H}}$$

Les résultats de calcul sont groupés dans les tableaux suivants :

Tableau VI.7 : Dimensions de la bache d'aspiration

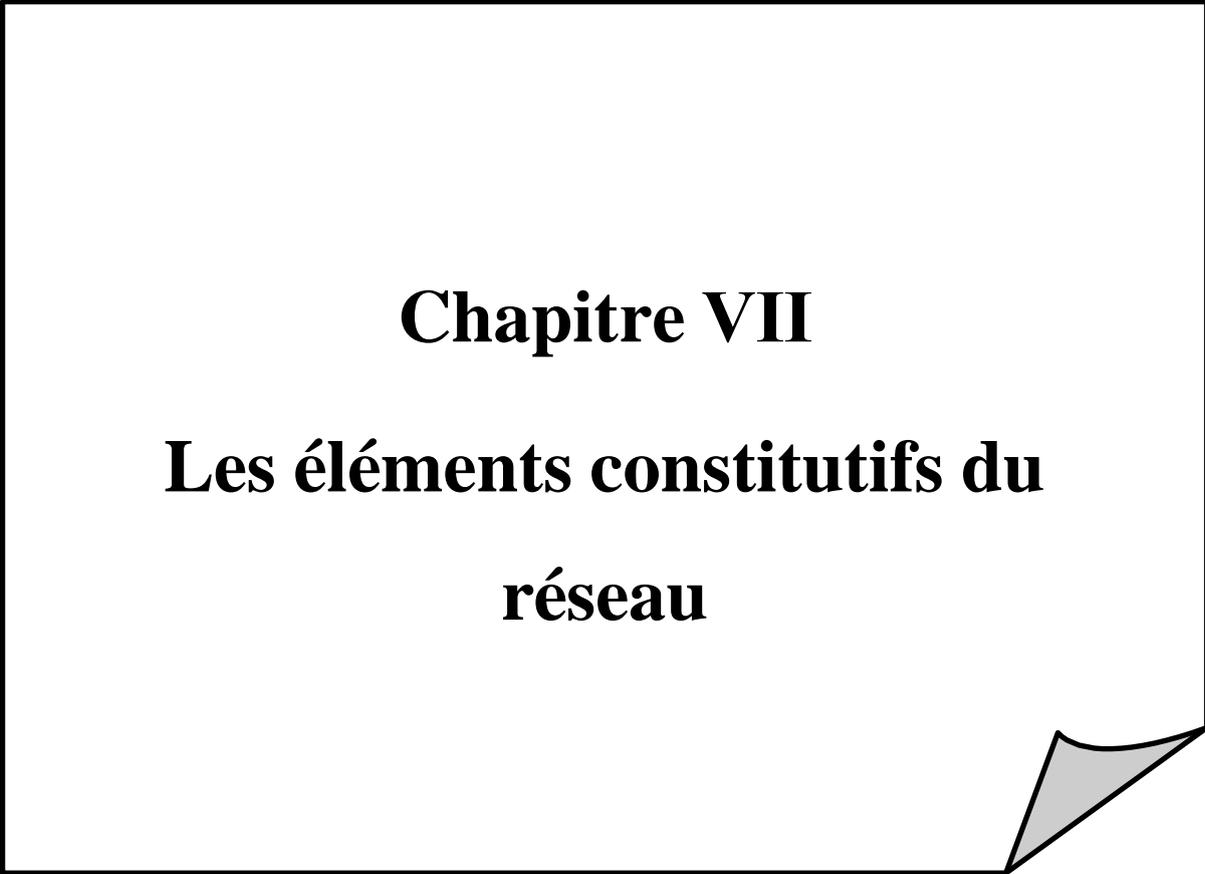
Dimensions	Chambre
Volume (m ³)	94,75
Hauteur (m)	5
Diamètre (m)	5

VI.6. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons abordé l'aspect hydraulique du système de collecte des eaux usées et pluviales. Cela a notamment impliqué le dimensionnement des réseaux de collecteurs, en prenant en compte à la fois les collecteurs principaux existants et les nouveaux collecteurs à mettre en place.

Notre analyse a révélé que les anciens collecteurs en place ne sont pas en mesure de véhiculer les débits calculés. Par conséquent, il est nécessaire de les remplacer par de nouveaux collecteurs, mieux adaptés aux besoins.

Lors de ce dimensionnement, nous avons pris en compte deux aspects essentiels : La vitesse d'auto-curage et celle de l'érosion.



Chapitre VII
Les éléments constitutifs du
réseau

VII.1. Introduction

A travers le présent chapitre, nous allons étudier les éléments composant le système d'assainissement de notre zone d'étude. Sachant que le réseau d'égout est composé de deux types d'ouvrages essentiels :

Les ouvrages principaux : Les ouvrages principaux constituent l'ossature du réseau d'assainissement. Ils comprennent :

- ✓ L'ensemble des tronçons de canalisations qui collectent et évacuent les eaux usées et pluviales depuis les habitations jusqu'au point de rejet final des effluents.
- ✓ Ces tronçons peuvent être en béton, en PVC, en fonte ou en d'autres matériaux adaptés.
- ✓ Leur dimensionnement et leur pente permettent d'assurer un écoulement gravitaire efficace des eaux.

Les ouvrages annexes : Les ouvrages annexes jouent un rôle complémentaire mais indispensable pour le bon fonctionnement du réseau. Ils regroupent :

- ✓ Les bouches d'égout qui permettent la collecte des eaux de ruissellement en surface.
- ✓ Les regards de visite qui assurent l'accès au réseau pour l'entretien et le contrôle.
- ✓ Les déversoirs d'orage qui évitent la saturation du réseau en cas de fortes pluies en dérivant une partie des eaux vers le milieu naturel.
- ✓ Les postes de relevage qui permettent de refouler les eaux lorsque la pente est insuffisante.
- ✓ Les bassins d'orage qui stockent temporairement les eaux de pluie pour étaler leur rejet.

VII.2. Les ouvrages principaux

VII.2.1. Canalisations

Ces structures sont fabriquées en usine et peuvent adopter diverses formes telles que cylindriques ou ovoïdes.

VII.2.1.1. Type de canalisation [EHE]

VII.2.1.1.1. Conduites en béton non armé

Ces éléments sont fabriqués de manière mécanique pour garantir une forte densité du béton. Il est recommandé d'éviter l'utilisation de tuyaux non renforcés pour les canalisations accessibles pour l'entretien.

VII.2.1.1.2. Conduites en béton armé

Ces éléments sont renforcés par deux systèmes d'armatures distincts. Le premier système est composé de barres droites, appelées génératrices, qui offrent une résistance longitudinale. Le second système est formé de spires en hélice continues, espacées d'un maximum de 1,5 mètre, qui fournissent une résistance supplémentaire et améliorent la stabilité structurelle.

VII.2.1.1.3. Conduites en amiante – ciment

Les tuyaux et raccords en amiante-ciment sont fabriqués à partir d'un mélange de ciment Portland, de fibres d'amiante et d'eau. Ce procédé permet d'obtenir un matériau composite résistant et durable.

VII.2.1.1.4. Conduites en grès artificiels

Le grès utilisé pour la fabrication de tuyaux est produit en mélangeant à parts égales de l'argile et du sable argileux, puis en les faisant cuire à une température comprise entre 1200°C et 1300°C. Le matériau résultant est extrêmement imperméable et résiste aux agents chimiques, à l'exception de l'acide fluorhydrique.

VII.2.1.1.5. Conduites en chlorure de polyvinyle (p.v.c) non plastifié

Elles sont sensibles aux chocs et la dilatation joue un rôle crucial lors de leur installation, nécessitant une attention particulière.

VII.2.1.2. Choix du type de canalisation

Lors de la sélection des différents types de conduites, plusieurs facteurs doivent être pris en compte :

- ✓ La composition chimique des eaux usées.
- ✓ Les contraintes extérieures liées au remblayage.
- ✓ La nature du sol traversé.
- ✓ La pente du terrain.

- ✓ Les diamètres requis.

Pour les diamètres allant de 300 à 600 mm, nous avons choisi des conduites en PVC. Pour les diamètres plus importants, notre choix s'est porté sur des conduites en béton armé de forme circulaire.

VII.3. Les ouvrages annexes

Ils sont destinés à la réception des effluents, l'ajustement du système pour réduire les surdimensionnements et l'optimisation des coûts.

Nous distinguons :

VII.3.1. Les ouvrages normaux

Ce sont des éléments essentiels des réseaux d'assainissement, situés en amont ou sur le parcours des canalisations. Ils permettent : l'accès au réseau et la réception des effluents

VII.3.1.1. Les branchements

Leur fonction consiste à rassembler les eaux usées et les eaux de pluie provenant des bâtiments.

VII.3.1.2. Ouvrages des surfaces

Ils sont destinés à la collecte des eaux pluviales.

VII.3.1.2.1. Les fossés

Leur rôle est de collecter des eaux provenant des chaussées en milieu rural.

VII.3.1.2.2. Les caniveaux

Ils collectent des eaux pluviales ruisselant sur le profil transversal de la chaussée et trottoirs et leur transportent jusqu'aux bouches d'égout.

VII.3.1.2.3. Les bouches d'égout

Leur rôle est de collecter les eaux en surface séparées d'une distance moyenne de 50 m.

VII.3.1.3. Ouvrages d'accès au réseau (les regards)

Les regards sont des ouvrages qui offrent un accès direct pour surveiller et entretenir le réseau d'assainissement. Ils existent sous différentes formes, adaptées à des situations spécifiques :

- ✓ Le regard simple, qui relie des collecteurs de diamètres différents ou identiques.
- ✓ Le regard latéral, utilisé pour les collecteurs de grand diamètre ou en cas d'encombrement.
- ✓ Le regard de chute, conçu pour les pentes fortes.
- ✓ Le regard double, destiné aux systèmes séparatifs.
- ✓ Le regard toboggan, employé en cas d'exhaussement de remous.

La distance entre deux regards varie en fonction du terrain, allant de 50 à 80 mètres sur les terrains plats et de 35 à 50 mètres sur les terrains accidentés. Il est recommandé d'installer des regards aux points de chute et à chaque :

- ✓ Changement de pente.
- ✓ Changement de diamètre.
- ✓ Changement de direction.
- ✓ Jonction de canalisation.

VII.3.2. Les ouvrages spéciaux

VII.3.2.1. Les déversoirs d'orage

Il s'agit d'un équipement conçu pour évacuer les débits de pointe exceptionnels lors des orages. Son rôle est de décharger le réseau d'une partie des eaux pluviales.

VII.3.2.1.1. Emplacement des déversoirs d'orage

Avant de choisir l'emplacement des déversoirs d'orage, il est essentiel de prendre en considération plusieurs aspects :

- ✓ Examiner le régime d'écoulement et le niveau d'eau dans les canalisations amont et aval.
- ✓ Analyser la topographie du site et les variations de pentes.
- ✓ Évaluer le milieu récepteur, son potentiel d'auto-épuration et les besoins en dilution.
- ✓ Vérifier la capacité de la station d'épuration pour prévenir les dysfonctionnements et les surcharges.

VII.3.2.1.2. Types des déversoirs

- **Déversoir à seuil latéral et conduite aval étranglée** : La présence d'un seuil élevé entraîne la formation d'un ressaut dans la conduite d'amenée, nécessitant un écoulement

fluvial en amont. Les vannes utilisées sur les conduites de décharge peuvent être ajustées en fonction du débit passant par le déversoir.

- **Déversoir à seuil latéral et conduite aval libre** : Il maintient un débit constant en aval, avec la conduite aval permettant un écoulement libre.
- **Déversoir d'orage à ouverture du fond** : Le débit d'eau usée passe à travers une ouverture dans le radier de la canalisation.

VII.3.2.1.3. Choix du déversoir d'orage

Afin de prévenir l'accumulation de dépôts et de limiter l'encombrement, nous avons opté pour l'utilisation de déversoir frontal.

VII.3.2.1.4. Dimensionnement du déversoir d'orage

Pour les déversoirs rejetant dans les oueds, la totalité des eaux pluviales excédentaires est déchargée.

Mode de calcul

Pour le calcul on doit adopter :

Le débit total de dimensionnement qui est égal à la somme de débit pluvial (Q_P) et des débits en temps sec (Q_{US}) : [1]

$$Q_T = Q_P + Q_{US} \dots \dots \dots (VII-01)$$

Pour le déversoir conduisant à la STEP prévu un débit de pointe dilué trois fois : [1]

$$Q_{ST} = 3 \cdot Q_{US} \dots \dots \dots (VII-02)$$

Le débit rejeté vers l'Oued : [1]

$$Q_R = Q_T - Q_{ST} \dots \dots \dots (VII-03)$$

- ✓ On détermine la valeur de la lame déversée (H_r)
- ✓ On détermine la longueur du seuil, déversant (L).

VII.4. Dimensionnement du déversoir

Le calcul du déversoir d'orage va se faire en basant sur les données du tableau.01.

Tableau VII.1 : Les données de base

Données	Valeurs
Diamètre d'entrée	1800 mm
Débit des eaux pluvial	4,72713 m ³ /s
Débit du temps sec	0,0207165 m ³ /s
Débit à pleine section	6,249251237m ³ /s

VII.4.1. Calcul du coefficient de retardement

Le coefficient de retardement a pour but la diminution des débits pluviaux, cette diminution peut être prise en considération dans le dimensionnement des déversoirs d'orage.

Il est donné par [1]:

$$Z = 1 - \frac{tc}{100} \dots\dots\dots (VII-04)$$

Calcul de tc :

Le temps de concentration est une caractéristique d'une surface définie comme étant le temps mis par la pluie tombée au point le plus éloigné à la durée d'écoulement pour atteindre l'entrée du collecteur qui doit évacuer l'apport drainée de la surface considéré.

Le temps de concentration se compose :

Temps t₁ : mis par l'eau pour s'écouler dans la canalisation de la longueur « L » avec une vitesse « v ». [1]

$$t_1 = \frac{L}{60 v} \dots\dots\dots (VII-05)$$

Tableau VII.2 : Détermination du temps de concentration t₁

Les regards	Vitesse	Longueur	T ₁	T ₁ cumulé
R5-R15	2,57532754	15,5408336	0,10057513	0,10057513
R15-R16	4,01	41,6795368	0,17323166	0,27380678
R16-R17	4,06380908	50,2336449	0,20602036	0,47982715
R17-R18	1,80278845	47,3320978	0,43758229	0,91740943
R18-R19	1,69653796	42,7948936	0,42041395	1,33782338

R19-R20	1,81005754	29,5213435	0,27182693	1,60965032
R20-R21	1,81083135	24,777607	0,22805001	1,83770033
R21-R22	4,83918229	42,1365859	0,14512295	1,98282329
R22-R23	1,97682101	45,883445	0,38684538	2,36966867
R23-R24	1,98738783	66,2684144	0,55574134	2,92541001
R24-R25	1,98735617	31,9882086	0,26826435	3,19367436
R25-R26	2,10252382	55,2178362	0,43771075	3,63138511
R26-R27	2,36276624	55,5030949	0,3915121	4,02289721
R27-R28	2,21143058	50,1169866	0,37771166	4,40060887
R28-R29	6,9568491	35,1864677	0,08429695	4,48490581
R29-R30	5,53475324	20,8895365	0,06290415	4,54780996
R30-R31	2,0528025	39,9066277	0,32400119	4,87181115
R31-R32	2,15473876	50,3490043	0,389444	5,26125515
R32-R33	2,11431082	49,9758515	0,39394911	5,65520426
R33-R34	2,00783883	45,1072176	0,37442595	6,02963021
R34-R35	1,93556746	48,8088126	0,42027996	6,44991016
R35-R36	2,31602651	47,739114	0,34354179	6,79345196
R36-R37	1,97983095	122,412122	1,03049304	7,823945
R37-R38	1,91468495	91,4896282	0,7963854	8,6203304
R38-R39	1,98243621	35,0272676	0,29447999	8,91481039
R39-R40	1,93931919	50,9119039	0,43754104	9,35235143
R40-R41	1,94708529	62,1437127	0,53193794	9,88428937
R41-R42	1,92661621	41,0707012	0,35529219	10,2395816
R42-R43	1,94295259	39,9700661	0,34286363	10,5824452
R43-R44	2,14205922	45,5497505	0,35440781	10,936853
R44-R45	2,11819319	38,1947849	0,3005296	11,2373826
R45-R46	1,9215619	46,4137701	0,40256982	11,6399524
R46-R47	1,90554595	72,5652733	0,63468489	12,2746373
R47-R48	2,24585016	39,8656901	0,29584706	12,5704844
R48-R49	1,93250713	114,498878	0,98748128	13,5579656
R49-R50	2,0624911	132,756972	1,07278824	14,6307539
R50-R51	2,30235956	57,0241678	0,41279512	15,043549
R51-R52	2,37069569	18,136859	0,12750729	15,1710563
R52-R53	2,42492316	53,715384	0,3691896	15,5402459
R53-R54	2,02726294	37,4000755	0,30747595	15,8477218
R54-R55	2,2373848	39,6675518	0,29549046	16,1432123
R55-R56	2,92996395	31,6345546	0,17994849	16,3231608
R56-R57	2,36754389	23,368199	0,16450381	16,4876646
R57_R58	2,33711787	62,6472692	0,44675588	16,9344205
R58-R59	3,33386969	45,0223222	0,22507539	17,1594959
R59-R60	2,69781418	20,8553871	0,12884126	17,2883371
R60-R61	3,16570737	16,9238107	0,08909968	17,3774368
R61-R62	2,97290303	18,1677722	0,10185203	17,4792888
R62-R63	3,4837183	31,0558498	0,14857616	17,627865
R63-R64	3,48361602	46,6954664	0,22340515	17,8512702

R64-R65	2,85763965	44,5289845	0,25970725	18,1109774
R65-R66	3,20525805	91,3785299	0,47514911	18,5861265
R66-R67	2,45875969	71,950509	0,48771547	19,073842
R67-R68	2,88283631	32,1025723	0,18559599	19,259438
R68-R69	2,42862904	55,3312614	0,37971534	19,6391533
R69-R70	2,03823455	57,5183123	0,47032788	20,1094812
R70-R71	2,41972488	70,3227372	0,48437144	20,5938526
R71-R72	3,14265681	69,3505065	0,36779128	20,9616439
R72-R73	3,31070149	82,4907737	0,41527339	21,3769173
R73-R74	3,75779802	60,5836843	0,26870206	21,6456194
R74-R75	2,90317237	73,9335486	0,42444115	22,0700605
R75-R76	3,53181012	65,9675266	0,31130178	22,3813623
R76-R77	3,20893035	68,4939856	0,35574671	22,737109
R77-R78	2,38293308	65,8355497	0,46046579	23,1975748
R78-R79	2,32951142	75,2035961	0,53804985	23,7356247
R79-R80	2,12066101	70,6680107	0,55539295	24,2910176
R80-R81	3,84343693	65,9855771	0,28613963	24,5771572
R81-R82	5,9913858	94,7943835	0,26369632	24,8408536

On trouve $t_1=25$ minutes et on prend $t_2=10$ minutes donc $t_c=35$ minutes. Et $Z=0,65$

VII.4.2. Calcul du débit total corrigé

$$Q_{t.cor} = Z * Q_t \dots \dots \dots (VII-06) [1]$$

$$Q_{t.cor} = 0.65 * 4,7478465 = 3,0861 \text{ m}^3/\text{s}$$

VII.4.3. Hauteur de la lame déversante

Calculons la hauteur de la lame d'eau déversante [1]

$R_{Qt} = Q_t / Q_{ps} = 0.49$ et à partir de l'abaque on trouve $R_h = h_t / D = 0,49$

$$h_t = R_h * D = 882 \text{ mm}$$

$R_{Qu} = Q_u / Q_{ps} = 0.0033$ et a partir de l'abaque on trouve $R_h = h_{av} / D = 0,03$

$$h_{av} = R_h * D = 45 \text{ mm (Non réalisable)}$$

On propose $h_{av} = 200 \text{ mm}$

➤ **La hauteur d'eau déversante [1]**

$$h_d = h_t - h_{av} = 882 - 200 = 682 \text{ mm}$$

VII.4.4. Déduction de la largeur du seuil

On applique la formule de BAZIN :

$$Q_{dév} = \mu * L * (H_{dév})^{3/2} \sqrt{2g} \dots \dots \dots (VII-07) [1]$$

$$Q_{dév} = 3,023950725 \text{ m}^3/\text{s}$$

μ : coefficient de contraction de la lame déversante qui tient compte de l'écoulement ($\mu=0,4$) ;

L : La longueur du déversoir (longueur de la lame déversante) exprimée en mètres ;

g : accélération La pesanteur : $g = 9,81 \text{ m/s}^2$;

$H_{dév}$: La hauteur de charge en m au-dessus du seuil du déversoir ;

$$L = \frac{Q}{0.4 \sqrt{2g} (H_{dév})^{1.5}} \dots \dots \dots (VII-08)$$

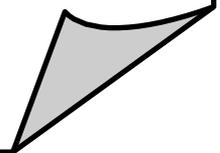
On trouve : $L = 3 \text{ m}$

VII.5. Conclusion

Pour optimiser l'exploitation de notre réseau d'assainissement, il est essentiel de choisir judicieusement les conduites qui le composent, en prenant en compte leur forme et leur matériau de construction. Dans notre cas, après avoir évalué les différentes options de conduites disponibles, nous avons choisi des conduites circulaires en béton armé et PVC car elles répondent aux exigences de notre projet de manière satisfaisante. Pour faciliter les opérations de curage et améliorer la sécurité du réseau, nous avons également mis en place et dimensionné le déversoir d'orage projeté.

Chapitre VIII

Organisation du chantier



VIII.1. Introduction

Pour atteindre les objectifs de rapidité, de qualité et d'économie dans la réalisation de ce projet, l'accent a été mis sur l'organisation du chantier. Cette approche permet de structurer le déroulement des travaux et de guider leur exécution de manière efficace.

VIII.2. Les étapes de réalisation du projet

La pose de canalisations nécessite l'exécution d'opérations dans un ordre précis :

VIII.2.1. Manutention et stockage des conduites

VIII.2.1.1. Manutention

En complément, il est recommandé de :

- ✓ Manipuler les conduites avec précaution, en évitant de les traîner ou de les faire rouler
- ✓ Les stocker sur des surfaces planes et stables, à l'abri des intempéries et des dommages mécaniques
- ✓ Le respect de ces précautions lors du transport, de la manutention et du stockage des conduites permet de préserver leur intégrité et leur qualité avant la pose.

VIII.2.1.2. Stockage

Le respect scrupuleux de ces consignes de stockage est essentiel pour maintenir les matériaux en bon état et prêts à être mis en œuvre sur le chantier qui sont :

- ✓ L'aire de stockage doit être plane et nivelée pour éviter tout risque de déformation des conduites.
- ✓ Elle doit être dégagée et accessible pour faciliter la manutention.
- ✓ Les accessoires et les conduites doivent être stockés à l'abri du soleil, de la pluie et des intempéries en général.
- ✓ Un abri ou une bâche de protection est recommandé pour les protéger des conditions météorologiques.
- ✓ Les différents éléments (tuyaux, raccords, joints, etc.) doivent être rangés de manière ordonnée et identifiée pour faciliter leur repérage et leur utilisation.

VIII.2.2. Décapage de la terre végétale

Le décapage du sol est une opération préliminaire qui consiste à éliminer la couche superficielle du terrain, sur une profondeur d'environ 10 centimètres. Cette couche superficielle est principalement composée de matière végétale, telle que de la terre végétale, de l'humus ou des racines. Elle doit être retirée avant les travaux de terrassement.

Le décapage permet de :

- ✓ Supprimer les éléments organiques qui pourraient dégrader la stabilité du sol à long terme
- ✓ Préparer une surface saine et stable pour les travaux à venir
- ✓ Récupérer la terre végétale pour une réutilisation ultérieure

VIII.2.3. Exécution des tranchées et des fouilles des regards

Ces différentes exigences visent à :

- ✓ Assurer la bonne orientation et la pente des conduites
- ✓ Maintenir la stabilité du terrain d'assise
- ✓ Garantir des conditions de sécurité pour les travaux

Le soin apporté à la préparation du fond de fouille est essentiel pour la qualité et la pérennité de l'installation des canalisations.

VIII.2.4. Aménagement du lit de sable

Les conduites doivent être posées sur un lit de sable, qui sera bien nivelée suivant les côtes du profil en long comme la montre la figure ci-dessous :



Figure VIII.1 : Réalisation de la tranchée (Source : Groupe Chiali)

VIII.2.5. Emplacement des piquets

Pour chaque point où un regard doit être installé, un jalon ou un piquet doit être placé pour matérialiser l'emplacement exact.

VIII.2.6. Pose des canalisations

Les différents points de contrôle visent à :

- ✓ Garantir la sécurité des opérations de pose
- ✓ Assurer la bonne étanchéité des assemblages
- ✓ Maintenir la géométrie et les pentes du réseau
- ✓ Prévenir tout dommage aux canalisations

Le respect de ces vérifications est essentiel pour la qualité et la pérennité de l'installation des conduites.

VIII.2.7. Assemblage des canalisations

Le choix de la méthode de jonction des conduites dépend de plusieurs facteurs :

- ✓ Section et forme des tuyaux
- ✓ Nature du matériau

Le choix de la méthode de jonction adaptée est essentiel pour garantir la fiabilité et la pérennité du réseau de canalisations.

VIII.2.8. Essai d'étanchéité

Une fois les conduites installées au fond des tranchées, des essais d'étanchéité sont effectués avant le remblaiement final.

❖ Méthodes d'essai :

- Essai à l'eau : remplissage des conduites avec de l'eau sous pression ;
- Essai à l'air : mise sous pression d'air comprimé dans les conduites ;
- Essai à la fumée : injection de fumée dans le réseau pour détecter les fuites ;

❖ Objectifs des essais :

- Vérifier l'absence de fuites dans les joints et les raccords ;
- S'assurer de l'intégrité du réseau de canalisations ;
- Détecter et localiser d'éventuels défauts d'étanchéité ;

❖ Importance des essais :

- La réalisation de ces tests est essentielle pour garantir le bon fonctionnement du réseau d'assainissement à long terme. Ils permettent de remédier aux problèmes avant le remblaiement définitif.
- Une fois les essais concluants, le remblaiement de la tranchée peut être effectué en toute confiance.

VIII.2.9. Réalisation des regards

Des étapes pour l'exécution d'un regard :

- ✓ Réglage et compactage du fond du regard pour obtenir une surface plane et stable.
- ✓ Mise en place d'une couche de béton de propreté pour protéger le sol et faciliter l'exécution des travaux.
- ✓ Installation du ferrailage du radier (fond) du regard selon les spécifications techniques.
- ✓ Bétonnage du radier en respectant les épaisseurs et les résistances requises.
- ✓ Mise en place du ferrailage des parois verticales du regard.
- ✓ Installation du coffrage des parois.
- ✓ Bétonnage des parois en veillant à la compaction du béton.
- ✓ Décoffrage des parois une fois que le béton a durci, en suivant les délais préconisés.
- ✓ Installation du ferrailage de la dalle supérieure du regard.
- ✓ Mise en place du coffrage de la dalle.
- ✓ Bétonnage de la dalle en respectant les épaisseurs et les résistances requises.
- ✓ Décoffrage de la dalle une fois que le béton a durci, en suivant les délais préconisés.

Tout au long du processus, il est essentiel de respecter les normes de sécurité, les spécifications techniques du projet et les délais de durcissement du béton pour garantir la qualité et la durabilité du regard.

VIII.2.10. Réalisation des branchements

Des éléments composant un branchement, de l'aval vers l'amont :

- ✓ Le branchement est raccordé à la canalisation principale, généralement au niveau d'un regard.
- ✓ La canalisation de branchement proprement dite, qui achemine les eaux depuis le bâtiment jusqu'à la canalisation principale.

- ✓ Cette canalisation de branchement doit avoir une pente minimale de 3% pour assurer un bon écoulement.
- ✓ Un regard collecteur peut être installé sur le branchement, permettant d'inspecter et d'entretenir le réseau.

En résumé, un branchement comprend le raccordement à la canalisation principale, la canalisation de branchement elle-même, un regard collecteur éventuel, et une boîte de branchement à la limite du domaine public. L'ensemble de ces éléments permet d'assurer le bon acheminement des eaux depuis le bâtiment jusqu'au réseau public.

VIII.2.11. Remblayage et compactage

Des étapes pour assurer la protection et la transmission des charges de la canalisation :

- Utiliser un matériau de remblayage similaire à celui employé pour le remblayage latéral de la canalisation.
- Ce matériau de remblayage doit :
 - ✓ Protéger la canalisation des dommages mécaniques
 - ✓ Permettre une bonne transmission des charges depuis la surface jusqu'à la canalisation
- Objectifs du remblayage :
 - ✓ Le remblayage de la canalisation a deux objectifs principaux :
 - ✓ Protection de la canalisation :
 - ✓ Éviter tout dommage mécanique à la canalisation lors du remblayage et de l'utilisation future du site.
 - ✓ Assurer une bonne répartition des charges pour éviter la concentration de contraintes.
 - ✓ Transmission des charges

VIII.3. Choix des engins

Des différents types d'engins utilisés pour réaliser les travaux de pose de canalisations

❖ Engins de terrassement :

- ✓ Pelle mécanique : pour l'excavation des tranchées
- ✓ Bulldozer : pour le décapage et le nivellement des surfaces
- ✓ Chargeuse : pour le chargement des matériaux dans les camions

❖ Engins de compactage :

- ✓ Compacteur à pied dameurs : pour le compactage des fonds de forme et des remblais
- ✓ Rouleau vibrant : pour le compactage des couches de surface
- ✓ Plaque vibrante : pour le compactage dans les espaces restreints

❖ **Engins de manutention :**

- ✓ Grue : pour la manutention et la mise en place des éléments lourds (regards, tuyaux, etc.)
- ✓ Camion-grue : pour le chargement et le déchargement des matériaux sur le chantier
- ✓ Chariot élévateur : pour la manutention des matériaux sur le chantier

Chaque opération, de l'excavation à la mise en place des éléments, nécessite l'utilisation d'un ou plusieurs engins spécifiques pour garantir la sécurité, la rapidité et la qualité des travaux.

✚ **Pour le décapage :**

La niveleuse est un engin de terrassement utilisé pour le décapage de la terre végétale, en particulier sur les terrains faciles à décaper.



Figure VIII.2 : Niveleuse

✚ **Pour l'excavation des tranchées :**

La pelle rétro-excavatrice est un engin de terrassement polyvalent, adapté à tous les types de terrains.



Figure VIII.3 : Pelle à chenille

✚ Pour le remblaiement des tranchées :

La chargeuse est un engin de terrassement utilisé pour le remblayage des tranchées et des fouilles.



Figure VIII.4 : Chargeuse

VIII.4. Détermination des différents volumes des travaux [8]

VIII.4.1. Volume du décapage de la couche végétale

$$V_{\text{déc}} = H_{\text{vc}} \times L \times B_{\text{cv}} \dots \dots \dots (\text{VIII.1})$$

Tel que :

$V_{\text{déc}}$: volume de la couche végétale décapée (m³).

H_{cv} : profondeur de la couche végétale (m)

L : longueur totale de la tranchée (m).

B_{cv} : largeur de la couche végétale (m).

VIII.4.2. Volume du déblai des tranchées

$$V_D = B \times L \times H \dots\dots\dots (VIII.2)$$

Tel que :

- V_d** : volume du déblai des tranchées (m³).
- B** : largeur de la tranchée (m).
- H** : profondeur de la tranchée (m).
- L** : longueur totale de la tranchée (m).

VIII.4.3. Volume occupé par le lit de sable

$$V_{Is} = e \times L \times B \dots\dots\dots (VIII.3)$$

Tel que :

- V_{Is}** : volume du lit de sable (m³).
- e** : épaisseur de la couche de sable (m).
- B** : largeur de la tranchée (m).
- L** : longueur totale de la tranchée (m).

VIII.4.4. Volume occupé par les conduites

$$V_{cond} = (\pi \times D_{ext}/4) \times L \dots\dots\dots (VIII.4)$$

Tel que :

- V_{cond}** : volume occupé par les conduites (m³).
- D_{ext}** : diamètre extérieur de la conduite (m).
- L** : longueur totale de la tranchée (m).

VIII.4.5. Volume de l'enrobage

$$V_e = H_e \times L \times B \dots\dots\dots (VIII.5)$$

Tel que :

- H_e** : hauteur d'enrobage
- B** : Largeur de la tranchée (m).
- L** : longueur totale de la tranchée (m).

VIII.4.6. Volume du remblai de protection

$$V_{\text{rem}} = V_d - (V_{\text{cond}} + V_{\text{déc}} + V_{\text{ls}}) \dots \dots \dots (\text{VIII.6})$$

Tel que :

V_{rem} : volume du remblai (m^3).

V_d : volume du déblai (m^3).

V_{ls} : volume du lit de sable (m^3).

$V_{\text{déc}}$: volume de la couche végétale décapée (m^3).

VIII.4.7. Volume excédentaire

$$V_{\text{exc}} = V_f - V_{\text{rem}} \dots \dots \dots (\text{VIII.7})$$

Tel que :

V_{exc} : Volume du sol excédentaire (m^3).

V_f : Volume du sol foisonné (m^3).

V_{rem} : Volume du remblai (m^3).

Sachant que :

$$V_f = V_d \times K_f \dots \dots \dots (\text{VIII.8})$$

Avec :

K_f : Coefficient de foisonnement dépend de la nature de sol.

VIII.4.8. Devis quantitatif et estimatif

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

Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix Unitaire (DA)	Montant (DA)
Travaux de terrassement				
Décapage de la tranchée	m ³	4705,006034	230	1082151,388
Déblai	m ³	45365,86956	400	18146347,82
Pose du lit de sable	m ³	2352,503017	1600	3764004,827
Remblai de a tranchée	m ³	25804,78317	400	10321913,27
Evacuation des déblais excédentaire	m ³	29995,2364	190	5699094,915
Canalisation				
Fourniture, transport et pose de canalisation				
Canalisation en PVC				
D=200mm	ml	772,9407085	3600	2782586,551
D=250mm	ml	1012,444919	6000	6074669,513
D=315mm	ml	2007,119814	9500	19067638,24
D=400mm	ml	1497,647229	15000	22464708,44
D=500mm	ml	663,3806004	24800	16451838,89
D=630mm	ml	860,9221225	40000	34436884,9
Canalisation en béton armé				
D=800mm	ml	578,2270522	5040,4	2914495,634
D=1000mm	ml	1566,207889	8429,08	13201691,59
D=1200mm	ml	2463,722103	11015,82	27139919,22
D=1500mm	ml	3887,557346	15899,52	61810295,8
D=1800 mm	ml	195,2808882	40000	7811235,526
Construction				
Construction des regards en béton armé	U	318	35000	11130000
Exécution des déversoirs d'orage	U	1	160000	160000
Station de relevage	U	1	14000	1400
THT				264460876,5
TVA 19%				50247566,54
TTC				314708443,1

VIII.5. Planification des travaux

La méthode des temps et mouvements vise à optimiser l'utilisation des ressources, notamment la main-d'œuvre, pour assurer l'efficacité d'une action. Elle comprend les étapes suivantes :

- ✓ Installation ergonomique des postes de travail
- ✓ Observations instantanées des processus en cours
- ✓ Analyse détaillée des tâches à effectuer
- ✓ Chronométrage précis des différentes étapes
- ✓ Définition claire des objectifs et des responsabilités de chacun
- ✓ Simplification des méthodes de travail
- ✓ Stabilisation des postes de travail pour une meilleure productivité

Cette approche systématique permet de réduire les gaspillages, d'améliorer la productivité et de garantir la qualité du travail accompli. En se concentrant sur l'optimisation des moyens, elle contribue à la performance globale de l'organisation.

VIII.5.1. Techniques de la planification

Il existe deux principales approches pour la planification des projets :

- ✓ Méthodes basées sur le réseau
- ✓ Méthodes basées sur le graphique

Le réseau est une représentation graphique d'un projet qui permet de visualiser les relations entre les différentes tâches. Il indique si les opérations sont successives, simultanées ou convergentes, et renseigne sur leur durée de réalisation.

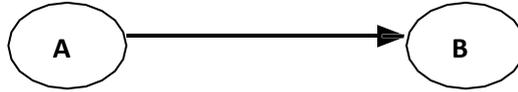
On distingue deux types de réseaux :

- ✓ **Réseau à flèches** : L'opération est représentée par une flèche et la succession des opérations par des nœuds.



- ✓ **Réseau à nœuds** : L'opération est représentée par un nœud et la succession des opérations par des flèches.

L'opération (B) ne peut commencer que si l'opération (A) est complètement achevée.



VIII.5.1.1. Construction du réseau

La construction d'un réseau de planification d'un projet suit généralement six étapes clés :

1. Établissement d'une liste détaillée des tâches.
2. Détermination des tâches antérieures.
3. Construction des graphes partiels.
4. Regroupement des graphes partiels.
5. Identification des tâches de début et de fin.
6. Construction du réseau final.

Toutes les étapes précédentes permettent de construire le réseau définitif, qui représente la planification du projet dans sa globalité.

✓ **Méthode CPM (Critical Path Method)**

L'objectif de la méthode CPM est de réduire la durée de réalisation d'un projet en optimisant la planification des tâches. Elle se décompose en trois étapes principales :

1. Détermination des effectifs nécessaires.
2. Analyse systématique du réseau.
3. Adaptation du réseau aux contraintes.

✓ **Les étapes de la planification**

La planification est un processus essentiel pour la réussite d'un projet. Elle comprend les étapes suivantes :

1. **Collection des informations** : La première étape consiste à rassembler et à synthétiser les informations pertinentes pour le projet. Cela passe par des études comparatives qui permettent d'utiliser correctement le plan de réalisation.

2. **Décomposition du projet** : La décomposition du projet en tâches élémentaires est une étape cruciale. Chaque tâche doit être attribuée à un responsable et ses besoins en matériel doivent être identifiés.

3. **Établissement des relations entre les tâches** : Deux types de relations entre les tâches doivent être pris en compte lors de la planification :

- ✓ Les relations logiques, qui définissent l'enchaînement des tâches de manière rationnelle.
- ✓ Les relations préférentielles, qui permettent d'optimiser l'ordonnancement des tâches.

Les paramètres de la méthode C.P.M : Les paramètres indispensables dans l'exécution de cette méthode sont les suivants :

DCP	Tr
DFP	DCPP
DFPP	MT

Avec :

TR : Temps de réalisation.

DCP : Date de commencement au plus tôt. **DCPP** : date de commencement au plus tard.

DFP : Date de finition au plus tôt.

DFPP : Date de finition au plus tar.

MT : Marge totale.

Et : $DFP = DCP + TR$ $DCPP = DFPP - TR$

✓ **Méthode du chemin critique (CPM)**

La méthode du chemin critique, également connue sous le nom de CPM, est un outil de gestion de projet qui permet d'identifier le chemin le plus long à travers le réseau des tâches interdépendantes, déterminant ainsi la durée minimale du projet.

Chemin critique (CC)

Le chemin critique est défini comme le chemin reliant les tâches qui n'ont aucune marge de manœuvre, c'est-à-dire que le retard d'une de ces tâches entraînerait un retard du projet dans son ensemble. Ce chemin critique détermine la durée totale du projet (DTR).

- ✓ Les principales caractéristiques du chemin critique sont :
- ✓ Il relie les tâches ayant une marge totale nulle (0)
- ✓ Toute activité sur le chemin critique a une marge totale nulle
- ✓ Le retard d'une activité sur le chemin critique entraîne un retard équivalent du projet
- ✓ Le chemin critique peut changer au cours du projet en fonction des aléas et des modifications

Attribution des durées des opérations

L'attribution des durées de chaque opération dans la méthode du chemin critique (CPM) repose sur deux éléments clés :

1. Nombre de ressources.
2. Dimensions du projet

En utilisant les normes C.N.A.T, on pourra appliquer la formule suivante :

$$T = Q_n/N$$

Avec :

Q : Quantité de travail.

N : Rendement.

n : Nombre d'équipes.

Symboles des différentes opérations et leur durée

Pour notre projet, les principales opérations à exécuter sont les suivantes :

Tableau VIII.2 : Symboles des opérations et leurs durées.

Opération	Symbole	Durée
Piquetage	A	15
Décapage	B	20
Exécution des tranchées et des fouilles pour les regards.	C	65
Aménagement du lit de sable.	D	20
Construction des regards	E	40
La mise en place des canalisations en tranchées	F	20
Construction des ouvrages annexes.	G	30
Assemblage des tuyaux.	H	20
Faire des essais d'étanchéité pour les conduites et les joints.	I	20
Remblai des tranchées.	J	25
Travaux de finition	K	20

Tableau VIII.3 : La succession des opérations

L'opération	Précède	Succède
A	-	B
B	A	C
C	B	D,G
D	C	E,F
E	D , G	J
F	D	H
G	C	E
H	F	I
I	H	J
J	I, E	K
K	J	-

La détermination des délais par la méthode des tableaux :

Tableau VIII-04 : Calcul des délais

Operation	TR	DP		DPP		MT
		DCP	DFP	DCPP	DFPP	
A	15	0	15	0	15	0
B	20	15	35	15	35	0
C	65	35	100	35	100	0
D	20	100	120	100	120	0
E	40	130	170	140	170	30
F	20	120	140	120	140	0
G	30	100	130	110	10	30
H	20	140	160	140	160	0
I	20	160	180	160	180	0
J	25	180	205	180	205	0
K	20	205	225	205	225	0

Avec :

TR : temps de réalisation.

DCP : date de commencement au plus tôt. **DFP** : date de finissement au plus tôt.

DCPP : date de commencement au plus tard. **DFPP** : date de finissement au plus tard.

MT : marge totale.

- Le chemin critique dans ce cas est : A-B-C- D-F-H-I-J-K, avec un temps de réalisation égale a : $\sum TR = 225$ jours.

VIII.6. Conclusion

Pour conclure, une organisation de chantier rigoureuse est cruciale pour mener à bien un projet d'assainissement de manière efficace et économique. Elle apporte de nombreux bénéfices en termes de gestion des coûts, des délais et de la productivité. De plus, elle est indispensable pour établir un budget prévisionnel fiable, comme le montre le chiffrage détaillé du projet à 314708443,1DA. Pour une durée de 225 jours.

Conclusion générale

L'analyse de l'état actuel du système d'assainissement, des communes de de la zone de Biskra-Est, et son diagnostic ont mis en évidence des problèmes liés à l'état dégradé du réseau. En effet, le réseau présente des fissures et des canalisations installées de manière non conforme. Ces anomalies entraînent des dysfonctionnements, notamment des dépôts dans le système.

Pour la présente étude, l'évaluation des débits des eaux pluviales a été réalisée en utilisant la méthode rationnelle, avec une intensité de pluie calculée de 157 l/s/ha. Les débits des autres types d'eaux usées (eaux usées publiques et domestiques) ont été déterminés en fonction de la répartition de la population, en appliquant un coefficient de rejet de 0,8.

Le système d'évacuation des eaux usées est de type unitaire, avec un schéma à déplacement latéral.

Afin de garantir la pérennité et le bon fonctionnement hydraulique du réseau d'évacuation, une proposition de rénovation et de redimensionnement a été établi. Ainsi, les diamètres varient de 200 à 1500mm sur un linéaire de conduites, 15505,4507 m.

Pour la réalisation du réseau d'évacuation, nous avons opté pour l'utilisation de conduites en PVC et en béton armé. Ces matériaux offrent une excellente étanchéité et facilitent la mise en œuvre des canalisations.

Afin de permettre une gestion optimale du réseau, des regards de visite et des regards de chute ont été prévus. Leur positionnement a été déterminé en fonction des conditions topographiques du terrain, dans le but d'assurer un bon écoulement des eaux dans les collecteurs.

Dans le cadre de cette étude, nous avons opté pour l'utilisation d'un déversoir d'orage de type frontal, avec une conduite de rejet en aval.

L'analyse des besoins a mis en évidence la nécessité d'ajouter une station de relevage, d'une capacité de 94,75 m³ et équipée de deux pompes principales et une de secours identiques avec une installation immergée. . Cette station permettra de pomper les eaux usées collectées vers le réseau principal, assurant ainsi un écoulement efficace et régulier notamment dans les zones basses où la gravité ne suffit pas à assurer le bon acheminement des effluents.

En fin, la réalisation du projet, faisant l'objectif de la présente étude et tenant compte des ouvrages de transport des eaux usées, est évaluée à 264460876,5Da.

Références bibliographiques

- [1] **Salah B., 2014.** « Assainissement des eaux usées et pluviales des agglomérations : A l'usage des étudiants de l'option Assainissement ». ENSH, Blida.

- [2] **Water Pollution Control Federation, 1970.** « Design and construction of sanitary and storm sewers ». WPCF Manual of practice N° 9. Washington, D.C.

- [3] **TOUAIBIA, B, 2003,** « Cours d'hydrologie » Ecole nationale supérieure de l'hydraulique, BLIDA.

- [4] **Satin M. et al., 2006.** « Guide technique de l'assainissement (3^e édition) ». Le Moniteur, Paris.

- [5] **Réalisation de l'étude d'actualisation du Plan National De L'eau.**

- [6] **Bureau d'étude hydraulique EHE 2024.** Fiche des regards et des conduites.

- [7] **AZARIS, 2019.** « Dimensionnement d'un réseau d'assainissement de la nouvelle ville de BOUINAN – Lot : B et D – (W. Blida) ». mémoire de fin d'étude. ENSH, BLIDA.

- [8] **Guide technique :** pour les projets de pose et réhabilitation des réseaux d'assainissement.

Les annexes

Annexe N°01

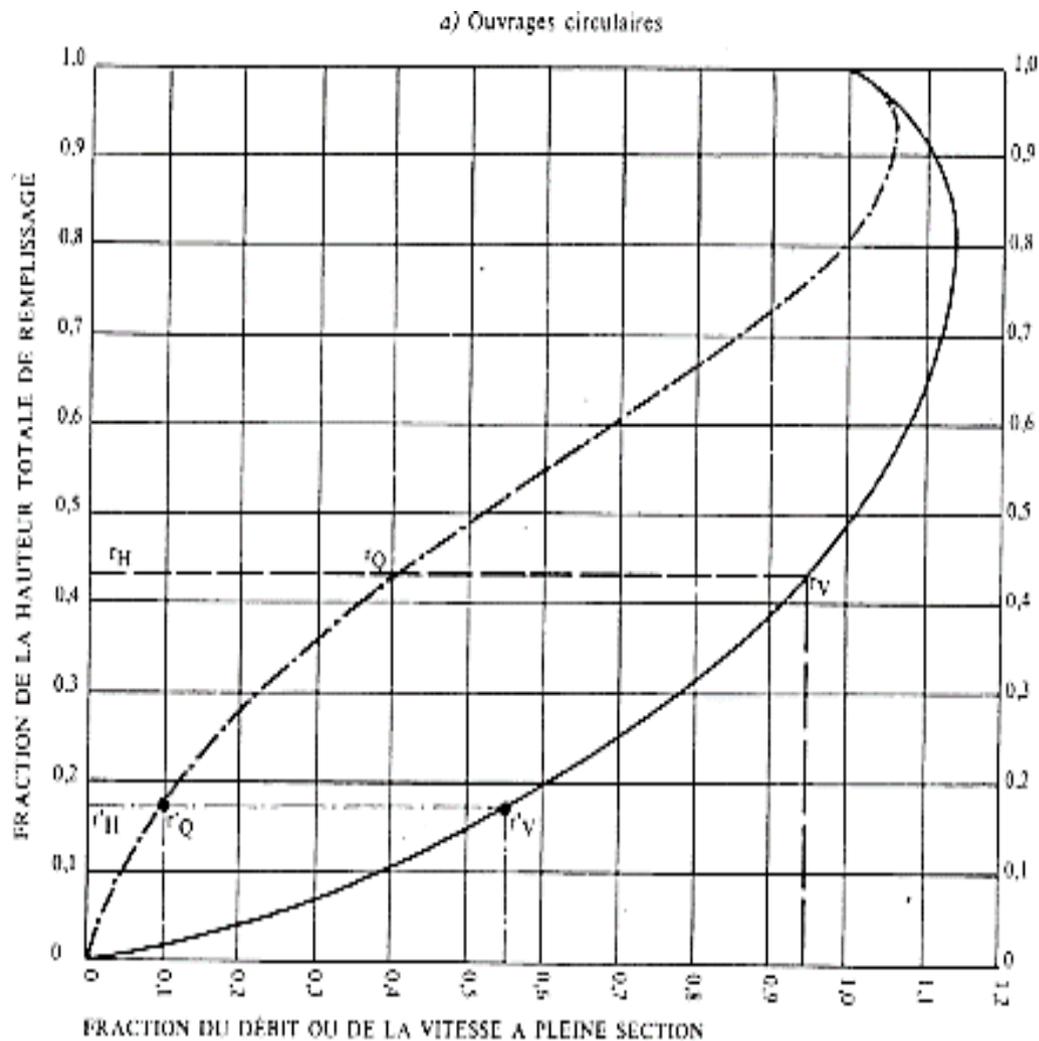
Test de Khi-deux.

$\chi^2 \backslash p$	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	45.419	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 .

Annexe N°02

Variation des débits et des vitesses en fonction du remplissage



Q_{ps1} : débit à pleine section

Q débit à évacuer

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

Dans l'ensemble ci-contre :

$$r_Q = 0,40 \Rightarrow r_v = 0,95 \quad \text{et} \quad r_H = 0,42$$

Annexe N°03

FICHE D'IDENTIFICATION DU REGARD N°
1611

 Zone de collecte :
 Commune :
 Rue / localisation :

 Date de la visite : Aval d'un PR : Amont d'un exutoire : Permet l'accès à un OS :

 Météo : Accessibilité : Type de réseau : Débitumé :

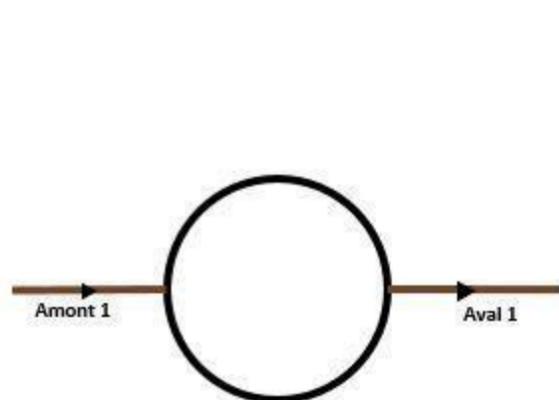
 Réhaussé :

 Forme du tampon : Diamètre ou dimension du tampon (mm) : Hauteur fermeture/sol :

Canalisation	Diamètre (mm) ou L x H	Profondeur (m) (fil d'eau)	Section	Matériau	N° du regard amont / aval
Amont 1 (principal)	500	2.55	Circulaire	PRV	10538-1611
Amont 2					
Amont 3					
Amont 4					
Aval 1 (principal)	500	2.55	Circulaire	PRV	1611-10539
Aval 2					

(fond du regard)

Evaluation de l'état général :

SCHEMA


- Eaux industrielles
- Eaux pluviales
- Eaux traitées
- Eaux usées
- Unitaire
- Oued

AUTRES OBSERVATIONS
ETAT DES OUVRAGES

 Cheminée décalée
 Echelle (Manquante)
 Absence de cunette
 Racines
 Tampon détérioré
 Tampon manquant

 Attaque chimique

 Mesure H2S :
Evaluation :

 RAC =

 ATC =

 INF =
 Traces d'infiltration regard

 par Traces d'infiltration par branchement

 Autre

QUALITE DE L'EFFLUENT
 R.A.S.

 Présence d'hydrocarbures

 Présence de graisses

 Effluent coloré

PERTURBATION DE L'ECOULEMENT

 Réduction de section amont->aval
 Contre pente

 Déchets ménagers ou de travaux

 Dépôts

 Obstacle

 Mise en charge

Provenance de la mise en charge

 Autre :

 h = cm

 Description :

 h = cm

 BOU =

 DEB =

 HYD =
 Chute cm

 Débordement

 Volume mort

PHOTOGRAPHIES


FICHE D'IDENTIFICATION DU REGARD N°

1667

 Zone de collecte :
 Commune :
 Rue / localisation :

 Date de la visite : Aval d'un PR : Amont d'un exutoire : Permet l'accès à un OS :

 Météo : Accessibilité : Type de réseau : Débitumé :

 Réhaussé :

 Forme du tampon : Diamètre ou dimension du tampon (mm) : Hauteur fermeture/sol :

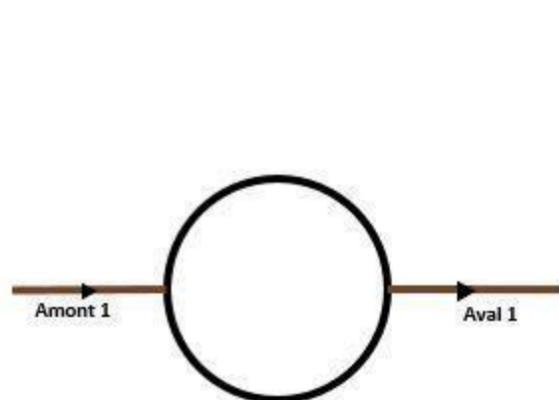
Canalisation	Diamètre (mm) ou L x H	Profondeur (m) (fil d'eau)	Section	Matériau	N° du regard amont / aval
Amont 1 (principal)	315	1.75	Circulaire	PVC lisse	1666-1667
Amont 2					
Amont 3					
Amont 4					
Aval 1 (principal)	315	1.80	Circulaire	PVC lisse	1667-1668
Aval 2					

(fond du regard)

Décantatoire

Evaluation de l'état général :

6

SCHEMA


- Eaux industrielles
- Eaux pluviales
- Eaux traitées
- Eaux usées
- Unitaire
- Oued

AUTRES OBSERVATIONS
ETAT DES OUVRAGES

 Cheminée décalée
 Echelle (Manquante)
 Absence de cunette
 Racines
 Tampon détérioré
 Tampon manquant

 Attaque chimique

Dégradation béton

 Mesure H2S :
Evaluation :

 RAC =

 ATC =

 INF =
 Traces d'infiltration regard

 par Traces d'infiltration par branchement

 Autre

QUALITE DE L'EFFLUENT
 R.A.S.

 Présence d'hydrocarbures

 Présence de graisses

 Effluent coloré

PERTURBATION DE L'ECOULEMENT

 Réduction de section amont->aval
 Contre pente

 Déchets ménagers ou de travaux

 Dépôts

 h = cm

 Obstacle

Description :

 Mise en charge

 h = cm

Provenance de la mise en charge

 BOU =

 DEB =

 HYD =
 Débordement

 Volume mort

 Autre :

PHOTOGRAPHIES


FICHE D'IDENTIFICATION DU REGARD N°
1669

 Zone de collecte :
 Commune :
 Rue / localisation :

 Date de la visite : Aval d'un PR : Amont d'un exutoire : Permet l'accès à un OS :

 Météo : Accessibilité : Type de réseau : Débitumé :

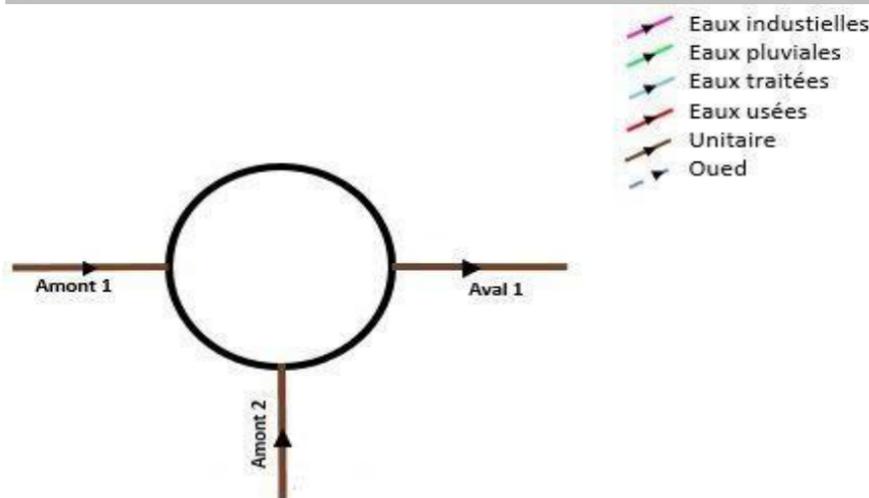
 Réhaussé :

 Forme du tampon : Diamètre ou dimension du tampon (mm) : Hauteur fermeture/sol :

Canalisation	Diamètre (mm) ou L x H	Profondeur (m) (fil d'eau)	Section	Matériau	N° du regard amont / aval
Amont 1 (principal)	315	1.75	Circulaire	PVC lisse	1668-1669
Amont 2	315	1.70	Circulaire	PVC lisse	1670-1669
Amont 3					
Amont 4					
Aval 1 (principal)	315	1.75	Circulaire	PVC lisse	1669-1670
Aval 2					

(fond du regard)

Evaluation de l'état général :

SCHEMA

AUTRES OBSERVATIONS
ETAT DES OUVRAGES

 Cheminée décalée
 Echelle (Manquante)
 Absence de cunette
 Racines
 Tampon détérioré
 Tampon manquant

 Attaque chimique

 Mesure H2S :
Evaluation :

 RAC =

 ATC =

 INF =
 Traces d'infiltration regard

 par Traces d'infiltration par branchement

 Autre

QUALITE DE L'EFFLUENT
 R.A.S.

 Présence d'hydrocarbures

 Présence de graisses

 Effluent coloré

PERTURBATION DE L'ECOULEMENT

 Réduction de section amont->aval
 Contre pente

 Déchets ménagers ou de travaux

 Dépôts

 Obstacle

 Mise en charge

Provenance de la mise en charge

 Autre :

 h = cm

 Description :

 h = cm

 BOU =

 DEB =

 HYD =
 Chute cm

 Débordement

 Volume mort

PHOTOGRAPHIES


FICHE D'IDENTIFICATION DU REGARD N°
1672

 Zone de collecte :
 Commune :
 Rue / localisation :

 Date de la visite : Aval d'un PR : Amont d'un exutoire : Permet l'accès à un OS :

 Météo : Accessibilité : Type de réseau : Débitumé :

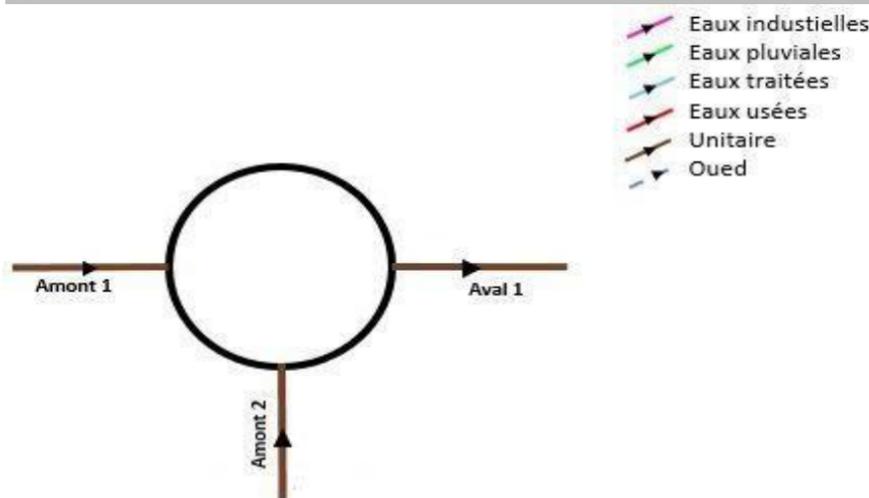
 Réhaussé :

 Forme du tampon : Diamètre ou dimension du tampon (mm) : Hauteur fermeture/sol :

Canalisation	Diamètre (mm) ou L x H	Profondeur (m) (fil d'eau)	Section	Matériau	N° du regard amont / aval
Amont 1 (principal)	315	1.85	Circulaire	PVC lisse	1671-1672
Amont 2	315	1.75	Circulaire	PVC lisse	1673-1672
Amont 3					
Amont 4					
Aval 1 (principal)	315	1.85	Circulaire	PVC lisse	1672-1675
Aval 2					

(fond du regard)

Evaluation de l'état général :

SCHEMA

AUTRES OBSERVATIONS
ETAT DES OUVRAGES

 Cheminée décalée
 Echelle (Manquante)
 Absence de cunette
 Racines
 Tampon détérioré
 Tampon manquant

 Attaque chimique

 Mesure H2S :
Evaluation :

 RAC =

 ATC =

 INF =
 Traces d'infiltration regard

 par Traces d'infiltration par branchement

 Autre

QUALITE DE L'EFFLUENT
 R.A.S.

 Présence d'hydrocarbures

 Présence de graisses

 Effluent coloré

PERTURBATION DE L'ECOULEMENT

 Réduction de section amont->aval
 Contre pente

 Déchets ménagers ou de travaux

 Dépôts

 Obstacle

 Mise en charge

Provenance de la mise en charge

 Autre :

 h = cm

 Description :

 h = cm

 BOU =

 DEB =

 HYD =
 Débordement

 Volume mort

PHOTOGRAPHIES


FICHE D'IDENTIFICATION DU REGARD N°
1675

Zone de collecte :
 Commune :
 Rue / localisation :

Date de la visite : Aval d'un PR : Amont d'un exutoire : Permet l'accès à un OS :

Météo : Accessibilité : Type de réseau : Débitumé :
 Réhaussé :

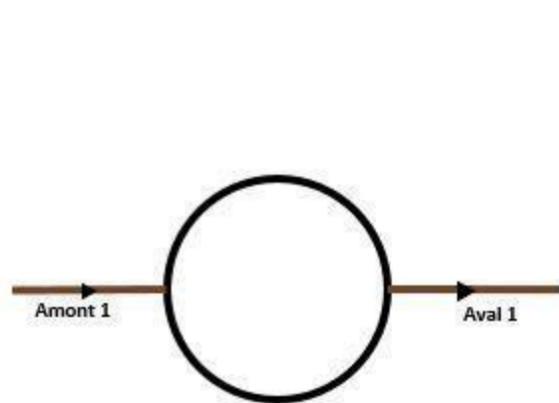
Forme du tampon : Diamètre ou dimension du tampon (mm) : Hauteur fermeture/sol :

Canalisation	Diamètre (mm) ou L x H	Profondeur (m) (fil d'eau)	Section	Matériau	N° du regard amont / aval
Amont 1 (principal)	315	1.65	Circulaire	PVC lisse	1674-1675
Amont 2					
Amont 3					
Amont 4					
Aval 1 (principal)	315	1.65	Circulaire	PVC lisse	1675-1676
Aval 2					

(fond du regard)

Décantatoire :

Evaluation de l'état général :

SCHEMA


- Eaux industrielles
- Eaux pluviales
- Eaux traitées
- Eaux usées
- Unitaire
- Oued

AUTRES OBSERVATIONS
ETAT DES OUVRAGES

R.A.S. Cheminée décalée Attaque chimique

Evaluation : Echelle (Manquante) Traces d'infiltration regard par Traces d'infiltration par branchement
 Absence de cunette Racines Tampon détérioré Tampon manquant

RAC = ATC = INF =

Autre :

QUALITE DE L'EFFLUENT

R.A.S. Présence d'hydrocarbures Présence de graisses Effluent coloré

PERTURBATION DE L'ECOULEMENT

R.A.S. Réduction de section amont->aval Déchets ménagers ou de travaux
 Contre pente Dépôts Obstacle Description : cm
 Chute Mise en charge Provenance de la mise en charge h = cm
 BOU = DEB = HYD = Débordement Volume mort Autre :

PHOTOGRAPHIES


FICHE D'IDENTIFICATION DU REGARD N°
1676

 Zone de collecte :
 Commune :
 Rue / localisation :

 Date de la visite : Aval d'un PR : Amont d'un exutoire : Permet l'accès à un OS :

 Météo : Accessibilité : Type de réseau : Débitumé :

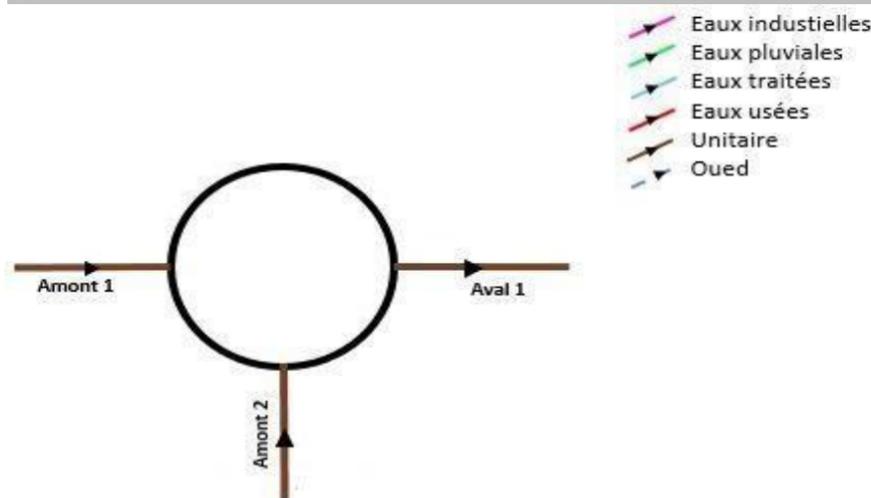
 Réhaussé :

 Forme du tampon : Diamètre ou dimension du tampon (mm) : Hauteur fermeture/sol :

Canalisation	Diamètre (mm) ou L x H	Profondeur (m) (fil d'eau)	Section	Matériau	N° du regard amont / aval
Amont 1 (principal)	315	2.10	Circulaire	PVC lisse	1675-1676
Amont 2	315	2.15	Circulaire	PVC lisse	1677-1676
Amont 3					
Amont 4					
Aval 1 (principal)	315	2.20	Circulaire	PVC lisse	1676-1678
Aval 2					

(fond du regard)

Evaluation de l'état général :

SCHEMA

AUTRES OBSERVATIONS
ETAT DES OUVRAGES

 Cheminée décalée
 Echelle (Manquante)
 Absence de cunette
 Racines
 Tampon détérioré
 Tampon manquant

 Attaque chimique

 Mesure H2S :
Evaluation :

 RAC =

 ATC =

 INF =
 Traces d'infiltration regard

 par Traces d'infiltration par branchement

 Autre

QUALITE DE L'EFFLUENT
 R.A.S.

 Présence d'hydrocarbures

 Présence de graisses

 Effluent coloré

PERTURBATION DE L'ECOULEMENT

 Réduction de section amont->aval
 Contre pente

 Déchets ménagers ou de travaux

 Dépôts

 Obstacle

 Mise en charge

Provenance de la mise en charge

 Autre :

 h = cm

 Description :

 h = cm

 BOU =

 DEB =

 HYD =
 Débordement

 Volume mort

PHOTOGRAPHIES


FICHE D'IDENTIFICATION DU REGARD N°
1696

 Zone de collecte :
 Commune :
 Rue / localisation :

 Date de la visite : Aval d'un PR : Amont d'un exutoire : Permet l'accès à un OS :

 Météo : Accessibilité : Type de réseau : Débitumé :

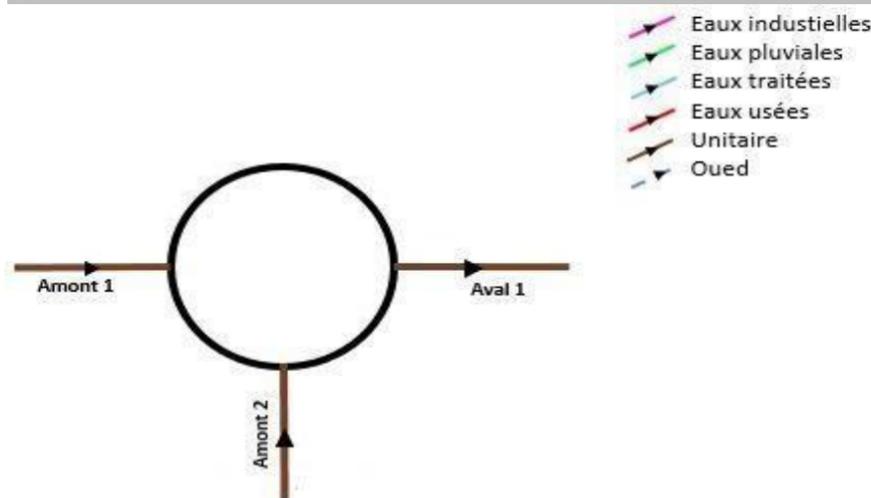
 Réhaussé :

 Forme du tampon : Diamètre ou dimension du tampon (mm) : Hauteur fermeture/sol :

Canalisation	Diamètre (mm) ou L x H	Profondeur (m) (fil d'eau)	Section	Matériau	N° du regard amont / aval
Amont 1 (principal)	400	1.65	Circulaire	PVC lisse	1697-1696
Amont 2	315	1.65	Circulaire	PVC lisse	1695-1696
Amont 3					
Amont 4					
Aval 1 (principal)	315	1.70	Circulaire	PVC lisse	1696-1698
Aval 2					

(fond du regard)

Evaluation de l'état général :

SCHEMA

AUTRES OBSERVATIONS
ETAT DES OUVRAGES

 Cheminée décalée
 Echelle (Manquante)
 Absence de cunette
 Racines
 Tampon détérioré
 Tampon manquant

 Attaque chimique

 Mesure H2S :
Evaluation :

 RAC =

 ATC =

 INF =
 Traces d'infiltration regard

 par Traces d'infiltration par branchement

 Autre

QUALITE DE L'EFFLUENT
 R.A.S.

 Présence d'hydrocarbures

 Présence de graisses

 Effluent coloré

PERTURBATION DE L'ECOULEMENT

 Réduction de section amont->aval
 Contre pente

 Déchets ménagers ou de travaux

 Dépôts

 h = cm

 Obstacle

Description :

 Mise en charge

 h = cm

Provenance de la mise en charge

 BOU =

 DEB =

 HYD =
 Débordement

 Volume mort

 Autre :

PHOTOGRAPHIES


FICHE D'IDENTIFICATION DU REGARD N°
1699

 Zone de collecte :
 Commune :
 Rue / localisation :

 Date de la visite : Aval d'un PR : Amont d'un exutoire : Permet l'accès à un OS :

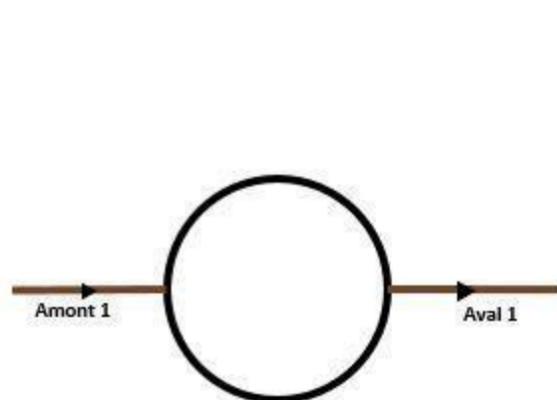
 Météo : Accessibilité : Type de réseau : Débitumé :

 Réhaussé :

 Forme du tampon : Diamètre ou dimension du tampon (mm) : Hauteur fermeture/sol :

Canalisation	Diamètre (mm) ou L x H	Profondeur (m) (fil d'eau)	Section	Matériau	N° du regard amont / aval
Amont 1 (principal)	400	1.50	Circulaire	PVC lisse	1698-1699
Amont 2					
Amont 3					
Amont 4					
Aval 1 (principal)	400	1.55	Circulaire	PVC lisse	1699-1701
Aval 2					

(fond du regard)

Evaluation de l'état général :
5
SCHEMA


- Eaux industrielles
- Eaux pluviales
- Eaux traitées
- Eaux usées
- Unitaire
- Oued

AUTRES OBSERVATIONS
ETAT DES OUVRAGES

 Cheminée décalée
 Echelle (Manquante)
 Absence de cunette
 Racines
 Tampon détérioré
 Tampon manquant

 Attaque chimique

 Mesure H2S :
Evaluation :

 RAC =

 ATC =

 INF =
 Traces d'infiltration regard

 par Traces d'infiltration par branchement

 Autre

QUALITE DE L'EFFLUENT
 R.A.S.

 Présence d'hydrocarbures

 Présence de graisses

 Effluent coloré

PERTURBATION DE L'ECOULEMENT

 Réduction de section amont->aval
 Contre pente

 Déchets ménagers ou de travaux

 Dépôts

 Obstacle

 Mise en charge

Provenance de la mise en charge

 Autre :

 h = cm

Description :

 h = cm

 BOU =

 DEB =

 HYD =
 Débordement

 Volume mort

PHOTOGRAPHIES


FICHE D'IDENTIFICATION DU REGARD N°
1711

 Zone de collecte :
 Commune :
 Rue / localisation :

 Date de la visite : Aval d'un PR : Amont d'un exutoire : Permet l'accès à un OS :

 Météo : Accessibilité : Type de réseau : Débitumé :

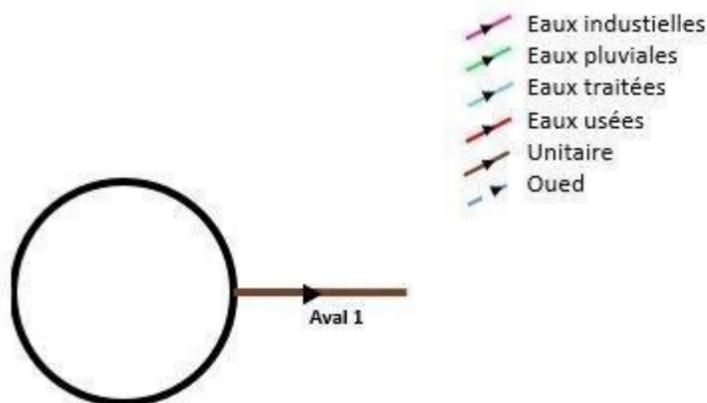
 Réhaussé :

 Forme du tampon : Diamètre ou dimension du tampon (mm) : Hauteur fermeture/sol :

Canalisation	Diamètre (mm) ou L x H	Profondeur (m) (fil d'eau)	Section	Matériau	N° du regard amont / aval
Amont 1 (principal)					
Amont 2					
Amont 3					
Amont 4					
Aval 1 (principal)	315	2.25	Circulaire	PVC lisse	1711-1712
Aval 2					

(fond du regard)

Evaluation de l'état général :

SCHEMA

AUTRES OBSERVATIONS
ETAT DES OUVRAGES

 Cheminée décalée
 Echelle (Manquante)
 Absence de cunette
 Racines
 Tampon détérioré
 Tampon manquant

 Attaque chimique

 Mesure H2S :
Evaluation :

 RAC =

 ATC =

 INF =
 Traces d'infiltration regard

 par Traces d'infiltration par branchement

 Autre

QUALITE DE L'EFFLUENT
 R.A.S.

 Présence d'hydrocarbures

 Présence de graisses

 Effluent coloré

PERTURBATION DE L'ECOULEMENT

 Réduction de section amont->aval
 Contre pente

 Déchets ménagers ou de travaux

 Dépôts

 h = cm

 Obstacle

Description :

 Mise en charge

 h = cm

Provenance de la mise en charge

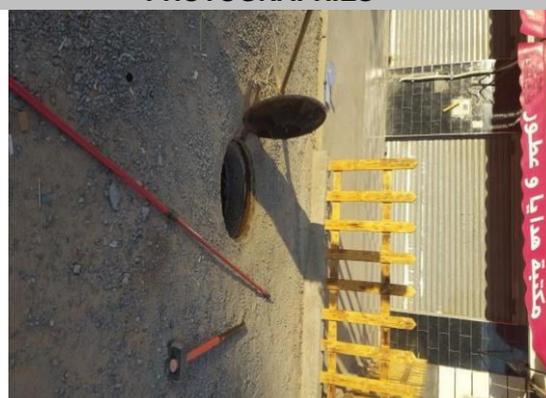
 BOU =

 DEB =

 HYD =
 Débordement

 Volume mort

 Autre :

PHOTOGRAPHIES


FICHE D'IDENTIFICATION DU REGARD N°
1735

 Zone de collecte :
 Commune :
 Rue / localisation :

 Date de la visite : Aval d'un PR : Amont d'un exutoire : Permet l'accès à un OS :

 Météo : Accessibilité : Type de réseau : Débitumé :

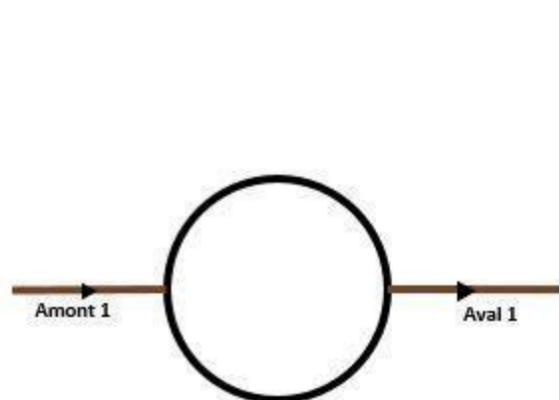
 Réhaussé :

 Forme du tampon : Diamètre ou dimension du tampon (mm) : Hauteur fermeture/sol :

Canalisation	Diamètre (mm) ou L x H	Profondeur (m) (fil d'eau)	Section	Matériau	N° du regard amont / aval
Amont 1 (principal)	315	1.55	Circulaire	PVC lisse	1734 - 1735
Amont 2					
Amont 3					
Amont 4					
Aval 1 (principal)	315	1.55	Circulaire	PVC lisse	1735 - 1736
Aval 2					

(fond du regard)

Evaluation de l'état général :

SCHEMA


- Eaux industrielles
- Eaux pluviales
- Eaux traitées
- Eaux usées
- Unitaire
- Oued

AUTRES OBSERVATIONS
ETAT DES OUVRAGES

 Cheminée décalée
 Echelle (Manquante)
 Absence de cunette
 Racines
 Tampon détérioré
 Tampon manquant

 Attaque chimique

 Mesure H2S :
Evaluation :

 RAC =

 ATC =

 INF =
 Traces d'infiltration regard

 par Traces d'infiltration par branchement

 Autre

QUALITE DE L'EFFLUENT
 R.A.S.

 Présence d'hydrocarbures

 Présence de graisses

 Effluent coloré

PERTURBATION DE L'ECOULEMENT

 Réduction de section amont->aval
 Contre pente

 Déchets ménagers ou de travaux

 Dépôts

 Obstacle

 Mise en charge

Provenance de la mise en charge

 Autre :

 h = cm

 Description :

 h = cm

 BOU =

 DEB =

 HYD =
 Débordement

 Volume mort

PHOTOGRAPHIES


FICHE D'IDENTIFICATION DU REGARD N°
1736

 Zone de collecte :
 Commune :
 Rue / localisation :

 Date de la visite : Aval d'un PR : Amont d'un exutoire : Permet l'accès à un OS :

 Météo : Accessibilité : Type de réseau : Débitumé :

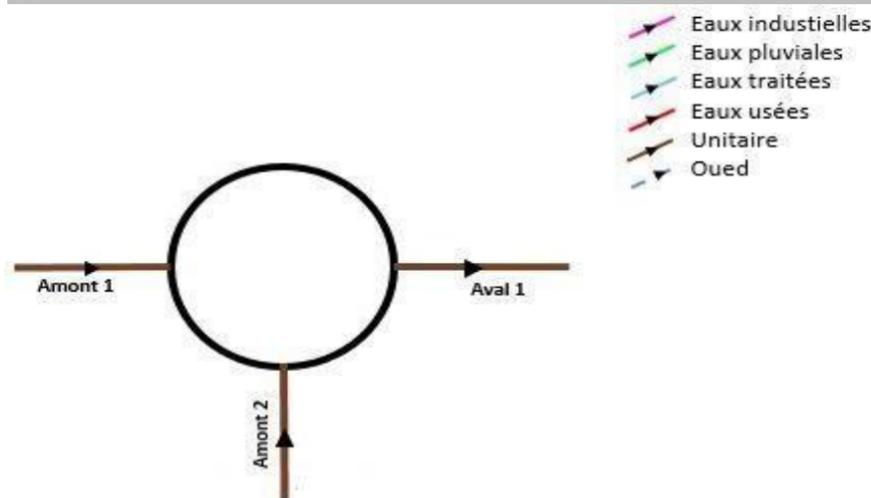
 Réhaussé :

 Forme du tampon : Diamètre ou dimension du tampon (mm) : Hauteur fermeture/sol :

Canalisation	Diamètre (mm) ou L x H	Profondeur (m) (fil d'eau)	Section	Matériau	N° du regard amont / aval
Amont 1 (principal)	315	1.60	Circulaire	PVC lisse	1735 - 1736
Amont 2	315	1.65	Circulaire	PVC lisse	1740 - 1736
Amont 3					
Amont 4					
Aval 1 (principal)	315	1.70	Circulaire	PVC lisse	1736 - 1737
Aval 2					

(fond du regard)

Evaluation de l'état général :

SCHEMA

AUTRES OBSERVATIONS
ETAT DES OUVRAGES

 Cheminée décalée
 Echelle (Manquante)
 Absence de cunette
 Racines
 Tampon détérioré
 Tampon manquant

 Attaque chimique

 Mesure H2S :
Evaluation :

 RAC =

 ATC =

 INF =
 Traces d'infiltration regard

 par Traces d'infiltration par branchement

 Autre

QUALITE DE L'EFFLUENT
 R.A.S.

 Présence d'hydrocarbures

 Présence de graisses

 Effluent coloré

PERTURBATION DE L'ECOULEMENT

 Réduction de section amont->aval
 Contre pente

 Déchets ménagers ou de travaux

 Dépôts

 Obstacle

 Mise en charge

Provenance de la mise en charge

 Autre :

 h = cm

Description :

 h = cm

 BOU =

 DEB =

 HYD =
 Débordement

 Volume mort

PHOTOGRAPHIES


FICHE D'IDENTIFICATION DU REGARD N°
1738

 Zone de collecte :
 Commune :
 Rue / localisation :

 Date de la visite : Aval d'un PR : Amont d'un exutoire : Permet l'accès à un OS :

 Météo : Accessibilité : Type de réseau : Débitumé :

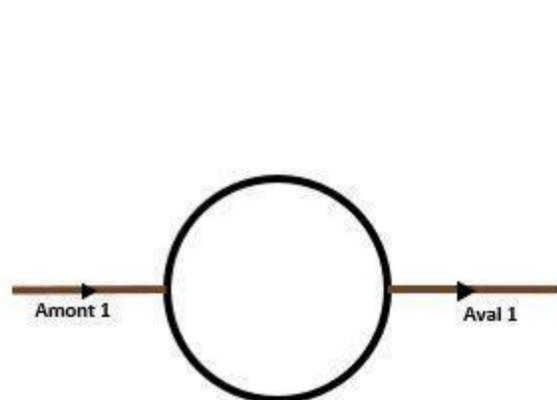
 Réhaussé :

 Forme du tampon : Diamètre ou dimension du tampon (mm) : Hauteur fermeture/sol :

Canalisation	Diamètre (mm) ou L x H	Profondeur (m) (fil d'eau)	Section	Matériau	N° du regard amont / aval
Amont 1 (principal)	315	1.75	Circulaire	PVC lisse	1737 - 1738
Amont 2					
Amont 3					
Amont 4					
Aval 1 (principal)	400	1.80	Circulaire	PVC lisse	1738 - 1739
Aval 2					

(fond du regard)

Evaluation de l'état général :

SCHEMA


- Eaux industrielles
- Eaux pluviales
- Eaux traitées
- Eaux usées
- Unitaire
- Oued

AUTRES OBSERVATIONS
ETAT DES OUVRAGES

 Cheminée décalée
 Echelle (Manquante)
 Absence de cunette
 Racines
 Tampon détérioré
 Tampon manquant

 Attaque chimique

 Mesure H2S :
Evaluation :

 RAC =

 ATC =

 INF =
 Traces d'infiltration regard

 par Traces d'infiltration par branchement

 Autre

QUALITE DE L'EFFLUENT
 R.A.S.

 Présence d'hydrocarbures

 Présence de graisses

 Effluent coloré

PERTURBATION DE L'ECOULEMENT

 Réduction de section amont->aval
 Contre pente

 Déchets ménagers ou de travaux

 Dépôts

 Obstacle

 Mise en charge

Provenance de la mise en charge

 Autre :

 h = cm

 Description :

 h = cm

 BOU =

 DEB =

 HYD =
 Débordement

 Volume mort

PHOTOGRAPHIES


FICHE D'IDENTIFICATION DU REGARD N°
1739

Zone de collecte :
 Commune :
 Rue / localisation :

Date de la visite : Aval d'un PR : Amont d'un exutoire : Permet l'accès à un OS :

Météo : Accessibilité : Type de réseau : Débitumé :
 Réhaussé :

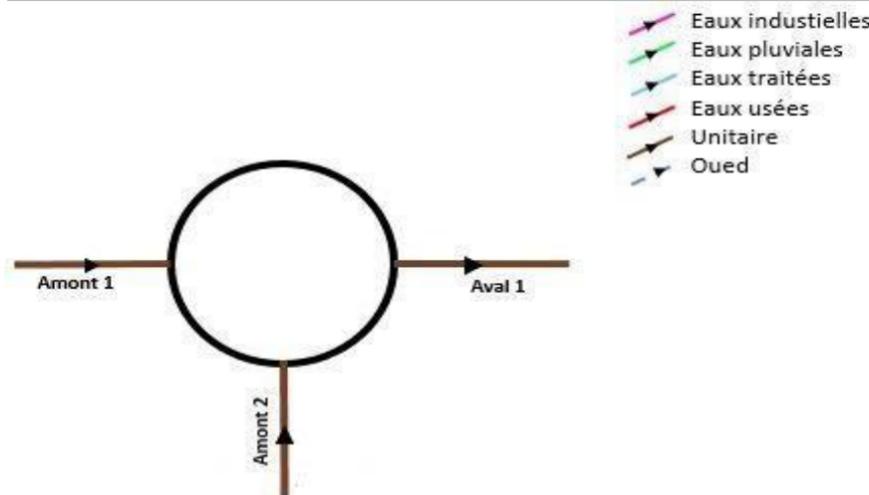
Forme du tampon : Diamètre ou dimension du tampon (mm) : Hauteur fermeture/sol :

Canalisation	Diamètre (mm) ou L x H	Profondeur (m) (fil d'eau)	Section	Matériau	N° du regard amont / aval
Amont 1 (principal)	400	1.75	Circulaire	PVC lisse	1701 - 1739
Amont 2	400	1.75	Circulaire	PVC lisse	1738 - 1739
Amont 3					
Amont 4					
Aval 1 (principal)	400	1.75	Circulaire	PVC lisse	1739 - 1758
Aval 2					

(fond du regard)

Décantatoire :

Evaluation de l'état général :

SCHEMA

AUTRES OBSERVATIONS
ETAT DES OUVRAGES

R.A.S. Cheminée décalée Attaque chimique

Evaluation : Echelle (Manquante) Traces d'infiltration regard par Traces d'infiltration par branchement
 Absence de cunette Racines Autre :
 Racines Tampon détérioré Tampon manquant

RAC = Autre :
 ATC =
 INF =

QUALITE DE L'EFFLUENT

R.A.S. Présence d'hydrocarbures Présence de graisses Effluent coloré

PERTURBATION DE L'ECOULEMENT

R.A.S. Réduction de section amont->aval Déchets ménagers ou de travaux
Evaluation : Contre pente Dépôts h = cm
 Chute Obstacle Description :
 Chute Mise en charge h = cm
 BOU = Provenance de la mise en charge :
 DEB = Débordement Autre :
 HYD = Volume mort

PHOTOGRAPHIES


FICHE D'IDENTIFICATION DU REGARD N°
1748

 Zone de collecte :
 Commune :
 Rue / localisation :

 Date de la visite : Aval d'un PR : Amont d'un exutoire : Permet l'accès à un OS :

 Météo : Accessibilité : Type de réseau : Débitumé :

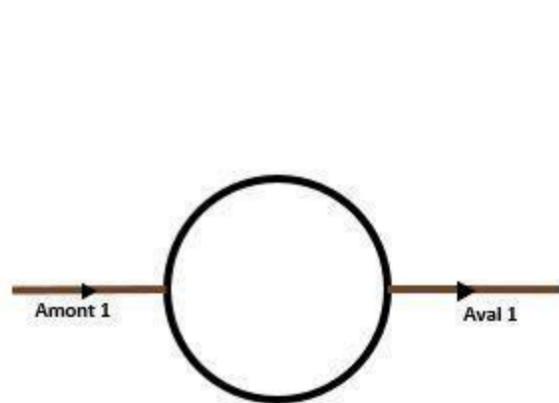
 Réhaussé :

 Forme du tampon : Diamètre ou dimension du tampon (mm) : Hauteur fermeture/sol :

Canalisation	Diamètre (mm) ou L x H	Profondeur (m) (fil d'eau)	Section	Matériau	N° du regard amont / aval
Amont 1 (principal)	315	1.10	Circulaire	PVC lisse	11408-1748
Amont 2					
Amont 3					
Amont 4					
Aval 1 (principal)	315	1.10	Circulaire	PVC lisse	1748-1747
Aval 2					

(fond du regard)

Evaluation de l'état général :

SCHEMA


- Eaux industrielles
- Eaux pluviales
- Eaux traitées
- Eaux usées
- Unitaire
- Oued

AUTRES OBSERVATIONS
ETAT DES OUVRAGES

<input type="text" value="R.A.S."/>	<input type="text" value="Non"/> Cheminée décalée	<input type="text" value="Non"/> Attaque chimique	<input type="text"/>
Evaluation :	<input type="text" value="Oui"/> Echelle (Manquante)		Mesure H2S : <input type="text"/>
RAC = <input type="text" value="6"/>	<input type="text" value="Oui"/> Absence de cunette	<input type="text" value="Non"/> Traces d'infiltration regard	par <input type="text" value="Non"/> Traces d'infiltration par branchement
ATC = <input type="text" value="6"/>	<input type="text" value="Non"/> Racines		
INF = <input type="text" value="6"/>	<input type="text" value="Non"/> Tampon détérioré	<input type="text" value="Non"/> Autre	<input type="text"/>
	<input type="text" value="Non"/> Tampon manquant		

QUALITE DE L'EFFLUENT

<input checked="" type="text" value="X"/> R.A.S.	<input type="text" value="Non"/> Présence d'hydrocarbures	<input type="text" value="Non"/> Présence de graisses	<input type="text" value="Non"/> Effluent coloré
--	---	---	--

PERTURBATION DE L'ECOULEMENT

<input type="text" value="R.A.S."/>	<input type="text" value="Non"/> Réduction de section amont->aval	<input type="text" value="Oui"/> Déchets ménagers ou de travaux	h = <input type="text"/>	cm
Evaluation :	<input type="text" value="Non"/> Contre pente	<input type="text" value="Non"/> Dépôts	Description : <input type="text" value="déchets"/>	
BOU = <input type="text" value="5"/>	<input type="text" value="Non"/> Chute <input type="text" value=""/>	<input type="text" value="Oui"/> Obstacle	h = <input type="text"/>	cm
DEB = <input type="text" value="6"/>		<input type="text" value="Non"/> Mise en charge	Provenance de la mise en charge	
HYD = <input type="text" value="5"/>	<input type="text" value="Non"/> Débordement	<input type="text" value="Non"/> Autre : <input type="text"/>		
	<input type="text" value="Non"/> Volume mort			

PHOTOGRAPHIES


FICHE D'IDENTIFICATION DU REGARD N°

1607

 Zone de collecte :
 Commune :
 Rue / localisation :

 Date de la visite : Aval d'un PR : Amont d'un exutoire : Permet l'accès à un OS :

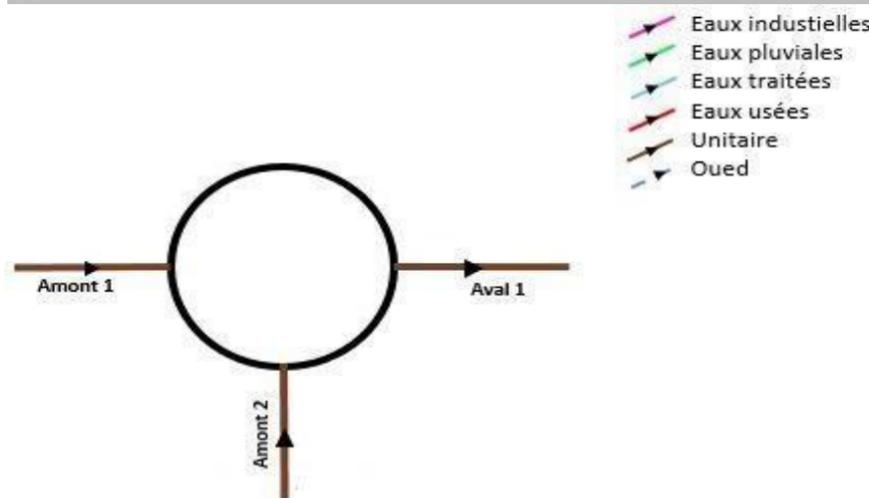
 Météo : Accessibilité : Type de réseau : Débitumé :

 Réhaussé :

 Forme du tampon : Diamètre ou dimension du tampon (mm) : Hauteur fermeture/sol :

Canalisation	Diamètre (mm) ou L x H	Profondeur (m) (fil d'eau)	Section	Matériau	N° du regard amont / aval
Amont 1 (principal)	500	3.18	Circulaire	PVC lisse	10532-1607
Amont 2	400	2.20	Circulaire	PVC lisse	1609-1607
Amont 3					
Amont 4					
Aval 1 (principal)	500	3.30	Circulaire	PVC lisse	1607-10533
Aval 2					

(fond du regard)

 Evaluation de l'état général :
SCHEMA

AUTRES OBSERVATIONS
ETAT DES OUVRAGES

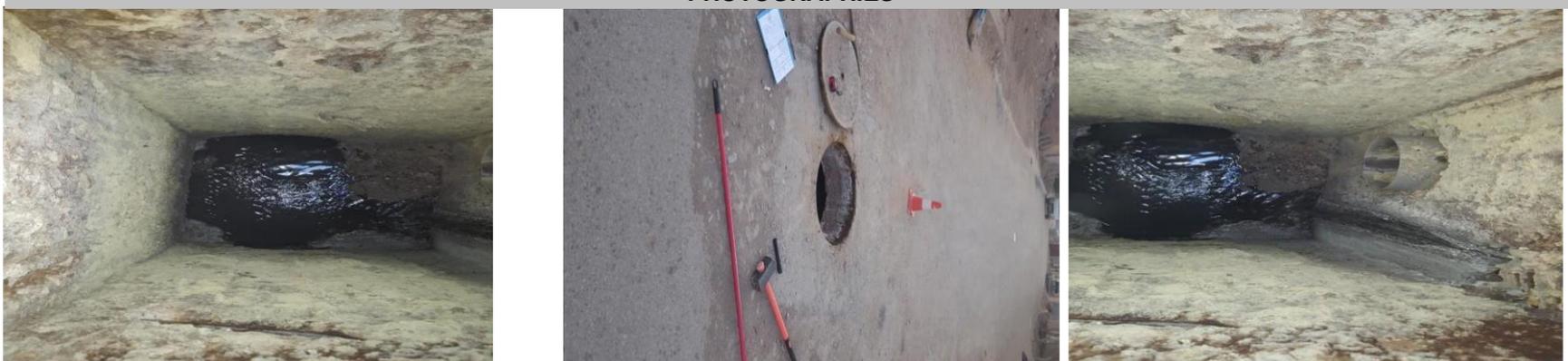
<input type="text" value="R.A.S."/>	<input type="text" value="Non"/> Cheminée décalée	<input type="text" value="Oui"/> Attaque chimique	<input type="text" value="Dégradation béton"/>
Evaluation :	<input type="text" value="Oui"/> Echelle (Manquante)		Mesure H2S : <input type="text"/>
RAC = <input type="text" value="6"/>	<input type="text" value="Oui"/> Absence de cunette	<input type="text" value="Non"/> Traces d'infiltration regard	par <input type="text" value="Non"/> Traces d'infiltration par branchement
ATC = <input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="Non"/> Racines	<input type="text" value="Non"/> Autre	<input type="text"/>
INF = <input type="text" value="6"/>	<input type="text" value="Non"/> Tampon détérioré		
	<input type="text" value="Non"/> Tampon manquant		

QUALITE DE L'EFFLUENT

<input checked="" type="text" value="X"/> R.A.S.	<input type="text" value="Non"/> Présence d'hydrocarbures	<input type="text" value="Non"/> Présence de graisses	<input type="text" value="Non"/> Effluent coloré
--	---	---	--

PERTURBATION DE L'ECOULEMENT

<input type="text" value="R.A.S."/>	<input type="text" value="Non"/> Réduction de section amont->aval	<input type="text" value="Oui"/> Déchets ménagers ou de travaux	h = <input type="text"/>
Evaluation :	<input type="text" value="Non"/> Contre pente	<input type="text" value="Non"/> Dépôts	Description : <input type="text"/>
BOU = <input type="text" value="5"/>	<input type="text" value="Oui"/> Chute <input type="text" value="12"/> cm	<input type="text" value="Non"/> Obstacle	h = <input type="text"/>
DEB = <input type="text" value="6"/>	<input type="text" value="Non"/> Débordement	<input type="text" value="Non"/> Mise en charge	Provenance de la mise en charge : <input type="text"/>
HYD = <input type="text" value="6"/>	<input type="text" value="Non"/> Volume mort	<input type="text" value="Non"/> Autre :	<input type="text"/>

PHOTOGRAPHIES


Annexe N°04

RAPPORT D'INSPECTION : Caméra autotractée

Tronçon : 1770-1771	Sens d'écoulement : 1771 vers 1770
Type de canalisation : Gravitaire Unitaire	Sens d'inspection : 1770-1771
Date d'inspection : 05/02/2022	Météo : Temps sec
Longueur totale du tronçon (m) : 71.0	Curage préalable : Non
Dimensions (mm) : Circulaire DN 800	Matériau : Béton
Présence d'une banquette : Non	Présence d'une cunette : Non
Profondeur fil d'eau amont (m) :	Profondeur fil d'eau aval (m) :
Voirie la plus proche :	
Commentaire général :	

Observation 1		
Distance (m)	Type d'observation	Niveau d'eau estimé (m)
	Linéaire sur 71 m	

Caractérisation : Dépôts : Remobilisable <25%

Remarques :



Observation 2
<p>Caractérisation : Dégradation de surface : Chimique</p> <p>Remarques :</p>



Tronçon : 1771-1772	Sens d'écoulement : 1772 vers 1771
Type de canalisation : Gravitaine Unitaire	Sens d'inspection : 1771-1772
Date d'inspection : 05/02/2022	Météo : Temps sec
Longueur totale du tronçon (m) : 67.0	Curage préalable : Non
Dimensions (mm) : Circulaire DN 800	Matériau : Béton
Présence d'une banquette : Non	Présence d'une cunette : Non
Profondeur fil d'eau amont (m) :	Profondeur fil d'eau aval (m) :
Voirie la plus proche :	
Commentaire général :	

Observation 1	
Caractérisation : Dépôts : Remobilisable <25%	
Remarques :	

Observation 2							
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Distance (m)</th> <th>Type d'observation</th> <th>Niveau d'eau estimé (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>Linéaire sur 67 m</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Distance (m)	Type d'observation	Niveau d'eau estimé (m)		Linéaire sur 67 m	
Distance (m)		Type d'observation	Niveau d'eau estimé (m)				
	Linéaire sur 67 m						
Caractérisation : Dégradation de surface : Chimique							
Remarques :							

Observation 3							
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Distance (m)</th> <th>Type d'observation</th> <th>Niveau d'eau estimé (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>Linéaire sur 2 m</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Distance (m)	Type d'observation	Niveau d'eau estimé (m)		Linéaire sur 2 m	
Distance (m)		Type d'observation	Niveau d'eau estimé (m)				
	Linéaire sur 2 m						
Caractérisation : Courbure : Droite <45°							
Remarques :							

Tronçon : 1772-1773	Sens d'écoulement : 1773 vers 1772
Type de canalisation : Gravitaine Unitaire	Sens d'inspection : 1772-1773
Date d'inspection : 05/02/2022	Météo : Temps sec
Longueur totale du tronçon (m) : 94.0	Curage préalable : Non
Dimensions (mm) : Circulaire DN 800	Matériau : Béton
Présence d'une banquette : Non	Présence d'une cunette : Non
Profondeur fil d'eau amont (m) :	Profondeur fil d'eau aval (m) :
Voirie la plus proche :	
Commentaire général :	

Observation 1		
Caractérisation : Dépôts : Remobilisable <25%		
Remarques :		

Observation 2			
Distance (m)	Type d'observation		Niveau d'eau estimé (m)
	Linéaire sur 94 m		
Caractérisation : Dégradation de surface : Chimique			
Remarques :			

Tronçon : 1788-1789	Sens d'écoulement : 1789 vers 1788
Type de canalisation : Gravitare Unitaire	Sens d'inspection : 1788-1789
Date d'inspection : 05/02/2022	Météo : Temps sec
Longueur totale du tronçon (m) : 77.0	Curage préalable : Non
Dimensions (mm) : Circulaire DN 1500	Matériau : Béton
Présence d'une banquette : Non	Présence d'une cunette : Non
Profondeur fil d'eau amont (m) :	Profondeur fil d'eau aval (m) :
Voirie la plus proche :	
Commentaire général :	

Observation 1	
<div style="border: 1px solid black; height: 30px; width: 100%;"></div>	
Caractérisation :	Niveaudeau : <25%
Remarques :	
	

Tronçon : 1769-1770	Sens d'écoulement : 1770 vers 1769
Type de canalisation : Gravitaine Unitaire	Sens d'inspection : 1769-1770
Date d'inspection : 05/02/2022	Météo : Temps sec
Longueur totale du tronçon (m) : 76.0	Curage préalable : Non
Dimensions (mm) : Circulaire DN 800	Matériau : Béton
Présence d'une banquette : Non	Présence d'une cunette : Non
Profondeur fil d'eau amont (m) :	Profondeur fil d'eau aval (m) :
Voirie la plus proche :	
Commentaire général :	

Observation 1		
Caractérisation : Dépôts : Remobilisable <25%		
Remarques :		

Observation 2			
Distance (m)	Type d'observation		Niveau d'eau estimé (m)
	Linéaire sur 76 m		
Caractérisation : Dégradation de surface : Chimique			
Remarques :			

Annexe N°05

Tronçon	$C_{R,am}$ (m)	$C_{R,av}$ (m)	Distance(m)	I (m/m)	Q_t (m ³ /s)	K_s	D_{cal} (mm)	D_{nor} (mm)	V_{ps} (m/s)	Q_{ps} (m ³ /s)	R_q	R_v	R_h	V (m/s)	H (mm)	Autocurage
R2-R186	103,2386373	102,7542487	36,26307714	0,0134	0,025789891	100	156,80	190,2	1,52	0,043	0,60	1,048	0,55	1,590	0,105	Vérifie
R186-R3	102,8542487	102,4214398	55,46814196	0,0078	0,044666321	100	213,09	299,6	1,57	0,111	0,40	0,940	0,44	1,475	0,133	Vérifie
R3-R4	102,5214398	102,1210227	66,75935589	0,0060	0,067385279	100	261,19	380,4	1,61	0,183	0,37	0,919	0,42	1,483	0,160	Vérifie
R4-R5	102,1210227	101,8618163	19,20047889	0,0135	0,073919417	100	232,25	380,4	2,42	0,275	0,27	0,854	0,35	2,068	0,134	Vérifie
R6-R7	104,6219914	103,9859046	44,67389599	0,0142	0,015203028	100	127,08	190,2	1,57	0,044	0,34	0,904	0,40	1,416	0,077	Vérifie
R7-R8	103,9859046	103,585933	51,94436351	0,0077	0,032880277	100	190,44	299,6	1,56	0,110	0,30	0,878	0,37	1,369	0,112	Vérifie
R8-R9	103,585933	103,2379567	58,97904871	0,0059	0,052951509	100	239,35	380,4	1,60	0,182	0,29	0,872	0,37	1,396	0,140	Vérifie
R9-R10	103,3379567	103,0062202	51,49698267	0,0064	0,07047651	100	262,08	380,4	1,67	0,190	0,37	0,921	0,42	1,540	0,161	Vérifie
R10-R11	103,0062202	102,7661906	60,00740978	0,0040	0,090897705	100	315,27	475,4	1,53	0,271	0,34	0,900	0,40	1,377	0,189	Vérifie
R11-R12	102,7661906	102,6331745	33,25403331	0,0040	0,102214425	100	329,45	475,4	1,53	0,271	0,38	0,924	0,43	1,413	0,202	Vérifie
R06-R14	104,5199526	103,7904838	60,78906652	0,0120	0,020687201	100	147,28	237,6	1,67	0,074	0,28	0,864	0,36	1,440	0,085	Vérifie
R14-R12	103,7904838	102,7627793	73,93557705	0,0139	0,045848307	100	193,11	237,6	1,79	0,080	0,58	1,040	0,54	1,866	0,128	Vérifie
R12-R5	102,7627793	101,7248109	53,50352537	0,0194	0,166270583	100	294,07	380,4	2,90	0,330	0,50	1,003	0,50	2,911	0,191	Vérifie
R5-R15	103,8126363	103,6710503	15,54083357	0,0091	0,24019	100	388,96	400	2,06	0,26	0,93	1,139	0,76	2,343	0,302	Vérifie
R15-R16	103,6710503	103,5472262	41,6795368	0,0030	0,332786103	100	542,33	600	1,54	0,43	0,77	1,099	0,65	4,010	0,393	Vérifie
R16-R17	103,5472262	102,0053579	50,23364494	00,0024	0,332786103	100	350,03	400	3,77	0,47	0,70	1,077	0,61	4,064	0,246	Vérifie
R17-R18	102,0053579	101,8926159	47,33209777	0,0024	0,598199103	100	704,30	800	1,67	0,84	0,71	1,080	0,62	1,803	0,497	Vérifie
R18-R19	101,8926159	101,8058649	42,79489357	0,0020	0,598199103	100	725,92	800	1,54	0,77	0,77	1,102	0,66	1,697	0,528	Vérifie
R19-R20	101,8058649	101,734833	29,52134349	0,0024	0,598199103	100	702,97	800	1,68	0,84	0,71	1,079	0,62	1,810	0,495	Vérifie
R20-R21	101,734833	101,6751513	24,77760698	0,0024	0,598199103	100	702,83	800	1,68	0,84	0,71	1,079	0,62	1,811	0,495	Vérifie

Tronçon	$C_{R,am}$ (m)	$C_{R,av}$ (m)	Distance(m)	I (m/m)	Q_t (m ³ /s)	Ks	D_{cal} (mm)	D_{nor} (mm)	V_{ps} (m/s)	Q_{ps} (m ³ /s)	R_q	R_v	R_h	V (m/s)	H (mm)	Autocurage
R21-R22	101,6751513	100,2929861	42,13658589	0,004	0,598199103	100	639,07	500	4,53	0,89	0,67	1,069	0,60	4,839	0,298	Vérifie
R22-R23	100,2929861	100,1749247	45,883445	0,0026	0,838389103	100	787,86	800	1,73	0,87	0,96	1,140	0,78	1,977	0,622	Vérifie
R23-R24	100,1749247	100,0181495	66,26841444	0,0024	0,838389103	100	800,36	1000	1,93	1,52	0,55	1,030	0,53	1,987	0,528	Vérifie
R24-R25	100,0181495	99,9424763	31,98820857	0,0024	0,838389103	100	800,37	1000	1,93	1,52	0,55	1,030	0,53	1,987	0,528	Vérifie
R25-R26	99,9424763	99,78155244	55,2178362	0,0029	0,838389103	100	769,67	800	1,85	0,93	0,90	1,139	0,74	2,103	0,592	Vérifie
R26-R27	99,78155244	99,62585441	55,50309489	0,0028	1,370866103	100	932,17	1000	2,10	1,65	0,83	1,124	0,70	2,363	0,696	Vérifie
R27-R28	99,62585441	99,50579034	50,11698663	0,0024	1,370866103	100	960,16	1000	1,94	1,52	0,90	1,138	0,74	2,211	0,737	Vérifie
R28-R29	99,50579034	97,73679346	35,18646766	0,0210	1,370866103	100	639,10	800	4,96	2,49	0,55	1,028	0,53	5,096	0,421	Vérifie
R29-R30	97,73679346	97,18334089	20,88953651	0,0220	1,370866103	100	633,55	800	5,07	2,55	0,54	1,022	0,52	5,184	0,416	Vérifie
R30-R31	97,18334089	97,10115409	39,90662766	0,0021	1,370866103	100	987,78	1000	1,80	1,41	0,97	1,140	0,78	2,053	0,783	Vérifie
R31-R32	97,10115409	96,98681353	50,3490043	0,0023	1,370866103	100	969,84	1000	1,89	1,48	0,92	1,139	0,75	2,155	0,751	Vérifie
R32-R33	96,98681353	96,87753363	49,97585152	0,0022	1,370866103	100	976,74	1000	1,86	1,46	0,94	1,139	0,76	2,114	0,763	Vérifie
R33-R34	96,87753363	96,77439109	45,10721763	0,0023	2,311673103	75	1312,47	1500	1,86	3,29	0,70	1,077	0,61	2,008	0,921	Vérifie
R34-R35	96,77439109	96,67271504	48,80881257	0,0021	2,311673103	75	1335,61	1500	1,78	3,14	0,74	1,087	0,64	1,936	0,953	Vérifie
R35-R36	96,67271504	96,51859797	47,73911401	0,0032	2,311673103	75	1230,28	1500	2,22	3,91	0,59	1,045	0,55	2,316	0,822	Vérifie
R36-R37	96,51859797	96,24833193	122,4121217	0,0022	2,311673103	75	1321,13	1500	1,83	3,24	0,71	1,080	0,62	1,980	0,933	Vérifie
R37-R38	96,24833193	96,06314462	91,48962818	0,0020	2,311673103	75	1342,82	1500	1,75	3,10	0,75	1,091	0,64	1,915	0,964	Vérifie
R38-R39	96,06314462	95,98555347	35,02726764	0,0022	2,311673103	75	1320,31	1500	1,84	3,24	0,71	1,080	0,62	1,982	0,932	Vérifie
R39-R40	95,98555347	95,87895726	50,91190391	0,0021	2,311673103	75	1334,34	1500	1,78	3,15	0,73	1,087	0,63	1,939	0,952	Vérifie
R40-R41	95,87895726	95,74748326	62,1437127	0,0021	2,311673103	75	1331,74	1500	1,79	3,17	0,73	1,085	0,63	1,947	0,948	Vérifie
R41-R42	95,74748326	95,66296521	41,07070117	0,0021	2,311673103	75	1338,67	1500	1,77	3,12	0,74	1,089	0,64	1,927	0,958	Vérifie

Tronçon	$C_{R,am}$ (m)	$C_{R,av}$ (m)	Distance(m)	I (m/m)	Q_t (m ³ /s)	Ks	D_{cal} (mm)	D_{nor} (mm)	V_{ps} (m/s)	Q_{ps} (m ³ /s)	R_q	R_v	R_h	V (m/s)	H (mm)	Autocurage
R42-R43	95,66296521	95,57886861	39,97006612	0,0021	2,311673103	75	1333,12	1500	1,79	3,16	0,73	1,086	0,63	1,943	0,950	Vérifie
R43-R44	95,57886861	95,45718319	45,54975052	0,0027	2,311673103	75	1274,74	1500	2,02	3,56	0,65	1,063	0,58	2,142	0,873	Vérifie
R44-R45	95,45718319	95,35782551	38,19478492	0,0026	2,311673103	75	1281,12	1500	1,99	3,51	0,66	1,065	0,59	2,118	0,881	Vérifie
R45-R46	95,35782551	95,26297519	46,41377008	0,0020	2,311673103	75	1340,42	1500	1,76	3,11	0,74	1,090	0,64	1,922	0,960	Vérifie
R46-R47	95,26297519	95,11796965	72,56527333	0,0020	2,311673103	75	1346,06	1500	1,74	3,08	0,75	1,093	0,65	1,906	0,968	Vérifie
R47-R48	95,11796965	94,99868678	39,86569012	0,0030	2,311673103	75	1247,94	1500	2,13	3,77	0,61	1,053	0,56	2,246	0,842	Vérifie
R48-R49	94,99868678	94,76115791	114,4988775	0,0021	2,311673103	75	1336,65	1500	1,78	3,14	0,74	1,088	0,64	1,933	0,955	Vérifie
R49-R50	94,76115791	94,43709089	132,7569715	0,0024	2,311673103	75	1296,49	1500	1,93	3,40	0,68	1,070	0,60	2,062	0,900	Vérifie
R50-R51	94,43709089	94,25570575	57,02416778	0,0032	2,311673103	75	1233,71	1500	2,20	3,89	0,60	1,047	0,55	2,302	0,826	Vérifie
R51-R52	94,25570575	94,19356632	18,136859	0,0034	2,311673103	75	1216,64	1500	2,28	4,03	0,57	1,038	0,54	2,371	0,808	Vérifie
R52-R53	94,19356632	93,9982599	53,71538401	0,0036	2,311673103	75	1203,16	1500	2,35	4,15	0,56	1,031	0,53	2,425	0,794	Vérifie
R53-R54	93,9982599	93,91069434	37,40007545	0,0023	2,311673103	75	1306,67	1500	1,89	3,33	0,69	1,074	0,61	2,027	0,914	Vérifie
R54-R55	93,91069434	93,79308751	39,66755182	0,0030	2,311673103	75	1250,08	1500	2,12	3,75	0,62	1,054	0,56	2,237	0,844	Vérifie
R55-R56	93,79308751	93,59420618	31,63455455	0,0063	2,311673103	75	1085,76	1200	2,66	3,01	0,77	1,099	0,66	2,930	0,787	Vérifie
R56-R57	93,59420618	93,50516321	23,368199	0,0038	2,311673103	75	1192,63	1200	2,07	2,35	0,99	1,141	0,80	2,368	0,955	Vérifie
R57_R58	93,50516321	93,27331574	62,64726916	0,0037	2,311673103	75	1199,17	1200	2,04	2,31	1,00	1,143	0,81	2,337	0,971	Vérifie
R58-R59	93,27331574	92,88158261	45,02232221	0,0087	2,311673103	75	1021,58	1200	3,14	3,54	0,65	1,063	0,58	3,334	0,701	Vérifie
R59-R60	92,88158261	92,77675172	20,85538706	0,0050	2,311673103	75	1132,27	1200	2,38	2,69	0,86	1,132	0,71	2,698	0,855	Vérifie
R60-R61	92,77675172	92,64668119	16,92381067	0,0077	2,311673103	75	1045,62	1200	2,95	3,33	0,69	1,074	0,61	3,166	0,731	Vérifie
R61-R62	92,64668119	92,52782249	18,16777219	0,0065	2,311673103	75	1077,68	1200	2,72	3,07	0,75	1,094	0,65	2,973	0,776	Vérifie
R62-R63	92,52782249	92,20019626	31,05584982	0,0105	2,311673103	75	985,33	1000	3,06	2,40	0,96	1,140	0,78	3,484	0,778	Vérifie

Tronçon	$C_{R,am}$ (m)	$C_{R,av}$ (m)	Distance(m)	I (m/m)	Q_t (m ³ /s)	Ks	D_{cal} (mm)	D_{nor} (mm)	V_{ps} (m/s)	Q_{ps} (m ³ /s)	R_q	R_v	R_h	V (m/s)	H (mm)	Autocurage
R63-R64	92,20019626	91,74894229	46,69546645	0,0097	2,311673103	75	1001,67	1200	3,30	3,73	0,62	1,054	0,56	3,484	0,677	Vérifie
R64-R65	91,74894229	91,48789836	44,52898451	0,0059	2,311673103	75	1100,08	1200	2,57	2,91	0,79	1,110	0,67	2,858	0,808	Vérifie
R65-R66	91,48789836	90,76410062	91,37852995	0,0079	2,311673103	75	1039,73	1200	2,99	3,38	0,68	1,072	0,60	3,205	0,724	Vérifie
R66-R67	90,76410062	90,46746686	71,95050904	0,0041	2,311673103	75	1175,14	1200	2,16	2,44	0,95	1,139	0,77	2,459	0,920	Vérifie
R67-R68	90,46746686	90,27457148	32,10257233	0,0060	2,311673103	75	1095,01	1200	2,61	2,95	0,78	1,107	0,67	2,883	0,801	Vérifie
R68-R69	90,27457148	90,05206176	55,33126138	0,0040	2,311673103	75	1180,64	1200	2,13	2,41	0,96	1,139	0,78	2,429	0,930	Vérifie
R69-R70	90,05206176	89,9156114	57,5183123	0,0024	2,311673103	75	1303,45	1500	1,90	3,36	0,69	1,073	0,61	2,038	0,909	Vérifie
R70-R71	89,9156114	89,63493438	70,32273721	0,0040	2,311673103	75	1182,31	1200	2,12	2,40	0,96	1,140	0,78	2,420	0,933	Vérifie
R70-R71	89,9156114	89,63493438	70,32273721	0,0040	2,311673103	75	1182,31	1200	2,12	2,40	0,96	1,140	0,78	2,420	0,933	Vérifie
R71-R72	89,63493438	89,11140491	69,35050653	0,0075	2,311673103	75	1049,14	1200	2,92	3,30	0,70	1,076	0,61	3,143	0,736	Vérifie
R72-R73	89,11140491	88,40545237	82,49077371	0,0086	2,311673103	75	1024,75	1200	3,11	3,51	0,66	1,065	0,59	3,311	0,705	Vérifie
R73-R74	88,40545237	87,65957663	60,58368435	0,0123	2,311673103	75	957,21	1000	3,30	2,59	0,89	1,138	0,73	3,758	0,732	Vérifie
R74-R75	87,65957663	87,20649513	73,93354859	0,0061	2,311673103	75	1090,97	1200	2,63	2,97	0,78	1,103	0,66	2,903	0,795	Vérifie
R75-R76	87,20649513	86,49092925	65,96752659	0,0108	2,311673103	75	980,20	1000	3,10	2,43	0,95	1,139	0,77	3,532	0,769	Vérifie
R76-R77	86,49092925	85,94689621	68,49398561	0,0079	2,311673103	75	1039,19	1200	3,00	3,39	0,68	1,071	0,60	3,209	0,723	Vérifie
R77-R78	85,94689621	85,71829799	65,83554967	0,0035	2,311673103	75	1213,60	1500	2,30	4,06	0,57	1,037	0,54	2,383	0,805	Vérifie
R78-R79	85,71829799	85,47193771	75,20359612	0,0033	2,311673103	75	1226,91	1500	2,23	3,94	0,59	1,044	0,55	2,330	0,819	Vérifie
R79-R80	85,47193771	85,28759691	70,66801074	0,0026	2,311673103	75	1280,45	1500	1,99	3,52	0,66	1,065	0,59	2,121	0,880	Vérifie
R80-R81	85,28759691	84,43282579	65,98557714	0,0130	2,311673103	75	948,12	1000	3,39	2,66	0,87	1,135	0,72	3,843	0,719	Vérifie
R81-R82	84,43282579	79,13414729	94,79438354	0,0180	2,311673103	75	891,41	1000	3,99	3,13	0,74	1,088	0,64	4,345	0,637	Vérifie

Tronçon	CR _{am} (m)	CR _{av} (m)	Distance(m)	I (m/m)	Q _t (m ³ /s)	Ks	D _{cal} (mm)	D _{nor} (mm)	V _{ps} (m/s)	Q _{ps} (m ³ /s)	R _q	R _v	R _h	V (m/s)	H (mm)	Autocurage
R130-R131	102,3419033	102,1768631	25,39079758	0,0065	0,056070391	100	240,14	299,6	1,43	0,10	0,56	1,031	0,53	1,476	0,158	Vérifie
R131-R132	102,1768631	101,881023	49,3066834	0,0060	0,079087126	100	277,33	299,6	1,38	0,10	0,82	1,119	0,69	1,540	0,206	Vérifie
R132-R135	101,881023	101,7104757	25,45483045	0,0067	0,114594527	100	312,18	380,4	1,71	0,19	0,59	1,045	0,55	1,783	0,209	Vérifie
R135-R136	101,7104757	101,2343331	22,89146784	0,0208	0,125280439	100	261,03	299,6	2,56	0,18	0,69	1,074	0,61	2,753	0,183	Vérifie
R136-R138	101,2343331	101,1738824	15,1126755	0,0040	0,150090217	100	380,50	475,4	1,53	0,27	0,55	1,030	0,53	1,574	0,251	Vérifie
R138-R139	101,1738824	101,0543641	29,87959681	0,0040	0,16403824	100	393,40	475,4	1,32	0,15	1,10	1,033	0,58	1,362	0,372	Vérifie
R139-R140	102,3982067	102,3196624	6,517552027	0,0121	0,167080683	100	322,12	380,4	2,29	0,26	0,64	1,061	0,58	2,427	0,220	Vérifie
R141-R142	102,7891085	102,2521471	44,74678255	0,0120	0,020888139	100	147,82	237,6	1,67	0,07	0,28	0,866	0,36	1,444	0,086	Vérifie
R144-R142	102,7870902	102,3424858	38,00037195	0,0117	0,030218648	100	170,58	190,2	1,42	0,04	0,75	1,093	0,64	1,551	0,123	Vérifie
R142-R145	102,3424858	102,0297939	27,79414621	0,0113	0,064081307	100	227,80	237,6	1,61	0,07	0,90	1,138	0,73	1,838	0,175	Vérifie
R145-R140	102,0297939	101,9351243	15,77826726	0,0060	0,071446722	100	266,97	299,6	1,38	0,10	0,74	1,088	0,64	1,497	0,191	Vérifie
R140-R146	102,3196624	102,1616731	26,33154949	0,0060	0,08373849	100	283,34	299,6	1,38	0,10	0,86	1,133	0,72	1,560	0,214	Vérifie
R146-R17	102,1616731	102,0053579	31,26304246	0,0050	0,098332317	100	311,40	380,4	1,47	0,17	0,59	1,044	0,55	1,538	0,208	Vérifie
R148-R149	102,2263499	101,6932568	41,00716283	0,0130	0,027579004	100	161,61	190,2	1,50	0,04	0,65	1,063	0,58	1,590	0,111	Vérifie
R149-R150	101,6932568	101,1560253	41,32550096	0,0130	0,041946866	100	189,13	237,6	1,74	0,08	0,55	1,026	0,52	1,780	0,124	Vérifie
R150-R151	101,1560253	100,603429	42,50740916	0,0130	0,056725649	100	211,80	237,6	1,74	0,08	0,74	1,088	0,64	1,889	0,151	Vérifie
R154-R151	101,5802579	101,1513944	34,58575976	0,0124	0,026919502	100	161,57	190,2	1,46	0,04	0,65	1,062	0,58	1,553	0,111	Vérifie
R151-R155	100,603429	100,3132718	48,35953502	0,0060	0,100458574	100	303,36	380,4	1,61	0,18	0,55	1,027	0,52	1,657	0,200	Vérifie
R157-R158	102,0388337	101,623393	27,69604633	0,0150	0,022408017	100	145,55	190,2	1,61	0,05	0,49	0,995	0,49	1,599	0,094	Vérifie
R158-R155	101,623393	100,9660501	34,05921934	0,0193	0,034249572	100	162,77	190,2	1,82	0,05	0,66	1,066	0,59	1,943	0,112	Vérifie
R155-R159	100,9660501	100,8216507	18,51274051	0,0078	0,141144572	100	328,07	380,4	1,84	0,21	0,68	1,069	0,60	1,968	0,227	Vérifie

Tronçon	CR _{am} (m)	CR _{av} (m)	Distance(m)	I (m/m)	Q _t (m3/s)	K _s	D _{cal} (mm)	D _{nor} (mm)	V _{ps} (m/s)	Q _{ps} (m3/s)	R _q	R _v	R _h	V (m/s)	H (mm)	Autocurage
R159-R160	100,8216507	100,5204069	70,05669016	0,0043	0,165501564	100	389,39	475,4	1,37	0,16	1,07	1,126	0,55	1,538	0,344	Vérifie
R163-R164	101,6569555	101,2978937	39,89575749	0,0090	0,036318508	100	191,97	237,6	1,44	0,06	0,57	1,036	0,54	1,496	0,127	Vérifie
R164-R160	101,2978937	100,0244479	53,50612473	0,0238	0,054921275	100	186,81	190,2	2,02	0,06	0,96	1,139	0,77	2,307	0,147	Vérifie
R160-R22	100,2929861	100,0244479	56,85520877	0,0047	0,24019	100	439,95	475,4	1,66	0,29	0,81	1,118	0,69	1,858	0,326	Vérifie
R167-R168	101,7770519	101,4797107	29,73412738	0,0100	0,035841194	100	187,29	190,2	1,31	0,04	0,96	1,140	0,78	1,496	0,148	Vérifie
R168-R169	101,8889354	101,524262	27,11026658	0,0135	0,047100611	100	196,27	237,6	1,52	0,04	1,09	1,064	0,55	1,619	0,182	Vérifie
R169-R170	101,524262	101,0621538	56,96134503	0,0081	0,070757759	100	251,37	299,6	1,60	0,11	0,63	1,057	0,57	1,691	0,171	Vérifie
R170-R171	101,0621538	100,8185838	30,44624716	0,0080	0,083402674	100	268,06	299,6	1,59	0,11	0,74	1,091	0,64	1,734	0,192	Vérifie
R171-R172	100,9594114	100,8260289	19,53589896	0,0068	0,09151631	100	285,92	299,6	1,47	0,10	0,88	1,137	0,73	1,669	0,218	Vérifie
R172-R173	100,8260289	100,6644865	23,5688679	0,0069	0,101304916	100	296,81	299,6	1,47	0,10	0,98	1,140	0,79	1,678	0,236	Vérifie
R173-R174	100,6644865	100,3845525	38,78382911	0,0072	0,11741259	100	310,68	380,4	1,51	0,11	1,10	0,984	0,54	1,486	0,300	Vérifie
R174-R175	100,3845525	100,186908	27,38386889	0,0072	0,12878564	100	321,64	380,4	1,77	0,20	0,64	1,060	0,58	1,877	0,219	Vérifie
R175-R176	100,186908	99,70936317	62,1453455	0,0077	0,154595803	100	340,42	380,4	1,83	0,21	0,75	1,091	0,64	1,992	0,244	Vérifie
R176-R177	99,70936317	99,41482249	54,76059677	0,0054	0,177338937	100	475,4	380,4	1,53	0,17	1,02	1,146	0,53	1,751	0,317	Vérifie
R177-R178	99,41482249	98,99428717	61,80229583	0,0068	0,203006625	100	475,4	380,4	1,72	0,20	1,04	1,145	0,54	1,969	0,326	Vérifie
R180-R181	102,8977012	102,4079337	38,01729891	0,0129	0,0290146	100	164,99	190,2	1,49	0,04	0,69	1,072	0,60	1,597	0,115	Vérifie
R181-R182	102,4079337	102,0231965	37,09151579	0,0104	0,044419423	100	201,59	237,6	1,55	0,07	0,65	1,062	0,58	1,646	0,138	Vérifie
R182-R183	102,0231965	101,724538	51,6264506	0,0058	0,065860886	100	260,72	299,6	1,35	0,10	0,69	1,074	0,61	1,451	0,182	Vérifie
R183-R184	101,724538	101,4632171	35,1400327	0,0074	0,080455221	100	268,11	299,6	1,53	0,11	0,75	1,091	0,64	1,672	0,192	Vérifie
R184-R185	101,4632171	101,1876764	33,00194797	0,0083	0,094161567	100	278,30	299,6	1,62	0,11	0,82	1,121	0,69	1,821	0,207	Vérifie
R185-R186	101,1876764	100,9533709	26,03184209	0,0090	0,104973094	100	285,82	299,6	1,69	0,12	0,88	1,137	0,73	1,917	0,218	Vérifie

Tronçon	CR _{am} (m)	CR _{av} (m)	Distance(m)	I (m/m)	Q _t (m3/s)	Ks	D _{cal} (mm)	D _{nor} (mm)	V _{ps} (m/s)	Q _{ps} (m3/s)	R _q	R _v	R _h	V (m/s)	H (mm)	Autocurage
R186-R187	100,9533709	100,722262	30,74893696	0,0075	0,117743722	100	308,74	299,6	1,54	0,11	1,09	1,079	0,95	1,661	0,284	Vérifie
R187-R188	100,722262	100,4645837	32,92490291	0,0078	0,131418071	100	319,12	380,4	1,84	0,21	0,63	1,057	0,57	1,949	0,217	Vérifie
R188-R189	100,4645837	100,2637311	17,58740977	0,0114	0,138633239	100	303,39	380,4	1,90	0,13	1,04	1,146	0,53	2,176	0,255	Vérifie
R189-R190	100,2637311	99,96876331	42,61979344	0,0069	0,156334063	100	348,62	380,4	1,73	0,20	0,79	1,110	0,67	1,924	0,256	Vérifie
R190-R178	99,96876331	98,99428717	30,64578771	0,0318	0,169061851	100	269,73	299,6	3,17	0,22	0,76	1,095	0,65	3,471	0,195	Vérifie
R191-R192	101,8508872	101,1657401	57,09559491	0,0120	0,023712904	100	155,02	190,2	1,44	0,04	0,58	1,041	0,54	1,497	0,103	Vérifie
R192-R150	101,1657401	100,8429922	35,86087314	0,0090	0,038606618	100	196,42	237,6	1,44	0,06	0,60	1,049	0,56	1,516	0,132	Vérifie
R150-R194	100,8429922	100,7832197	6,641396165	0,0090	0,041364918	100	201,57	237,6	1,44	0,06	0,65	1,062	0,58	1,534	0,138	Vérifie
R194-R195	100,7832197	100,4795537	33,74066037	0,0090	0,055378066	100	224,88	237,6	1,44	0,06	0,87	1,134	0,72	1,637	0,170	Vérifie
R195-R196	101,0508561	100,8885658	27,04837642	0,0060	0,066611779	100	260,04	380,4	1,61	0,18	0,36	0,916	0,42	1,479	0,159	Vérifie
R196-R197	100,8885658	100,7008745	31,28189539	0,0060	0,079603755	100	278,01	299,6	1,38	0,10	0,82	1,121	0,69	1,542	0,207	Vérifie
R197-R198	100,7008745	100,5040652	32,80154614	0,0060	0,093226871	100	294,98	299,6	1,38	0,10	0,96	1,140	0,78	1,568	0,233	Vérifie
R198-R199	100,5040652	100,3107447	32,22008173	0,0060	0,106608494	100	310,19	380,4	1,38	0,10	1,10	1,014	0,54	1,396	0,296	Vérifie
R199-R200	100,3107447	100,1256929	30,84197423	0,0060	0,119417762	100	323,68	380,4	1,61	0,18	0,65	1,063	0,58	1,716	0,222	Vérifie
R200-R201	100,1256929	99,9512857	29,06785797	0,0060	0,131490205	100	335,58	380,4	1,61	0,18	0,72	1,081	0,62	1,745	0,237	Vérifie
R201-R202	99,9512857	99,77480323	29,41374554	0,0060	0,143706302	100	346,95	380,4	1,61	0,18	0,78	1,106	0,67	1,785	0,254	Vérifie
R204-R205	98,19064684	97,83510424	33,46614358	0,0106	0,042789062	100	197,90	237,6	1,57	0,07	0,62	1,053	0,56	1,653	0,134	Vérifie
R206-R207	97,77738595	97,25786298	51,95229791	0,0100	0,031612938	100	178,67	237,6	1,52	0,07	0,47	0,981	0,48	1,493	0,114	Vérifie
R207-R208	97,25786298	96,93217225	32,56907271	0,0100	0,051431197	100	214,45	237,6	1,52	0,07	0,76	1,097	0,65	1,671	0,155	Vérifie
R208-R209	96,93217225	96,79652968	19,37750987	0,0070	0,063222398	100	247,73	299,6	1,49	0,10	0,60	1,050	0,56	1,560	0,166	Vérifie
R209-R205	97,17751544	97,03510424	20,64888403	0,0069	0,07578723	100	265,90	299,6	1,48	0,10	0,73	1,085	0,63	1,601	0,189	Vérifie

Tronçon	CR _{am} (m)	CR _{av} (m)	Distance(m)	I (m/m)	Q _t (m3/s)	Ks	D _{cal} (mm)	D _{nor} (mm)	V _{ps} (m/s)	Q _{ps} (m3/s)	R _q	R _v	R _h	V (m/s)	H (mm)	Autocurage
R205-R210	97,83510424	96,76982016	31,74690556	0,0336	0,137894263	100	247,38	299,6	3,25	0,23	0,60	1,049	0,55	3,414	0,166	Vérifie
R210-R212	96,76982016	96,6976309	28,49101397	0,0050	0,168085006	100	380,74	475,4	1,47	0,17	1,00	1,144	0,53	1,685	0,309	Vérifie
R212-R214	96,6976309	96,52558176	29,68611584	0,0058	0,19838219	100	394,09	380,4	1,59	0,18	1,10	1,003	0,99	1,591	0,377	Vérifie
R214-R216	96,52558176	96,37169265	26,78779348	0,0057	0,227867435	100	415,80	475,4	1,83	0,33	0,70	1,076	0,61	1,972	0,292	Vérifie
R216-R218	96,37169265	96,19656437	29,63497242	0,0059	0,258619235	100	433,71	475,4	1,86	0,33	0,78	1,106	0,67	2,056	0,317	Vérifie
R218-R219	96,19656437	96,13900659	19,13773554	0,0030	0,270264534	100	500,46	599,2	1,55	0,44	0,62	1,055	0,56	1,631	0,338	Vérifie
R219-R220	96,13900659	96,07824528	20,36705737	0,0030	0,282657874	100	509,72	599,2	1,54	0,43	0,65	1,063	0,58	1,638	0,349	Vérifie
R220-R221	96,07824528	95,98190047	30,5810661	0,0032	0,301266432	100	516,74	599,2	1,58	0,45	0,68	1,069	0,60	1,693	0,358	Vérifie
R221-R222	95,98190047	95,90302655	26,65774504	0,0030	0,317487652	100	533,25	599,2	1,53	0,43	0,73	1,087	0,63	1,668	0,380	Vérifie
R222-R223	95,90302655	95,81488801	29,94117083	0,0029	0,335706834	100	545,04	599,2	1,53	0,43	0,78	1,104	0,66	1,689	0,397	Vérifie
R223-R224	95,81488801	95,75816066	20,60130652	0,0028	0,348242715	100	559,55	599,2	1,48	0,42	0,83	1,125	0,70	1,666	0,419	Vérifie
R224-R225	95,75816066	95,69941012	17,4441216	0,0034	0,358857452	100	544,92	599,2	1,64	0,46	0,78	1,104	0,66	1,807	0,397	Vérifie
R225-R226	95,69941012	95,62719462	21,4734993	0,0034	0,371924061	100	552,42	599,2	1,64	0,46	0,81	1,115	0,68	1,824	0,408	Vérifie
R226-R227	95,62719462	95,56915509	19,1179498	0,0030	0,383557321	100	569,67	599,2	1,55	0,44	0,88	1,136	0,72	1,765	0,433	Vérifie
R227-R228	95,56915509	95,27646678	89,26288189	0,0033	0,437873724	100	590,09	599,2	1,62	0,46	0,96	1,140	0,78	1,840	0,466	Vérifie
R229-R230	97,74660714	97,34245674	26,94336007	0,0150	0,016395016	100	129,45	190,2	1,61	0,05	0,36	0,914	0,41	1,469	0,079	Vérifie
R230-R231	97,50463906	97,29882315	17,53585042	0,0117	0,027065569	100	163,58	190,2	1,42	0,04	0,67	1,068	0,59	1,519	0,113	Vérifie
R231-R232	97,29882315	97,02376086	30,56247651	0,0090	0,045662816	100	209,18	237,6	1,44	0,06	0,71	1,080	0,62	1,560	0,148	Vérifie
R232-R233	97,10886065	96,9134222	30,55956632	0,0064	0,064258291	100	253,51	299,6	1,42	0,10	0,64	1,061	0,58	1,507	0,173	Vérifie
R233-R234	96,9134222	96,72498512	29,4121698	0,0064	0,082155576	100	277,88	299,6	1,42	0,10	0,82	1,120	0,69	1,593	0,207	Vérifie
R234-R236	96,72498512	96,27124729	45,91778165	0,0099	0,126560022	100	301,26	380,4	2,07	0,24	0,54	1,022	0,52	2,117	0,198	Vérifie

Tronçon	CR _{am} (m)	CR _{av} (m)	Distance(m)	I (m/m)	Q _t (m3/s)	Ks	D _{cal} (mm)	D _{nor} (mm)	V _{ps} (m/s)	Q _{ps} (m3/s)	R _q	R _v	R _h	V (m/s)	H (mm)	Autocurage
R236-R237	96,58721085	96,38147329	34,17135629	0,0060	0,14735327	100	350,00	380,4	1,62	0,18	0,80	1,114	0,68	1,800	0,258	Vérifie
R237-R238	96,38147329	96,21963294	40,4600865	0,0040	0,171973205	100	400,43	475,4	1,53	0,27	0,63	1,059	0,57	1,618	0,272	Vérifie
R238-R239	96,26461334	96,14787543	39,06753939	0,0030	0,195745776	100	443,98	599,2	1,54	0,43	0,45	0,969	0,47	1,494	0,282	Vérifie
R241-R242	101,2470345	100,487282	37,98762634	0,0200	0,028923472	100	151,75	190,2	1,86	0,05	0,55	1,027	0,53	1,907	0,100	Vérifie
R245-R246	100,4603905	100,1952785	24,10109183	0,0110	0,030111507	100	172,34	190,2	1,38	0,04	0,77	1,101	0,66	1,515	0,125	Vérifie
R246-R247	100,1952785	100,095645	49,81677896	0,0080	0,053039341	100	226,21	237,6	1,36	0,06	0,88	1,136	0,72	1,547	0,172	Vérifie
R247-R242	100,190795	100,0578078	20,52288017	0,0065	0,062484857	100	250,24	299,6	1,43	0,10	0,62	1,055	0,56	1,509	0,169	Vérifie
R242-R248	100,9578078	100,3729164	23,8459223	0,0245	0,102383254	100	234,63	299,6	2,78	0,20	0,52	1,013	0,51	2,820	0,153	Vérifie
R249-R250	101,0928754	100,4622029	35,03736221	0,0180	0,016125708	100	124,33	190,2	1,76	0,05	0,32	0,893	0,39	1,572	0,074	Vérifie
R250-R251	100,4622029	99,95581816	33,75897989	0,0150	0,031663049	100	165,69	190,2	1,61	0,05	0,69	1,074	0,61	1,727	0,116	Vérifie
R251-R252	100,8893618	100,6752893	27,83550466	0,0077	0,044474151	100	213,32	380,4	1,83	0,21	0,21	0,796	0,31	1,455	0,119	Vérifie
R252-R253	100,6752893	100,5571355	20,44558708	0,0058	0,053884093	100	241,86	380,4	1,58	0,18	0,30	0,878	0,37	1,391	0,142	Vérifie
R253-R248	100,5571355	100,3729164	30,90078152	0,0060	0,068105968	100	262,53	380,4	1,61	0,18	0,37	0,922	0,42	1,483	0,161	Vérifie
R248-R254	100,3729164	100,2642732	13,96647614	0,0078	0,176917197	100	357,26	380,4	1,84	0,21	0,85	1,129	0,71	2,075	0,269	Vérifie
R255-R256	102,0558392	101,7287884	29,28855105	0,0112	0,013479857	100	127,13	299,6	1,88	0,13	0,10	0,637	0,22	1,196	0,065	Vérifie
R256-R267	101,7287884	101,4396682	30,74585447	0,0094	0,027630427	100	171,85	299,6	1,72	0,12	0,23	0,813	0,32	1,400	0,096	Vérifie
R257-R258	101,4396682	101,1299503	33,48320095	0,0092	0,043040843	100	203,55	299,6	1,71	0,12	0,36	0,913	0,41	1,560	0,124	Vérifie
R258-R259	101,1299503	100,4956973	55,94638864	0,0113	0,068789788	100	233,60	299,6	1,89	0,13	0,52	1,010	0,51	1,911	0,152	Vérifie
R259-R260	100,4956973	100,2610388	49,17915237	0,0048	0,091424158	100	305,68	380,4	1,44	0,16	0,56	1,032	0,53	1,486	0,202	Vérifie
R254-R261	100,2610388	100,1210895	18,02879623	0,0078	0,276638986	100	422,63	475,4	2,13	0,38	0,73	1,086	0,63	2,313	0,301	Vérifie
R263-R264	100,2042663	99,76860147	29,04432044	0,0150	0,027228329	100	156,58	190,2	1,61	0,05	0,60	1,047	0,55	1,683	0,105	Vérifie

Tronçon	CR _{am} (m)	CR _{av} (m)	Distance(m)	I (m/m)	Q _t (m3/s)	K _s	D _{cal} (mm)	D _{nor} (mm)	V _{ps} (m/s)	Q _{ps} (m3/s)	R _q	R _v	R _h	V (m/s)	H (mm)	Autocurage
R264-R265	99,76860147	99,4742519	29,43495636	0,0100	0,040775568	100	196,57	190,2	1,31	0,04	1,09	1,043	0,97	1,369	0,185	Vérifie
R265-R261	99,4742519	99,2380034	29,53106313	0,0080	0,054367039	100	228,32	299,6	1,59	0,11	0,49	0,991	0,49	1,575	0,147	Vérifie
R261-R266	100,1210895	99,82472884	42,62647821	0,0070	0,350624571	100	471,55	475,4	2,02	0,36	0,98	1,141	0,79	2,299	0,376	Vérifie
R266-R267	99,82472884	99,70144579	30,87729041	0,0040	0,364835634	100	531,08	599,2	1,78	0,50	0,73	1,084	0,63	1,932	0,377	Vérifie
R268-R269	98,66769316	98,57029801	38,70355606	0,0090	0,03566382	100	190,67	237,6	1,44	0,06	0,56	1,031	0,53	1,490	0,126	Vérifie
R269-R267	98,57029801	98,52144579	17,19937456	0,0080	0,043579715	100	210,14	299,6	1,59	0,11	0,39	0,931	0,43	1,480	0,130	Vérifie
R267-R270	98,62144579	98,48377725	16,98328025	0,0081	0,443862215	75	557,55	800	2,31	1,16	0,38	0,927	0,43	2,141	0,344	Vérifie
R270-R271	98,48377725	98,39669664	24,00160824	0,0036	0,454908792	100	587,35	599,2	1,70	0,48	0,95	1,139	0,77	1,936	0,461	Vérifie
R271-R272	98,49669664	98,30999607	35,58013028	0,0052	0,471284305	75	618,67	800	1,86	0,93	0,50	1,003	0,50	1,864	0,401	Vérifie
R272-R273	98,40999607	98,24363564	28,31608232	0,0059	0,48431659	75	611,93	800	1,97	0,99	0,49	0,994	0,49	1,955	0,395	Vérifie
R273-R274	98,34363564	98,17662685	30,22516919	0,0055	0,498227518	75	625,62	800	1,91	0,96	0,52	1,012	0,51	1,930	0,408	Vérifie
R274-R275	98,27662685	98,10902396	26,89739976	0,0062	0,510606864	75	617,33	800	2,02	1,02	0,50	1,002	0,50	2,028	0,400	Vérifie
R277-R278	98,44464277	98,34634434	19,65968591	0,0050	1,1735975	75	878,98	1000	2,10	1,65	0,71	1,079	0,62	2,271	0,620	Vérifie
R278-R279	98,34634434	98,19872213	29,52444233	0,0050	1,1735975	75	878,98	1000	2,10	1,65	0,71	1,079	0,62	2,271	0,620	Vérifie
R279-R280	98,19872213	98,12040924	15,66257823	0,0050	1,1735975	75	878,98	1000	2,10	1,65	0,71	1,079	0,62	2,271	0,620	Vérifie
R280-R281	98,12040924	98,00835509	22,41082992	0,0050	1,1735975	75	878,98	1000	2,10	1,65	0,71	1,079	0,62	2,271	0,620	Vérifie
R281-R282	98,00835509	97,81284041	39,10293537	0,0050	1,1735975	75	878,98	1000	2,10	1,65	0,71	1,079	0,62	2,271	0,620	Vérifie
R282-R283	97,81284041	97,47663043	67,24199712	0,0050	1,1735975	75	878,98	1000	2,10	1,65	0,71	1,079	0,62	2,271	0,620	Vérifie
R283-R284	97,47663043	97,28118822	39,08844168	0,0050	1,394618089	75	937,74	1000	2,10	1,65	0,84	1,128	0,70	2,375	0,704	Vérifie
R284-R285	97,28118822	97,13184947	29,8677493	0,0050	1,394618089	75	937,74	1000	2,10	1,65	0,84	1,128	0,70	2,375	0,704	Vérifie
R285-R286	97,13184947	96,96093778	34,18233732	0,0050	1,396233431	75	938,14	1000	2,10	1,65	0,85	1,129	0,70	2,375	0,705	Vérifie

Tronçon	CR _{am} (m)	CR _{av} (m)	Distance(m)	I (m/m)	Q _t (m3/s)	Ks	D _{cal} (mm)	D _{nor} (mm)	V _{ps} (m/s)	Q _{ps} (m3/s)	R _q	R _v	R _h	V (m/s)	H (mm)	Autocurage
R286-R287	96,96093778	95,27494355	44,76377207	0,0377	1,800720842	75	706,76	800	4,98	2,50	0,72	1,082	0,63	5,387	0,501	Vérifie
R287-R288	95,27494355	95,12351359	30,28599195	0,0050	2,434340342	75	1155,59	1200	2,38	2,69	0,91	1,139	0,74	2,707	0,889	Vérifie
R288-R289	95,12351359	94,73031687	78,63934389	0,0050	2,59603381	75	1183,79	1200	2,38	2,69	0,97	1,140	0,78	2,709	0,936	Vérifie
R289-R290	94,73031687	94,4862707	48,80923407	0,0050	2,59603381	75	1183,79	1200	2,38	2,69	0,97	1,140	0,78	2,709	0,936	Vérifie
R290-R291	94,4862707	94,3833022	20,59370008	0,0050	2,59603381	75	1183,79	1200	2,38	2,69	0,97	1,140	0,78	2,709	0,936	Vérifie
R291-R292	94,3833022	94,27570836	21,51876823	0,0050	2,59603381	75	1183,79	1200	2,38	2,69	0,97	1,140	0,78	2,709	0,936	Vérifie
R292-R293	94,27570836	94,06364361	42,41295109	0,0050	2,59603381	75	1183,79	1200	2,38	2,69	0,97	1,140	0,78	2,709	0,936	Vérifie
R293-R294	94,06364361	93,68684484	75,35975341	0,0050	2,59603381	75	1183,79	1200	2,38	2,69	0,97	1,140	0,78	2,709	0,936	Vérifie
R294-R83	93,68684484	93,49270484	38,82799996	0,0050	2,59603381	75	1183,79	1200	2,38	2,69	0,97	1,140	0,78	2,709	0,936	Vérifie
R295-296	97,76712654	97,51603401	16,73950206	0,0150	0,079867787	100	234,42	299,6	2,18	0,15	0,52	1,013	0,51	2,204	0,153	Vérifie
R296-R283	97,67949457	97,25113889	29,58423783	0,0145	0,221020589	100	345,65	380,4	2,51	0,28	0,78	1,103	0,66	2,765	0,252	Vérifie
R297-R298	97,27186884	96,59408166	33,88935921	0,0200	0,161693467	100	289,35	299,6	2,51	0,18	0,91	1,139	0,75	2,863	0,223	Vérifie
R298-R286	96,93297525	95,91523083	50,88722087	0,0200	0,404487411	100	408,09	475,4	3,42	0,61	0,67	1,067	0,59	3,648	0,282	Vérifie
R312-R313	100,2105523	99,7214319	48,91204544	0,0100	0,037744516	100	190,96	237,6	1,31	0,04	1,01	1,145	0,53	1,503	0,156	Vérifie
R313-R314	99,7214319	99,184343	53,70888913	0,0100	0,079170169	100	252,10	299,6	1,78	0,13	0,63	1,058	0,57	1,880	0,171	Vérifie
R314-R315	99,184343	98,65575677	52,85862293	0,0100	0,1198975	100	294,56	299,6	1,78	0,13	0,96	1,139	0,77	2,025	0,232	Vérifie
R315-R316	98,65575677	98,26240432	39,33524571	0,0100	0,150258081	100	320,57	380,4	2,08	0,24	0,63	1,059	0,57	2,206	0,218	Vérifie
R317-R318	100,299234	99,82742572	45,0739557	0,0105	0,034826742	100	183,70	299,6	1,82	0,13	0,27	0,857	0,35	1,558	0,106	Vérifie
R318-R319	99,82742572	99,50970362	62,62763219	0,0051	0,083076609	100	291,53	380,4	1,48	0,17	0,49	0,996	0,49	1,478	0,188	Vérifie
R319-R320	99,50970362	98,03613996	45,27947526	0,0325	0,190998249	100	281,13	299,6	3,21	0,23	0,85	1,129	0,71	3,618	0,211	Vérifie
R320-R316	98,03613996	97,86744222	69,53200314	0,0024	0,31935342	100	554,68	599,2	1,39	0,39	0,82	1,119	0,69	1,554	0,411	Vérifie

R316-R321	97,86744222	97,74497798	47,03130179	0,0026	0,505258041	75	724,19	1000	1,52	1,19	0,42	0,952	0,46	1,446	0,455	Vérifie
R321-R322	97,74497798	97,65084816	49,64303919	0,0019	0,663992667	75	851,49	1000	1,30	1,02	0,65	1,063	0,58	1,378	0,584	Vérifie
R322-R323	97,65084816	97,54724181	33,51699289	0,0031	0,689881188	75	788,15	800	1,43	0,72	0,96	1,140	0,78	1,625	0,622	Vérifie
R323-R324	97,54724181	97,45753456	43,99027895	0,0020	0,7238674	75	867,59	1000	1,34	1,06	0,69	1,072	0,60	1,441	0,605	Vérifie
R324-R325	97,45753456	97,32902949	60,16162086	0,0021	0,834027498	75	907,00	1000	1,38	1,08	0,77	1,101	0,66	1,515	0,659	Vérifie
R325-R32	97,32902949	96,98681353	60,34099826	0,0057	0,944730102	75	791,39	800	1,93	0,97	0,97	1,140	0,79	2,202	0,629	Vérifie
R326-R327	98,29318135	98,15697202	38,13476577	0,0080	0,029435283	100	181,39	299,6	1,59	0,11	0,26	0,849	0,35	1,350	0,104	Vérifie
R327-R324	98,15697202	97,65753456	44,08085541	0,0113	0,063416977	100	226,61	299,6	1,89	0,13	0,48	0,985	0,49	1,863	0,145	Vérifie
R328-R329	98,45472635	98,32026311	38,0534721	0,0060	0,029377882	100	191,30	380,4	1,61	0,18	0,16	0,721	0,27	1,164	0,103	Vérifie
R329-R325	98,32026311	97,52902949	45,58279902	0,0174	0,064569503	100	210,60	299,6	2,34	0,16	0,39	0,932	0,44	2,183	0,130	Vérifie
R330-R331	99,97975291	99,73508523	54,89428331	0,0080	0,042291749	100	207,79	299,6	1,59	0,11	0,38	0,924	0,43	1,469	0,128	Vérifie
R331-R319	99,73508523	99,40970362	39,64159592	0,0082	0,072913924	100	253,66	299,6	1,61	0,11	0,64	1,061	0,58	1,708	0,173	Vérifie
R332-R333	99,72101452	99,56023469	52,92737392	0,0080	0,040793236	100	205,00	299,6	1,59	0,11	0,36	0,917	0,42	1,457	0,125	Vérifie
R333-R320	99,56023469	99,13613996	43,24578406	0,0098	0,074156925	100	246,89	299,6	1,76	0,12	0,60	1,048	0,55	1,844	0,166	Vérifie
R334-R335	99,69135844	99,30879949	45,0162286	0,0085	0,034740123	100	190,84	299,6	1,64	0,12	0,30	0,879	0,37	1,440	0,112	Vérifie
R335-R336	99,30879949	99,09358143	50,00878052	0,0060	0,073334901	100	269,59	299,6	1,38	0,10	0,76	1,095	0,65	1,507	0,194	Vérifie
R336-R321	99,09358143	98,14497798	56,08640218	0,0169	0,120496366	100	267,42	299,6	2,31	0,16	0,74	1,089	0,64	2,517	0,191	Vérifie
R268-R300	100,4670941	99,71528532	75,18087341	0,0100	0,552808911	100	522,49	599,2	2,82	0,79	0,70	1,075	0,61	3,031	0,366	Vérifie
R300-R301	99,71528532	99,08627075	62,9014569	0,0100	0,626698732	100	547,66	599,2	2,82	0,79	0,79	1,108	0,67	3,125	0,401	Vérifie
R301-R302	99,08627075	98,51287127	57,3399483	0,0100	0,700588554	100	571,04	599,2	2,82	0,79	0,88	1,137	0,73	3,206	0,435	Vérifie
R302-R303	98,51287127	97,48934369	59,53442808	0,0172	0,737533464	100	525,91	599,2	3,70	1,04	0,71	1,078	0,62	3,988	0,370	Vérifie
R307-R303	97,69311981	97,48934369	38,3257694	0,0053	0,040198334	100	220,11	237,6	1,11	0,05	0,82	1,119	0,69	1,242	0,163	Vérifie
R303-R304	97,48934369	97,3905434	42,55304537	0,0023	0,811423286	75	883,77	1000	1,43	1,13	0,72	1,082	0,63	1,552	0,626	Vérifie

Tronçon	CR _{am} (m)	CR _{av} (m)	Distance(m)	I (m/m)	Qt (m3/s)	Ks	D _{cal} (mm)	D _{nor} (mm)	V _{ps} (m/s)	Q _{ps} (m3/s)	R _q	R _v	R _h	V (m/s)	H (mm)	Autocurage
R304-R305	97,3905434	97,24907649	61,64149901	0,0023	0,848368197	75	900,61	1000	1,43	1,12	0,76	1,096	0,65	1,562	0,650	Vérifie
R305-R306	97,24907649	97,15680952	45,00895264	0,0020	0,959202929	75	963,23	1000	1,35	1,06	0,91	1,139	0,74	1,535	0,741	Vérifie
R306-R307	97,15680952	97,1016513	24,02867809	0,0023	0,996147839	75	956,47	1000	1,43	1,12	0,89	1,138	0,73	1,622	0,731	Vérifie
R307-R351	97,1016513	97,04242637	21,88822156	0,0027	1,03309275	75	940,19	1000	1,55	1,22	0,85	1,130	0,71	1,750	0,708	Vérifie
R351-R352	97,04242637	96,99717098	20,58818941	0,0022	1,070214231	75	990,57	1000	1,40	1,10	0,98	1,140	0,79	1,591	0,789	Vérifie
R352-R277	96,99717098	96,84464277	22,14363894	0,0069	1,143927482	75	819,83	1000	2,47	1,94	0,59	1,045	0,55	2,581	0,548	Vérifie
R308-R309	100,3352822	99,90420795	43,10742247	0,0100	0,036944911	100	189,43	237,6	1,52	0,07	0,55	1,027	0,52	1,563	0,125	Vérifie
R309-R310	99,90420795	99,64538961	25,88183477	0,0100	0,073889821	100	245,66	299,6	1,78	0,13	0,59	1,045	0,55	1,857	0,164	Vérifie
R310-R311	99,64538961	99,27682394	36,8565662	0,0100	0,221669464	100	370,90	380,4	2,08	0,237	0,94	1,139	0,76	2,374	0,289	Vérifie
R311-R337	99,27682394	98,87636015	40,04637906	0,0100	0,258614375	100	392,97	380,4	2,08	0,24	1,09	1,049	0,97	2,187	16,310	Vérifie
R337-R338	98,87636015	98,55157273	32,47874271	0,0100	0,480283839	100	495,65	475,4	2,42	0,43	1,12	0,834	1,06	2,016	0,503	Vérifie
R338-R339	98,55157273	98,28099701	27,05757177	0,0100	0,51722875	100	509,62	599,2	2,82	0,79	0,65	1,063	0,58	2,998	0,349	Vérifie
R339-R340	98,28099701	97,93081261	35,01843974	0,0100	0,665008393	100	559,98	599,2	2,82	0,79	0,84	1,126	0,70	3,176	0,419	Vérifie
R340-R303	97,93081261	97,48934369	44,1468923	0,0100	0,701953304	100	571,45	599,2	2,82	0,79	0,88	1,137	0,73	3,207	0,436	Vérifie
R341-R300	100,4363	99,71528532	71,76262246	0,0100	0,036944911	100	370,90	380,4	2,08	0,237	0,55	1,026	0,52	1,566	0,125	Vérifie
R342-R301	99,89837373	99,08627075	64,9383071	0,0125	0,036944911	100	181,65	190,2	1,47	0,04	0,89	1,137	0,73	1,669	0,139	Vérifie
R343-R344	100,7026244	100,0085053	49,39511448	0,0141	0,036944911	100	177,72	237,6	1,80	0,08	0,46	0,976	0,48	1,762	0,113	Vérifie
R344-R345	100,0085053	99,7564998	37,62922289	0,0067	0,073889821	100	264,84	299,6	1,45	0,102	0,72	1,083	0,63	1,574	0,188	Vérifie
R345-R310	99,9564998	99,64538961	41,22923795	0,0075	0,110834732	100	301,51	380,4	1,81	0,21	0,54	1,023	0,52	1,851	17,310	Vérifie
R346-R347	99,47580438	99,10279265	37,59931139	0,0099	0,147779643	100	319,06	380,4	2,08	0,24	0,63	1,057	0,57	2,193	0,216	Vérifie

Tronçon	CR _{am} (m)	CR _{av} (m)	Distance(m)	I (m/m)	Q _t (m3/s)	K _s	D _{cal} (mm)	D _{nor} (mm)	V _{ps} (m/s)	Q _{ps} (m3/s)	R _q	R _v	R _h	V (m/s)	H (mm)	Autocurage
R347-R337	99.10279265	98.87636015	39.13459289	0.0058	0.184724554	100	383.81	380.4	1.58	0.18	1.03	1.146	0.84	1.817	0.319	Vérifie
R348-R349	98.84665842	98.52401529	40.99713545	0.0079	0.036944911	100	198.13	299.6	1.58	0.11	0.33	0.899	0.40	1.417	0.119	Vérifie
R349-R350	98.82401529	98.43450743	41.0712156	0.0095	0.073889821	100	248.11	299.6	1.73	0.12	0.61	1.050	0.56	1.818	0.167	Vérifie
R350-R339	98.43450743	98.28099701	35.33943738	0.0043	0.110834732	100	334.40	380.4	1.37	0.16	0.71	1.079	0.62	1.482	0.236	Vérifie
R306-R352	98.30808842	98.03296305	38.52087583	0.0071	0.036944911	100	201.77	299.6	1.50	0.11	0.35	0.908	0.41	1.364	0.122	Vérifie
R353-R354	98.32998341	97.76739633	33.51064073	0.0168	0.036944911	100	171.89	299.6	2.30	0.16	0.23	0.813	0.32	1.871	0.096	Vérifie
R354-R305	97.76739633	97.24907649	51.12987555	0.0101	0.073889821	100	245.03	299.6	1.79	0.126	0.59	1.044	0.55	1.867	0.164	Vérifie
R83-R84	93.49270484	93.3271545	78.47305527	0.0021	2.4295815	75	1357.54	1500	1.79	3.16	0.77	1.100	0.66	1.970	0.985	vérifie
R84-R85	93.3271545	93.16290251	81.1598499	0.0020	2.4295815	75	1368.15	1500	1.75	3.10	0.78	1.106	0.67	1.941	1.000	vérifie
R85-R86	93.16290251	92.97535226	79.4051729	0.0024	2.4295815	75	1329.09	1500	1.90	3.35	0.73	1.084	0.63	2.055	0.944	vérifie
R86-R87	92.97535226	92.82012972	70.6749789	0.0022	2.4295815	75	1347.33	1500	1.83	3.23	0.75	1.094	0.65	1.999	0.970	vérifie
R87-R88	92.82012972	92.56882233	124.4914287	0.0020	2.4295815	75	1368.80	1500	1.75	3.10	0.78	1.107	0.67	1.939	1.001	vérifie
R88-R89	92.56882233	92.43016196	67.02978456	0.0021	2.4295815	75	1362.54	1500	1.77	3.13	0.78	1.103	0.66	1.956	0.992	vérifie
R89-R90	92.43016196	91.60953605	136.0136767	0.0060	2.4295815	75	1114.77	1200	2.61	2.95	0.82	1.121	0.69	2.928	0.830	vérifie
R90-R91	91.60953605	90.08044049	141.1326389	0.0108	2.4295815	75	998.88	1000	3.10	2.432	1.00	1.143	0.80	3.541	0.808	vérifie
R91-R92	90.08044049	89.96185113	54.61397197	0.0022	2.4295815	75	1350.21	1500	1.82	3.21	0.76	1.095	0.65	1.991	0.974	vérifie
R92-R93	89.96185113	89.41869266	103.8713754	0.0052	2.4295815	75	1145.08	1200	2.43	2.75	0.88	1.137	0.73	2.763	0.874	vérifie
R93-R94	89.41869266	88.92921575	79.30380553	0.0062	2.4295815	75	1110.03	1200	2.64	2.98	0.81	1.118	0.69	2.952	0.823	vérifie
R94-R95	88.92921575	88.59414575	72.81108876	0.0046	2.4295815	75	1172.84	1200	2.28	2.58	0.94	1.139	0.76	2.598	0.916	vérifie
R95-R96	88.59414575	88.32524731	80.87070812	0.0033	2.4295815	75	1246.53	1500	2.25	3.97	0.61	1.052	0.56	2.366	0.840	vérifie
R96-R97	88.32524731	87.88283687	72.83782287	0.0061	2.4295815	75	1113.37	1200	2.62	2.96	0.82	1.120	0.69	2.935	0.828	vérifie

R97-R98	87.88283687	87.52766084	66.54837139	0.0053	2.4295815	75	1140.70	1200	2.46	2.78	0.88	1.136	0.72	2.789	0.867	vérifie
R98-R99	87.52766084	87.52286458	1.163451098	0.0041	2.4295815	75	1197.29	1200	2.16	2.44	1.00	1.142	0.80	2.465	0.966	vérifie
R99-R100	87.52286458	86.83578856	107.8569244	0.0064	2.4295815	75	1103.47	1200	2.68	3.032	0.80	1.113	0.68	2.986	0.813	vérifie
R100-R101	86.83578856	86.39100437	117.9770026	0.0038	2.4295815	75	1217.52	1500	2.39	4.23	0.57	1.039	0.54	2.488	0.809	vérifie
R101-R102	86.39100437	86.31187785	8.513683638	0.0093	2.4295815	75	1028.02	1200	3.24	3.66	0.66	1.066	0.59	3.455	0.709	vérifie
R102-R103	86.31187785	86.1961157	5.825186921	0.0199	2.4295815	75	891.49	1000	4.20	3.29	0.74	1.088	0.64	4.566	0.637	vérifie
R103-R104	86.1961157	86.0462904	52.97107457	0.0028	2.4295815	75	1284.92	1500	2.07	3.66	0.66	1.066	0.59	2.211	0.886	vérifie
R104-R105	86.0462904	85.94248629	43.31042728	0.0024	2.4295815	75	1325.44	1500	1.91	3.37	0.72	1.082	0.63	2.067	0.939	vérifie
R105-R106	85.94248629	85.77959101	52.46153866	0.0031	2.4295815	75	1262.64	1500	2.17	3.84	0.63	1.058	0.57	2.300	0.859	vérifie
R106-R107	85.77959101	85.56690506	83.4267213	0.0025	2.4295815	75	1310.19	1500	1.97	3.48	0.70	1.076	0.61	2.118	0.918	vérifie
R107-R108	85.56690506	85.25405213	85.85804301	0.0036	2.4295815	75	1225.32	1500	2.35	4.16	0.58	1.043	0.54	2.455	0.817	vérifie
R108-R109	85.25405213	84.88504653	21.33539069	0.0173	2.4295815	75	915.02	1000	3.91	3.073	0.79	1.109	0.67	4.340	0.671	vérifie
R109-R110	84.88504653	84.87027268	7.161736622	0.0021	2.4295815	75	1363.25	1500	1.77	3.13	0.78	1.103	0.66	1.954	0.993	vérifie
R110-R111	84.87027268	84.2681985	79.65681996	0.0076	2.4295815	75	1068.65	1200	2.92	3.30	0.74	1.087	0.64	3.178	0.763	vérifie
R111-R112	84.2681985	83.85119337	84.99046215	0.0049	2.4295815	75	1158.83	1200	2.35	2.66	0.91	1.139	0.75	2.682	0.894	vérifie
R112-R113	83.85119337	83.45106922	68.68291828	0.0058	2.4295815	75	1122.12	1200	2.57	2.90	0.84	1.126	0.70	2.890	0.840	vérifie
R113-R114	83.45106922	83.042	79.39267972	0.0052	2.4295815	75	1148.25	1200	2.41	2.73	0.89	1.138	0.73	2.745	0.878	vérifie
R114-R115	83.042	82.915	50.10496066	0.0025	2.4295815	75	1311.61	1500	1.96	3.47	0.70	1.076	0.61	2.113	0.920	vérifie
R115-R116	82.915	82.754	70.0839362	0.0023	2.4295815	75	1336.02	1500	1.87	3.30	0.74	1.088	0.64	2.033	0.954	vérifie
R116-R117	82.754	82.6	40.57005685	0.0038	2.4295815	75	1215.96	1500	2.40	4.24	0.57	1.038	0.54	2.494	0.807	vérifie
R117-R118	82.6	82.442	76.74312781	0.0021	2.4295815	75	1363.76	1500	1.77	3.126	0.78	1.103	0.66	1.953	0.994	vérifie
R118-R119	82.442	82.277	80.52248034	0.0020	2.4295815	75	1364.97	1500	1.77	3.12	0.78	1.104	0.66	1.949	0.996	vérifie
R119-R120	82.277	82.11273677	70.11540311	0.0023	2.4295815	75	1331.12	1500	1.89	3.33	0.73	1.085	0.63	2.048	0.947	vérifie

Tronçon	CR _{am} (m)	CR _{av} (m)	Distance(m)	I (m/m)	Q _t (m3/s)	Ks	D _{cal} (mm)	D _{nor} (mm)	V _{ps} (m/s)	Q _{ps} (m3/s)	R _q	R _v	R _h	V (m/s)	H (mm)	Autocurage
R120-R121	82.11273677	81.98725305	62.13080248	0.0020	2.4295815	75	1368.68	1500	1.75	3.10	0.78	1.106	0.67	1.939	1.001	vérifie
R121-R122	81.98725305	81.78117606	74.46163064	0.0028	2.4295815	75	1290.17	1500	1.45	2.56	0.14	0.692	0.25	1.003	0.380	vérifie
R122-R123	81.78117606	81.63563385	72.70589208	0.0020	2.4295815	75	1370.96	1500	1.74	3.08	0.79	1.108	0.67	1.933	1.004	vérifie
R123-R124	81.63563385	81.42850619	83.92871112	0.0025	2.4295815	75	1318.19	1500	1.94	3.42	0.71	1.079	0.62	2.091	0.929	vérifie
R124-R125	81.42850619	81.2712595	75.53901203	0.0021	2.4295815	75	1360.94	1500	1.78	3.14	0.77	1.102	0.66	1.960	0.990	vérifie
R126-R127	80.76838282	80.58717604	82.55058641	0.0022	2.4295815	75	1347.47	1500	1.83	3.227	0.75	1.094	0.65	1.999	0.970	vérifie
R127-R82	80.58717604	80.4179998	78.27151464	0.0022	2.4295815	75	1351.38	1500	1.81	3.20	0.76	1.096	0.65	1.987	0.976	vérifie
R125-R400	80.99946097	80.8363186	81.5711869	0.0020	2.4295815	75	1371.19	1500	1.74	3.08	0.79	1.108	0.67	1.933	1.005	vérifie
R400-R401	80.8363186	80.68071824	77.80017812	0.0020	2.4295815	75	1371.19	1500	1.74	3.08	0.79	1.108	0.67	1.933	1.005	vérifie
R401-R126	80.68071824	80.53598825	72.36499527	0.0020	2.4295815	75	1371.19	1500	1.74	3.08	0.79	1.108	0.67	1.933	1.005	vérifie
R82-R322	80.3379998	80.180419	78.79040044	0.0020	4.7478465	75	1762.83	1800	1.97	5.01	0.95	1.139	0.77	2.244	1.381	vérifie
R322-R323	80.180419	80.0431496	68.63469665	0.0020	4.7478465	75	1762.83	1800	1.97	5.01	0.95	1.139	0.77	2.244	1.381	vérifie
R323-R324	80.0431496	79.94743802	47.85579106	0.0020	4.7478465	75	1762.83	1800	1.97	5.01	0.95	1.139	0.77	2.244	1.381	vérifie
R324-R325	79.94743802	77.894	51.41688651	0.0130	4.7478465	75	1241.05	1500	4.45	7.85	0.60	1.050	0.56	4.669	0.834	vérifie
R325-R326	77.894	76.486	57.09531959	0.0150	4.7478465	75	1208.19	1500	4.78	8.44	0.56	1.034	0.53	4.939	0.799	vérifie
R326-DVO	75.34569002	75.1637	80.28835523	0.0023	1.723895775	75	1177.66	1200	1.60	1.81	0.95	1.139	0.77	1.823	24.310	vérifie
DVO-R127	75.1637	74.8938	70.07236745	0.0039	1.723895775	75	1066.22	1200	2.09	2.36	0.73	1.086	0.63	2.265	25.310	vérifie
DVO-oued	75.1637	72.172536	70.07236745	0.0141	3.023950725	75	1031,44	1200	7.07	3.55	0.85	1.131	0,59	7.988	0.567	vérifie