

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'HYDRAULIQUE -ARBAOUI Abdellah-

DEPARTEMENT D'HYDRAULIQUE URBAINE

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

Option: ASSAINISSEMENT

THEME :

Conception du réseau d'assainissement du chef-lieu de la commune d'El-Flaye (W. Béjaia)

Présenté Par :

M^r BOUCHEHAM Mohamed Roustem

Devant les membres du jury

Nom et Prénoms	Grade	Qualité
M ^r KAHLERRAS Djillali	M.C.B	Président
M ^r HEBBOUCHE Abdelhamid	M.C.B	Examineur
M ^{me} KADI Latifa	M.A.A	Examinatrice
M ^r DERNOUNI Youcef	M.A.A	Examineur
M ^r BOUKHELIFA Mustapha	M.A.A	Promoteur

Session Juillet 2019

Remerciements

Tout d'abord, je remercie ALLAH notre créateur le bon dieu qui m'armé de la force, la volonté et le courage afin d'accomplir ce modeste travail.

Je tiens à remercier vivement tous ce qui, de près ou de loin ont participé à la réalisation de ce travail.il s'agit plus particulièrement de :

Tout d'abord un grand remerciement à Monsieur BOUKHELIFA Mustapha, mon encadrant pour son aide précieux et pour le temps qu'il a bien voulu me consacrer, pour ses conseils et sa sympathie et pour son suivi et son intérêt porté sur le travail que j'ai réalisé.

Mes remerciements vont également à l'ensemble des enseignants qui ont contribué à ma formation et toute la famille de L'E.N.S.H.

Mon respect aux membres de jury qui me feront l'honneur de juger ce travail.

Finalement, nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à nos familles qui nous ont toujours soutenues et à tous ceux qui ont participé de réaliser ce mémoire.

Dédicace

Je rends un grand hommage à travers ce modeste travail, en signe de respect et de reconnaissance envers :

Ma très chère mère

Mon cher père

Pour tous les sacrifices et leur soutien moral et matériel dont ils ont fait preuve pour que je réussisse. Quoi que je fasse ou que je dise, je ne saurai point vous remercier comme il se doit. Votre affection me couvre, votre bienveillance me guide et votre présence à mes côtés a toujours été ma source de force pour affronter les différents obstacles.

Je le dédie également à

Mon frère et ma sœur

Ma grande famille

Et mes chers amis

A tous les enseignants de l'E.N.S.H, ma promotion 2019 et Mes amis et tous les amis de l'E.N.S.H.

En un mot, à toute ma famille, mes amis et tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à ma formation.

ملخص

الصرف الصحي هو عملية جمع و نقل جميع المخلفات السائلة من مياه الأمطار إلى النفايات المنزلية السائلة و الصلبة، تتمحور مذكرة التخرج هذه حول دراسة نظام الصرف الصحي على مدى 30 سنة و ذلك ابتداء من سنة 2019، لبلدية لفلاي بولاية بجاية والتي تعرف نموا سكانيا معتبرا.

للقيام بذلك أجرينا دراسة هيدرولوجية مكنتنا من معرفة شدة تساقط الأمطار والتي قدرت ب 133.13 ل/ثا/هكتار. كما تجدر الإشارة، أن منطقة الدراسة تحتوي على منحدرات حادة تتراوح درجة انحدارها بين 15 و 30 بالمائة مما يسرع تدفق المياه. و للتقليل من هذه الظاهرة التي تسبب ضررا، قمنا بوضع بالوعات ساقطة و استعمال انابيب مصنوعة من الخرسانة المسلحة الخاصة بالمجاري و التي تصنف من النوع الثاني لتحملها سرعات كبيرة.

كما توجد أيضا منطقة منخفضة بحاجة إلى تصريف بالضح بطول 1879 م و ارتفاع كلي يقدر ب 23.66 م بغية إيصال مياه الصرف إلى مركز المعالجة والتصفية .

في الأخير هذا المشروع يهدف بالأساس الى الحفاظ على البيئة وتحسين مستوى الصحة في المنطقة بما يصب في المصلحة العامة للسكان.

Résumé

L'assainissement est la collecte et l'évacuation des eaux de ruissellement pluviales et des déchets liquides et solides issues de l'agglomération, ce mémoire de fin d'étude consiste à l'étude du système d'assainissement à 30 ans d'ici 2019, de la commune de Leflaye (Bejaïa) qui connaît un développement considérable de la population. L'étude hydrologique de la zone d'étude a donné une intensité de pluie de 133 l/s/ha, de plus il y a présence de fortes pentes, en majorité allant de 15 à 30% favorisant un écoulement rapide des eaux avec de forte charge hydraulique. Toutefois ce dernier phénomène est contenu par la projection de regard de chute et l'utilisation des conduites en béton armé spécial nommé type 2 qui supporte des vitesses élevées. Par ailleurs nous trouvons une zone basse qui nécessite un refoulement sur une longueur de 1879 m avec une Hmt de 23.66 m pour conduire les effluents vers le traitement d'épuration Enfin le projet a pour but générale d'améliorer la situation sanitaire globale de l'environnement pour le bien être des habitants.

Abstract

This dissertation consists in designing a sewerage system in the horizon of 30 years from 2019 for Leflaye's (Bejaïa) municipality. The general aim of the project is to ameliorate and upgrade the environment health situation for the well-being of the inhabitants

In order to accomplish this, the project has adopted a hydrological study, which gives an intensity of 133.13 l/s/ ha. The study area has steep and sharp slopes, mostly ranging from 15 to 30% favoring a rapid flow of water; this latter is quieted by the projection of falls drop shafts and the usage of special reinforced concrete pipes labeled: type 2, which supports and upholds high speeds.

Furthermore, we have a low zone, which requires pumping along 1878.5 m with an Hmt of 18.13 m to transport the effluents towards the purification treatment.

Sommaire

Liste des tableaux	
Listes des figures	
Listes des planches	
Introduction générale	

Chapitre I : Présentation de la région d'étude

I.1.	Introduction :	1
I.2.	Situation géographique :	1
I.3.	Climatologie :	2
I.3.1.	Pluviométrie :	2
I.4.	Relief et topographie :	2
I.5.	Situation géologique :	3
I.6.	Situation pédologique :	4
I.7.	Situation hydrographique :	5
I.7.1.	Réseau hydrographie :	5
I.8.	Urbanisme et population :	6
I.8.1.	Généralité :	6
I.8.2.	Population :	7
I.8.3.	Habitat et typologie urbaine :	7
I.9.	Situation hydraulique :	8
I.9.1.	Réseau d'AEP :	8
I.10.	Conclusion :	8

Chapitre 2 : Étude hydrologique

II.1.	Introduction :	9
II.2.	Définition :	9
II.2.1.	Les petites pluies :	9
II.2.2.	Les averses :	9
II.2.3.	Le choix de la période de retour :	9
II.2.4.	Détermination de l'intensité moyenne de précipitation :	10
II.3.	Étude de précipitation :	11
II.3.1.	Détermination de l'intensité moyenne maximales :	12
II.3.1.1.	Paramètres statistiques de la série :	13

II.3.1.2.	Ajustement statistique :.....	13
II.4.	Test d'adéquation :.....	19
II.4.1.	Test de Khi 2 :	19
II.5.	Conclusion :	19

Chapitre 3 : Estimation des débits d'eaux usées et pluviales

III.1.	Introduction :.....	20
III.2.	Situation démographique :	20
III.3.	Description et organisation de l'espace d'étude :.....	21
III.3.1.	Définition :	21
III.3.2.	Les bassins versant de la zone avec Arcgis :	23
III.3.3.	Découpage de la zone d'étude :	24
III.4.	Choix du système de réseau :.....	25
III.4.1.	Introduction :.....	25
III.4.2.	Systèmes de réseaux (Salah, 2014) :.....	25
	Choix du système d'assainissement :.....	27
III.5.	Choix du schéma d'évacuation (Salah, 2014) :.....	27
III.6.	Principe du tracé du réseau :	30
III.7.	Calcul du nombre d'habitants dans chaque surface élémentaire :	31
III.8.	Évaluation des débits d'eaux pluviales :	32
III.8.1.	La méthode SCS pour l'évaluation du débit fluvial (Cronshey, 1986) :	32
III.8.2.	Avantage de la méthode SCS (Mishra, Singh, 2003) :	33
III.8.3.	Temps de concentration :	33
III.8.4.	Calcul du CN :	35
III.8.5.	Calcul des débits d'eaux pluviales :.....	37
III.9.	Évaluation des débits des eaux usées :.....	38
III.9.1.	Nature des eaux usées à évacuer :.....	38
III.9.2.	Évaluation des débits d'eaux usées :.....	39
III.2.	Calcul des débits totales de l'agglomération :.....	43
III.3.	Conclusion :.....	43

Chapitre 4 : Conception du système d'assainissement

IV.1-	Introduction :.....	44
IV.2-	Conception du réseau :	44
IV.3-	Conditions d'implantation des réseaux d'assainissement :	44
IV.4-	Dimensionnement du réseau d'assainissement :	45

IV.4-1- Conditions d'écoulement et de dimensionnement :	45
IV.4- 2- Mode de calcul :	46
IV.4- 3- Résultats des calculs :	48
IV.5 Conclusion :	78

Chapitre 5 : Pompage des eaux usées

V.1. Introduction :	79
V.2. Exigences principales soumises à la station de relevage :	79
V.3. Choix de l'emplacement de la station de relevage :	79
V.4. Le choix de la variante du tracé de l'adduction :	79
V.4.1. Choix du tracé :	79
V.4.2. Données de base :	80
V.5. Dimensionnement des conduites d'aspiration et de refoulement :	80
V.5.1. Collecteur d'aspiration :	80
V.5.2. Collecteur de refoulement :	80
V.5.3. Caractéristique technique du refoulement :	85
V.6. Simulation du réseau avec EPANET	86
V.6.1. Interprétation des résultats de la simulation :	86
V.7. Choix de l'équipement principale hydromécanique et énergétique :	87
V.7.1. Critère de choix du nombre de pompe :	87
V.7.2. Critère de choix de la pompe :	87
V.7.3. Critère de choix du moteur électrique :	87
V.7.4. Couplage des pompes	87
V.7.5. Le choix du nombre de pompe principales :	87
V.7.6. Le choix du nombre de pompe de secours :	89
V.8. Équipement en amont et en aval des pompes :	89
V.8.1. En amont :	89
V.8.2. En aval :	89
V.9. Équipement auxiliaire :	90
V.9.1. Système anti incendie :	90
V.9.2. Dégrilleur :	90
V.9.3. Système de levage :	90
V.10. Protection de la conduite contre le coup de bélier :	91
V.10.1. Définition du coup de bélier :	91
V.10.2. Les causes du coup de bélier :	91

V.10.3.	Les conséquences du coup de bélier :	91
V.10.4.	Dimensionnement de l'anti bélier:	91
V.11.	Détermination du volume du réservoir de la station de refoulement :	95
V.12.	Rendement global de la station de pompage :	96
V.13.	Conclusion :	96

Chapitre 6 : Ouvrages annexes

VI.1.	Introduction :	97
VI.2.	Ouvrages principaux :	97
VI.2.1.	Canalisations :	97
VI.3.	Ouvrages annexes	100
VI.3.1.	Les ouvrages normaux :	100
VI.3.2.	Ouvrages spéciaux :	103
VI.3.3.	Dimensionnement des déversoirs d'orage 1 :	106
VI.3.4.	Dimensionnement des déversoirs d'orage 2 :	108
VI.4.	Conclusion :	110

Chapitre 7 : Organisation de chantier et sécurité de travail

VII.1.	Introduction :	111
VII.2.	Organisation du chantier :	111
VII.2.1.	Exécution des travaux :	111
VII.2.2.	Emplacement des canalisations :	111
VII.2.3.	Décapage de la couche de terre végétale :	112
VII.2.4.	Exécution des tranchées et des fouilles pour les regards :	113
VII.2.5.	Aménagement du lit de pose :	113
VII.2.6.	Pose canalisations dans la tranchée :	114
VII.2.7.	Exécution des tranchées et les regards	114
VII.2.8.	Mise en place des conduites	115
VII.2.9.	Assemblage des conduites :	115
VII.2.10.	Remblaiement et compactage des tranchées :	116
VII.2.11.	Devis quantitatif et estimatif :	118
VII.3.	Protection et Sécurité de travail :	123
VII.3.1.	Introduction sur la protection et sécurité au travail :	123
VII.3.2.	Accident de travail et maladie professionnelle :	123
VII.3.3.	Le système algérien de prévention des risques professionnels	126

VII.3.4.	Organisation de La prévention des accidents du travail :.....	127
VII.3.5.	Prévention sur les chantiers de terrassement :.....	129
VII.4.	Conclusion :	133
Conclusion générale		
Référence bibliographique		
Annexe		

LISTE DES TABLEAUX

CHAPITRE I :

TABLEAU I.1 : Répartition mensuelle des précipitations (1999)	02
TABLEAU I.2 : Nombre d'habitant de la commune d'El-Flaye	07

CHAPITRE II :

TABLEAU II.1 : Identification de la station de SEDDOUK	11
TABLEAU II.2 : Précipitations maximales journalières (Station de SEDDOUK).....	11
TABLEAU II.3 : Paramètres statistiques de la série	13
TABLEAU II.4 : Ajustement par la loi de Gumbel	14
TABLEAU II.5 : Quantiles théoriques de Gumbel	16
TABLEAU II.6 : Quantiles théoriques de log-normale	17
TABLEAU II.7 : Tableau des résultats de la loi de Gumbel	18
TABLEAU II.8 : Tableau des résultats de la loi Log-normale	18
TABLEAU II.9 : Résultats du Test de Pearson	19

CHAPITRE III :

TABLEAU III.1 : La population d'El-Flaye à l'horizon d'étude	20
TABLEAU III.2 : Estimation du nombre d'habitant d'El-Flaye	31
TABLEAU III.3 : Nombre d'habitat dans chaque surface élémentaire	31
TABLEAU III.4 : Le temps de concentration de chaque surface élémentaire	34
TABLEAU III.5 : Détermination du Curve Number.....	36
TABLEAU III.6 : Débit pluvial dans chaque sous bassin versant.....	37
TABLEAU III.7 : Débit moyen usée	40
TABLEAU III.8 : Débit rejeté des services publics.....	41
TABLEAU III.9 : Débit d'eau parasite	41
TABLEAU III.10 : Débit de pointe d'eaux usée domestique et public	42
TABLEAU III.11 : Débits totaux pour chaque surface élémentaire	43

CHAPITRE IV :

TABLEAU IV.1 : Les abréviations utilisées dans le logiciel COVADIS	48
TABLEAU IV.2 : Collecteur principale du N 1 – N 123.....	49
TABLEAU IV.3 : Collecteur principale du N 192 – N 24.....	55
TABLEAU IV.4 : Collecteur principale du N 269 – N 134.....	57
TABLEAU IV.5 : Collecteur principale du N 134 – N 95.....	59
TABLEAU IV.6 : Collecteur principale du N 233 – N 134	62
TABLEAU IV.7 : Collecteur principale du N 574 – N 122.....	64
TABLEAU IV.8 : Collecteur principale du N 428 – N 415.....	65
TABLEAU IV.9 : Collecteur principale du N 406 – N 361.....	68
TABLEAU IV.10 : Collecteur principale du N 293 – N 361.....	69
TABLEAU IV.11 : Collecteur principale du N 361 – N 405.....	72
TABLEAU IV.12 : Collecteur principale du N 517 – N 505.....	74
TABLEAU IV.13 : Collecteur principale du N 460 – N 516	75

TABLEAU IV.14 : Collecteur principale du N 456 – N 503.....	76
---	----

CHAPITRE V :

TABLEAU V.1 : Les prix des conduites en PEHD D 80 PN 6.....	81
TABLEAU V.2 : Prix unitaire de conduite avec la pose	81
TABLEAU V.3 : Frais d’amortissement.....	82
TABLEAU V.4 : Calcul HMT de la conduite de refoulement	83
TABLEAU V.5 : Frais d’exploitation.....	84
TABLEAU V.6 : Caractéristique technique de la pompe	88
TABLEAU V.7 : Caractéristique technique du moteur électrique	89
TABLEAU V.8 : Récapitulatif des résultats des paramètres nécessaires au dimensionnement de l’anti bélier.....	92
TABLEAU V.9 : Profil adimensionnel de la conduite de refoulement.....	94

CHAPITRE VII :

TABLEAU VII.1 : Devis quantitatif du projet.....	120
--	-----

LISTE DES FIGURES

CHAPITRE I :

Fig. I.1 : Carte administrative de la Wilaya de Bejaïa	01
Fig. I.2 : Communes limitrophes de El-Flaye	02
Fig. I.3 : Représentation de la zone d'étude	03
Fig. I.4 : Extrait de carte géologique de la zone d'étude et ses environs (échelle 1/50000).....	04
Fig. I.5 : Carte pédologique de la ville de béjaia	05
Fig. I.6 : Principaux Oueds traversant la Commune d'El Flaye	06

CHAPITRE II :

Fig II.1 : Définition de la notion de période de retour, (Defrance, 2009).....	10
Fig II.2 : Ajustement par la loi de Gumbel.....	15
Fig II.3 : Ajustement par la loi Log-normale	17

CHAPITRE III :

Fig III.1 : Évolution du nombre d'habitant en fonction du temps.....	21
Fig III.2 : Délimitation du bassin topographique.....	22
Fig III.3 : Subdivision de la zone d'étude en sous bassin versant avec ArcGIS.....	23
Fig III.4 : Découpage des surfaces élémentaire avec le logiciel MapInfo.....	24
Fig III.5 : Système unitaire.....	25
Fig III.6 : Système séparatif.....	26
Fig III.7 : Système pseudo-séparatif.....	26
Fig III.8 : Schéma perpendiculaire	27
Fig III.9 : Schéma à déplacement latéral avec un tracé oblique.....	28
Fig III.10 : Schéma à déplacement latéral avec passage sous la rivière par un collecteur en charge	28
Fig III.11 : Schéma à collecteur transversal ou oblique	29
Fig III.12 : Schéma à collecteur étagé.....	29
Fig III.13 : Schéma radial.....	30
Fig III.14 : Division des sous bassin selon la nature des surfaces avec le logiciel MapInfo pour la détermination des Curve Numbers.....	35

CHAPITRE V :

Fig. V.1 : Courbe de choix du diamètre économique.....	84
Fig. V.2 : Réseau du refoulement d'El-Flaye sur l'interface d'EPANET.....	86
Fig. V.3 : Abaque de Puech et Meunier avec le profil Adimensionnel.....	94

CHAPITRE VI :

Fig. VI.1: Différents types des joints	99
Fig. VI.2 : Schéma qui représente les types des branchements.....	100
Fig. VI.3 : Schéma représente emplacement des bouches d'égout	101
Fig. VI.4 : Schéma représentant un regard de visite.....	103

Fig. VI.5 : Schéma du principe de fonctionnement d'un déversoir d'orage	104
Fig. VI.6 : Déversoir latéral à seuil latéral simple.....	105
Fig. VI.7 : Déversoir latéral à seuil double	105
Fig. VI.8 : Déversoir avec ouverture de fond	106

CHAPITRE VII :

Fig. VII.1: Déchargement des canalisations	112
Fig. VII.2 : Image en travers de la pratique de pose de canalisation sur le lit de sable.....	113
Fig. VII.3 : Coupe transversale d'une tranchée avec la mise en place de la conduite	115
Fig. VII.4 : Le pipelayers (pour la pose de la canalisation)	115
Fig. VII.5 : Bulldozer	116
Fig. VII.6 : Niveleuse automotrice.	116
Fig. VII.7 : Chargeur	117
Fig. VII.8 : Compacteur	118
Fig. VII.9 : Les indicateurs statistiques des AT et MP	124
Fig. VII.10 : Exemple de cause d'accident de travail variant d'action dangereuse et condition dangereuse.....	125
Fig. VII.11 : Organisation de La prévention des accidents du travail.....	126
Fig. VII.12 : Plaques de signalisation avec définition.....	130
Fig. VII.13 : Gilet de signalisation.....	131
Fig. VII.14 : Gants de manutention	131
Fig. VII.15 : casque de protection de la tête.....	132
Fig. VII.16 : casque de protection auditive	132
Fig. VII.17 : Botte de sécurité	132
Fig. VII.18 : Lunette de sécurité.....	133

Liste des planches

Planche N⁰ 1: Plan de masse El-Flaye.

Planche N⁰ 2: Plan du nouveau réseau d'El-Flaye.

Planche N⁰ 3: Profil en long de la conduite principale de la commune d'El-Flaye.

Planche N⁰ 4: Profil en long de la conduite de refoulement.

Planche N⁰ 5: Station de relevage des eaux usées.

Planche N⁰ 6: Schéma explicatif des ouvrages annexes.

Introduction générale

L'assainissement des eaux usées est une des étapes du petit cycle de l'eau. Durant ce cycle, l'eau est d'abord collectée à l'état brut par captage des eaux souterraines et/ou superficielles, puis elle subit différents traitements pour la rendre potable. Elle est ensuite distribuée dans les foyers pour leur consommation et en dernier lieu les eaux utilisées et usées sont prises en charge dans un réseau d'assainissement avant d'être rejetées dans la nature. De plus les eaux pluviales sont l'un des éléments majeurs à maîtriser dans la planification et l'aménagement de leur territoire, compte tenu de l'imperméabilisation des sols en site urbanisé, de l'intensification probable des événements pluvieux, et la volonté de maîtrise des rejets et des pollutions des eaux pluviales. La question qui revient à l'esprit c'est non seulement comment aménager l'espace en préservant les ressources en eau et les milieux naturels des risques de pollution mais aussi de savoir comment collecter et transporter les eaux usées et pluviales dans les conditions satisfaisantes pour la santé publique et l'environnement ?

Le développement rapide de la population ainsi que l'évolution du mode de vie entraînent un accroissement rapide des structures urbaines impliquant des surfaces imperméabilisées importants et des besoins en eau importants, ces derniers se produisent par une augmentation permanente du volume des rejets polluants.

L'abondance et la densité des produits nocifs charriés par les eaux usées, neutralisent de plus en plus la masse limitée de la ressource globale en eau. Alors cela exige une démarche visant à améliorer la situation sanitaire globale de l'environnement pour le bien être des habitants et la protection de leur santé des maladies à transmission hydrique.

Cette solution technologique à long terme détaillé dans ce mémoire de fin d'étude intitulé conception du réseau d'assainissement du chef-lieu de la commune d'El-Flaye comprend la collecte et l'évacuation des déchets liquides, solides et des excréments par voie gravitaire et de refoulement pour permettre le traitement des effluents de la totalité de l'agglomération, basé sur l'aspect d'étude technico-économique.

D'ailleurs cette démarche rentre dans le cadre de la nouvelle stratégie du pays « zéro rejets d'eaux usées dans le milieu naturel », qui vise à préserver les ressources en eau et protéger les milieux naturels des risques de pollution qui menacent les zones agricoles ainsi que les nappes d'eau.

Finalement, ce mémoire est composé de 7 chapitres :

Chapitre 1 Présentation de la zone d'étude.

Chapitre 2 Étude Hydrologique.

Chapitre 3 Estimation des débits d'eaux usées et pluviales.

Chapitre 4 Conception du nouveau système d'assainissement.

Chapitre 5 pompage des eaux usées.

Chapitre 6 ouvrages annexes.

Chapitre 7 ODC et sécurité de travail.

Chapitre I

Présentation de la zone d'étude

Chapitre 1 Présentation de la région d'étude

I.1. Introduction :

Le contexte géographique dans lequel s'est développée la ville, son urbanisation et ses différentes caractéristiques pédologique, géologique, hydrographique constituent les éléments déterminants qui doivent être pris en considération comme information de base pour la projection d'un système d'assainissement.

I.2. Situation géographique :

El-Flaye est une commune située dans la wilaya de Bejaïa et est administrativement rattachée à la daïra de Sidi-Aïch ; elle est située à environ 50 km au Sud-Ouest de la ville de Bejaïa, qui constitue le chef-lieu de wilaya.

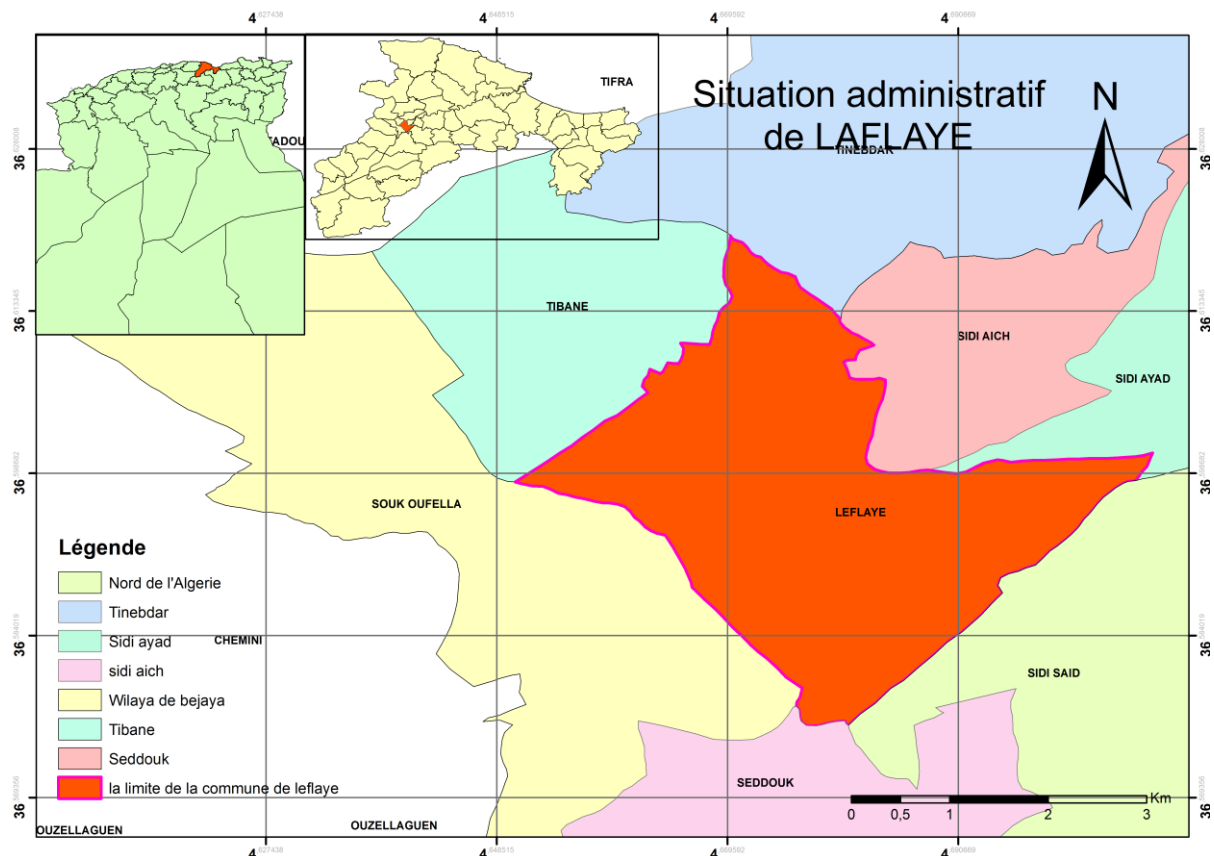


Figure I.1 : Carte administrative de la Wilaya de Bejaïa

Source : Découpage administratif de l'Algérie & Monographie

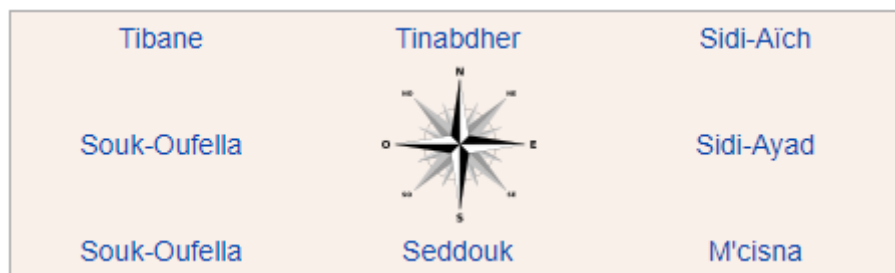


Figure I.2 : Communes limitrophes de El-Flaye

Source : *Journal officiel de la République algérienne démocratique et populaire*, n° 67, 19 décembre 1984.

I.3. Climatologie :

La climatologie est l'étude du climat et de l'état moyen de l'atmosphère, c'est-à-dire la succession des conditions météorologiques sur de longues périodes dans le temps (OMM, 2017). Alors pour le cas d'El-Flaye, le climat est méditerranéen chaud en été, froid et pluvieux en hivers. Les précipitations globales sont bonnes, la période la plus pluvieuse est observée entre le mois d'Aout et le mois de septembre.

I.3.1. Pluviométrie :

La pluviométrie constitue une donnée essentielle dans toute étude d'aménagement hydraulique, plus particulièrement pour la conception des réseaux et ouvrages d'évacuation des eaux pluviales.

La pluviométrie de la zone d'étude est fortement influencée par l'altitude, comme le montre le tableau ci-après, à travers deux stations pluviométriques assez proches.

Tableau I.1 : Répartition mensuelle des précipitations (1999):

STATION	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Ann
TIFRA SOUMMA	178	134	98	56	44	36	6	12	44	71	108	146	933
SIDI AICH	124	96	79	42	45	22	4	9	26	46	75	101	669

Source : PDAU intercommunal Timezrit, Sidi Ayad, Tinebdar, El Flaye et Tifra.

La pluviométrie enregistrée par ces deux stations varie en fonction de l'altitude et de la position par rapport à la vallée de la Soummam.

I.4. Relief et topographie :

La topographie joue un rôle très important dans la conception d'un projet d'assainissement. La zone d'étude présente des pentes fortes, en majorité supérieures à 20% favorisant un écoulement rapide des eaux, à l'exception de quelques petites superficies sous forme de collines à faibles pentes.

On observe cependant quelques zones de replat, peu étendus et discontinus, avec des pentes qui restent relativement importantes (de 15 à 30%).

La région d'étude est ainsi globalement caractérisée par un relief accidenté, creusée par des ravins dont les plus importants sont constitués par Ighzer Igmalaoun (limite Ouest de la commune), Ighzer Oukherdouk (limite Est de la commune).

Les zones le moins accidentées de la commune sont localisées au Sud d'Izghad, et le long d'Ighzer N'Taliouine.

La partie Sud est caractérisée par de faibles pentes entre [0 – 10 %] ; cette partie surplombe la rive gauche de l'Oued Soummam, qui constitue la limite Sud de la commune.

La topographie de la zone d'étude est constituée de montagnes dont l'altitude varie :

- Entre 300 et 450m au Nord (à la sortie d'El Flaye vers Tibane).
- Entre 80 à 100 m au Sud (Limite avec l'Oued Soummam).

Les pentes sont dirigées globalement vers la Soummam, soit directement, soit indirectement à travers les différents affluents qui y aboutissent.

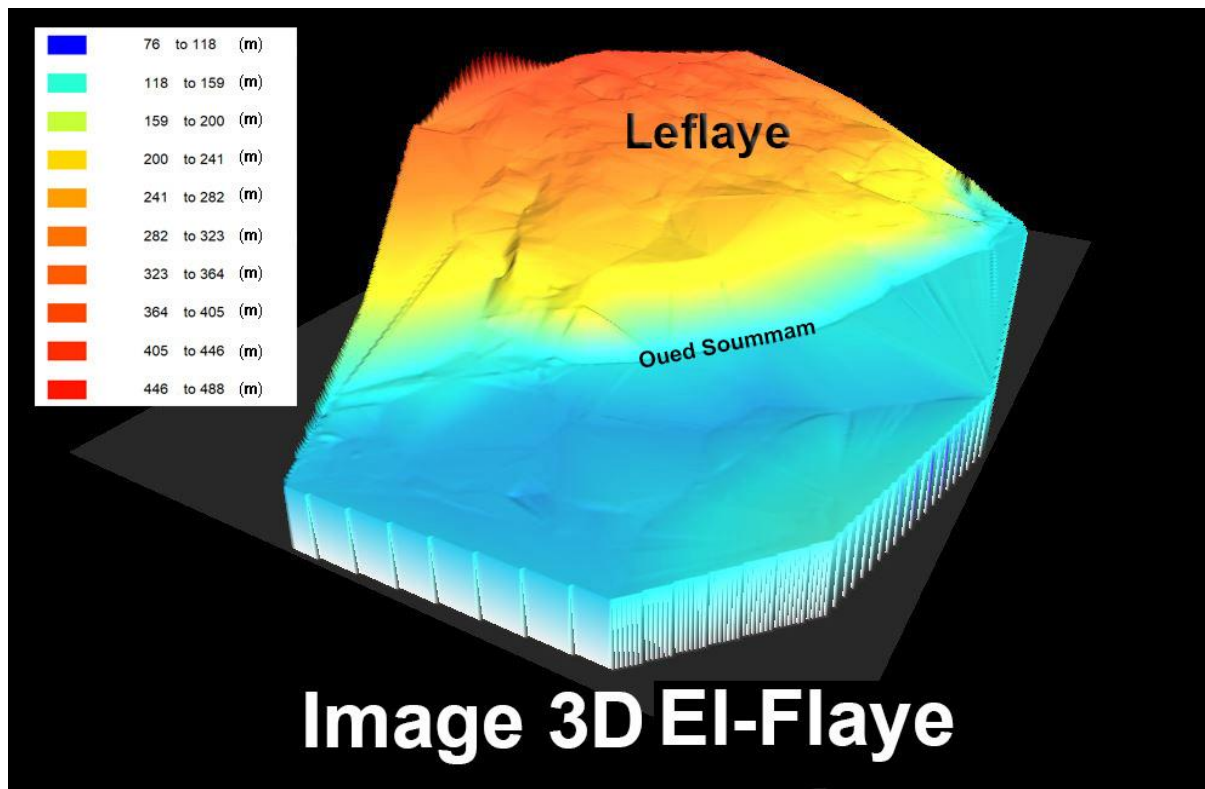


Figure I.3 : Représentation de la zone d'étude
Source : Direction des ressources en eau Bejaia

I.5. Situation géologique :

La consultation de la carte géologique, montre que le Nord de la Soummam, zone dont fait partie la Commune d'El Flaye, est constitués de hauts reliefs du massif calcaire de Chellata, qui est en fait, un prolongement de celui du Djurdjura.

Le contexte géologique est présenté en figure (I.4.) :

Une description sommaire des affleurements dans notre zone, classés des plus récents au plus anciens, est présentée comme suit :

Les terrains quaternaires, constitués :

- * De brèches de pentes formées d'éboulis cimentés.
- * D'Alluvions, consistant en sédiments des cours d'eau.
- * De Cônes de déjection au sud de la zone d'étude (Vallée de la Soummam).
- l'Oligocène présentant deux faciès différents :
- * Le faciès Kabyle localisé en bordure du massif de Chellata.
- * Le faciès Numidien : avec un faciès argileux et un faciès gréseux.
- Le Maestrichtien :

Consistant en marnes schisteuses, il affleure à l'Oued Remila.

Le crétacé inférieur : Localisé au Nord de la Soummam ; faciès flysch uniforme, comportant des grès et des marnes schisteuses de couleur verte et noire avec des pendages Nord.

Ces deux faciès se succèdent alternativement du bas vers le haut provoquant des ruptures de pentes en escalier, les grès jouant le rôle de roche dure donnant des replats topographiques, où s'est développé l'habitat.

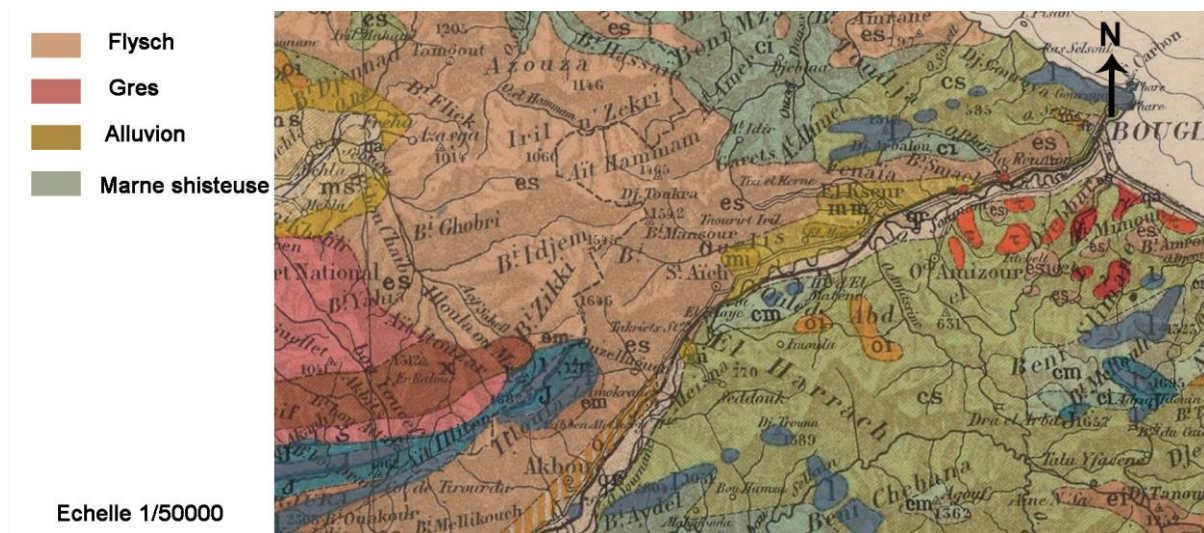


Figure I.4 : Extrait de carte géologique de la zone d'étude et ses environs.

I.6. Situation pédologique :

La pédologie d'El-Falye est composée de 2 types de formations la première est la formation argilo gréseuse et la deuxième est le Flysch, ces deux formations sont classées dans la catégorie des formations à faible capacité de rétention souterraine.

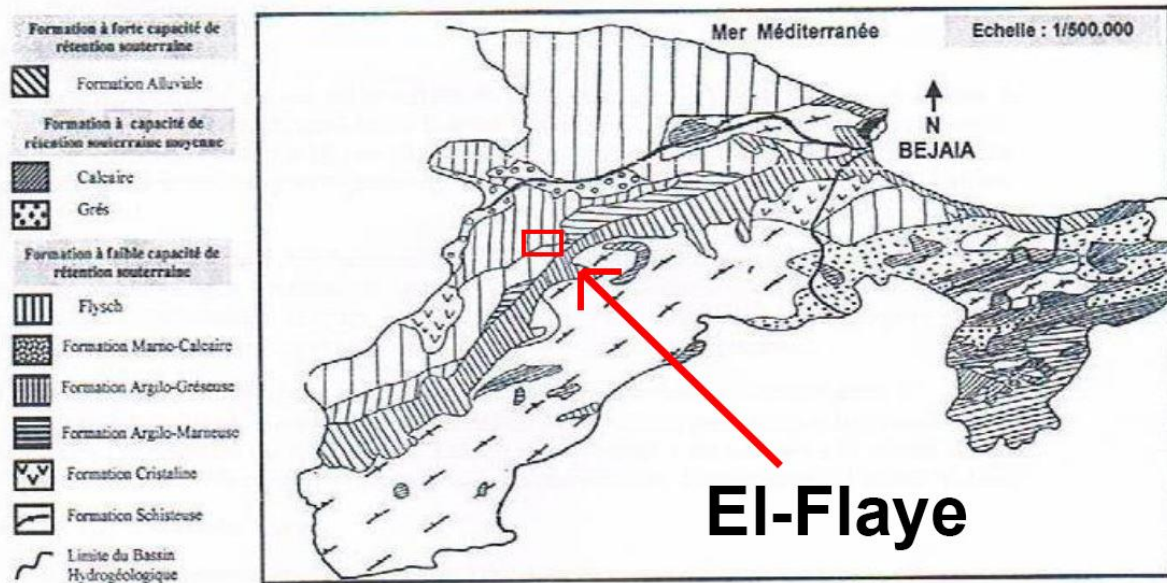


Figure I.5 : Carte pédologique de la ville de Béjaïa
Source : (ANRH alger,2004)

I.7. Situation hydrographique :

I.7.1. Réseau hydrographie :

Le secteur d'étude présente un réseau hydrographique bien développé. Les cours d'eau de la région ont un régime pluvial.

Le réseau est présenté dans la figure (I.6) et se décompose du nord au sud comme suit :

- Oued Iheledjen
- Oued Bou Haddad
- Oued Ouadda
- Oued Maakal
- Oued Soummam : qui est un fleuve du nord de l'Algérie né de la confluence de l'oued Sahel et de l'oued Bou Sellam à Akbou et se jette à Béjaïa (mer méditerranéenne)

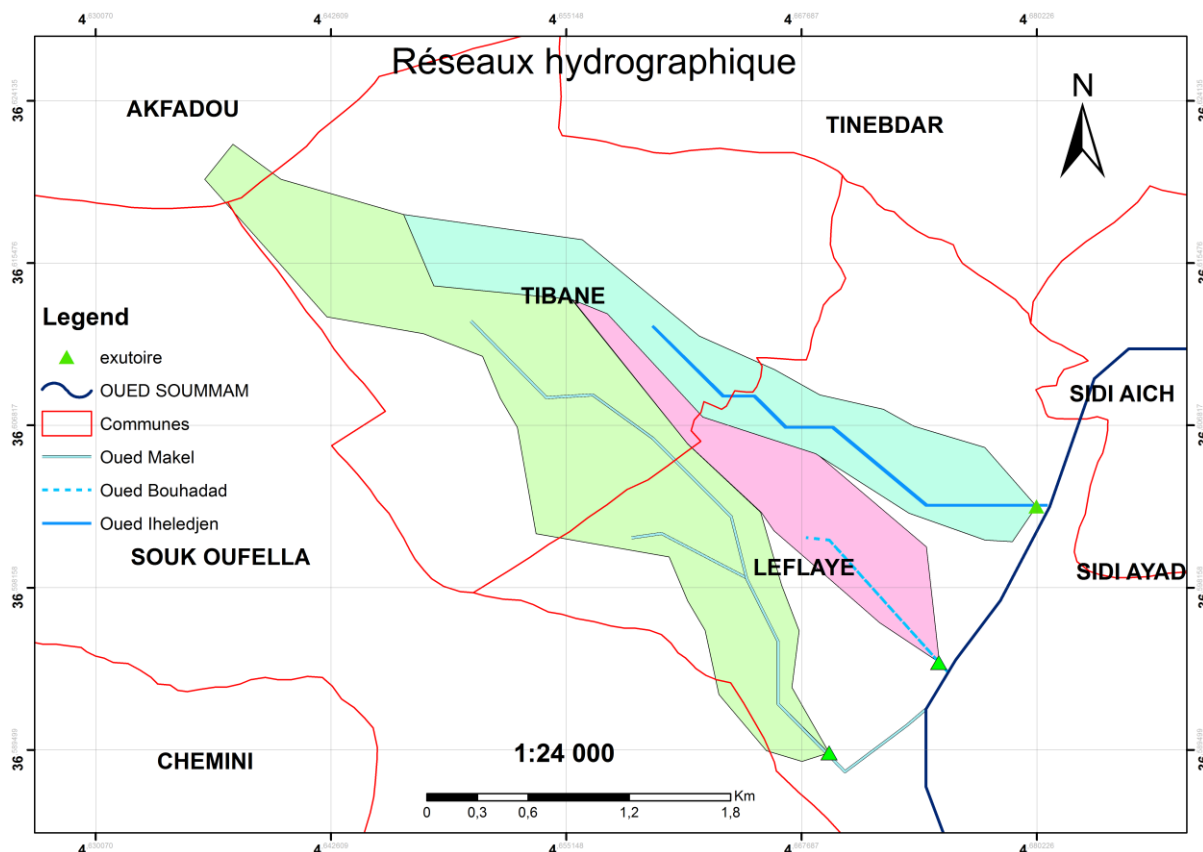


Figure I.6 : Principaux Oueds traversant la Commune d'El Flaye
Source : United states geological survey (USGS)

I.8. Urbanisme et population :

I.8.1. Généralité :

La structure urbanistique de la commune d'El-Flaye est dominée par une structure villageoise, caractérisée par un tracé sinueux longeant les lignes de crêtes, avec une accessibilité réduite vers l'intérieur des villages dû à l'exiguïté des pistes et ruelles qui y mènent.

L'ancien village d'El-Flaye qui constitue le noyau initial est situé au centre du Chef-lieu de la commune.

Il se caractérise par un habitat individuel de type traditionnel, avec une extension vers tous les sens, donnant naissance à des villages qui constituent toujours le Chef-lieu, à savoir :

- El Madi :

Situé en amont, au Nord d'El Flaye, ce village est composé généralement d'habitat individuel récent, et traditionnel.

- El Flaye :

Le centre d'El Flaye est constitué en général d'habitat individuel récent et traditionnel, qui s'est développé autour d'un noyau central constitué des sièges : APC, P et T, CEM, Centre de Santé, où se concentre aussi la majorité de l'activité commerciale, implantée notamment le long du CW 173 A.

- Ait Daoud :

Situé sur la rive droite de l'Oued Bouhadad, à l'Ouest du centre d'El Flaye, le village Ait Daoud est composé d'habitat mixte : traditionnel et plus récent.

- Izghad :

Situé au Sud-Ouest du centre d'El-Flaye, il est coupé des trois agglomérations précédentes par Ighzer Ouadda. Ce village est composé d'habitat mixte : récent et traditionnel.

- Maakal :

il s'agit d'un nouvel axe de développement, constituant une extension de l'habitat le long de la route reliant le village El-Flaye à la RN26, au Sud de la Commune.

I.8.2. Population :

La commune d'El-Flaye située sur les hauteurs de Sidi Aich, est constituée d'un ensemble de localités agglomérées autour du chef-lieu, avec un habitat assez densifié, laissant place à une faible proportion d'habitat en zone épars.

L'analyse démographique de la commune d'El-Flaye est élaborée sur la base de la campagne de recensements de la population (RGPH 2008), ce recensement ainsi que les données figurant dans l'Annuaire Statistique de la Wilaya de Bejaia Édition 2013 élaborée par la Direction de la programmation et du suivi Budgétaires de la wilaya de Béjaia (DPSB) ont montré en détail le nombre d'habitant de la commune d'El-Flaye.

Tableau I.2 : Nombre d'habitant de la commune d'El-Flaye

Commune	Année	Nombre d'habitant
EL-Flaye	1998	6620
El-Flaye	2008	7 362

(Source : Annuaire statistique de la wilaya de Bejaia édition 2013)

I.8.3. Habitat et typologie urbaine :

Le nombre de logements total de la commune est de 1 901 unités au 31.12.2012 d'après Annuaire Statistique Wilaya de Bejaia _ Edition 2013 ; il est représenté par deux typologies :

Habitat collectif : Cette typologie est recensée au niveau des logements sociaux réalisés au niveau des localités : El Madi, El Flaye.

Habitat individuel : Il constitue la typologie dominante de la commune.

I.9. Situation hydraulique :**I.9.1. Réseau d'AEP :**

La ville d'El-Flaye est équipée par un réservoir d'eau 2500 m³, qui est raccordé aux réseaux existants des communes de El-Flaye et Tibane.

L'approvisionnement de la commune d'El-Flaye en eau potable et industrielle des agglomérations

est fait à partir du barrage Tichi-Haf. Cela entre dans le cadre du projet de raccordement et transfert de l'eau à partir du barrage de Tichi-Haf. Ce projet qui s'étend sur 80 km alimente une grande partie de la ville de Bejaïa, ainsi que les communes d'El Kseur, Sidi Aïch, Ouzellaguen et Akbou seront alimentés à partir du barrage de Tichi-Haf.

I.10. Conclusion :

La zone d'étude est une région montagneuse très accidenté qui représente de forte pente allant de 15 à 30 %, traversé par 4 oueds qui se jette dans oued Soummam. Les précipitations globales sont bonnes dans la région et le terrain est argileux dans son majorité.

Ce chapitre nous servira comme première ressource d'information pour l'étude de projet par la suite, avec les différentes données géologique, pédologique, hydrogéologique, démographique ainsi que la situation hydraulique nécessaire à l'étude.

Chapitre II

Étude Hydrologique

Chapitre II

Étude hydrologique

II.1. Introduction :

L'hydrologie est la science de la terre qui s'intéresse au cycle de l'eau, c'est-à-dire aux échanges entre l'atmosphère, la surface terrestre et son sous-sol, elle est subdivisée en plusieurs sous domaines, tels que l'hydrologie urbaine qui s'intéressant à la partie du cycle de l'eau affectée par l'urbanisation ou affectant le fonctionnement de la ville : infiltration de l'eau dans les sols et fonctionnement des nappes, ruissellement des eaux en surface et écoulements dans des biefs naturels (rivières) ou artificiels (canaux, conduites souterraines), évacuation et épuration des eaux usées, etc.

Dans ce chapitre il est mis en œuvre une étude hydrologique sur la base des données historiques enregistrées dans la zone d'étude. Ces données hydrologiques relatives aux études de drainage urbain sont principalement les petites pluies et les averses.

Ce travail a pour but la détermination de l'intensité moyenne maximale et l'évaluation de la quantité des eaux pluviales, c'est-à-dire le débit de pointe en temps de crue dans le bassin versant à partir des données hydrologiques.

II.2. Définition :

II.2.1. Les petites pluies :

La terminologie admise désigne par « petites pluies » les précipitations comprises entre les bruines (hauteur d'eau tombée très faible ne provoquant pas de ruissellement) et les averses orageuses.

Il faut une hauteur d'eau supérieure à 0.5 mm pour provoquer le ruissellement et une hauteur d'eau supérieur à 1 mm pour obtenir des débits dans le réseau (Bourrier, 2008).

II.2.2. Les averses :

Une averse est un mode de précipitations se caractérisant par un début et une fin brusque et par des variations rapides d'intensité. Souvent forte et de courte durée, elle provient de nuages convectifs comme le cumulus bourgeonnant et donne de la pluie, si la température est au-dessus du point de congélation dans le nuage, ou de la neige si la température est sous celui-ci (ONM, 2015).

On désigne en général par "averse" un ensemble de pluies associé à une perturbation météorologique bien définie. La durée d'une averse peut donc varier de quelques minutes à une centaine d'heures et intéresser une superficie allant de quelques kilomètres carrés (orages) à quelques milliers (pluies cycloniques). On définit finalement une averse comme un épisode pluvieux continu, pouvant avoir plusieurs pointes d'intensité (Meylan et al., 2008)

II.2.3. Le choix de la période de retour :

On définit la période de retour T_s comme étant l'intervalle de temps moyen entre deux événements, dont l'intensité atteint ou dépasse un certain seuil « s » (voir figure II.1). Cela veut dire que sur un intervalle de temps T_s , il y a en moyenne un événement d'intensité supérieure ou égale à « s ». T_s est comptée dans une unité de temps arbitraire; en hydrologie c'est le plus souvent l'année, (Defrance, 2009).

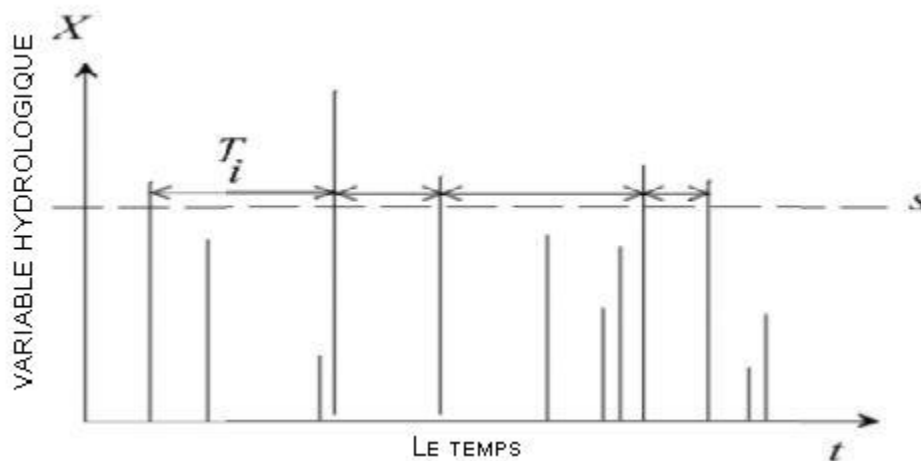


Figure II.1 : Définition de la notion de période de retour, (DeFrance, 2009)

L'avantage de la période de retour est de rendre plus « Parlante » la notion de probabilité d'occurrence. Les phénomènes extrêmes sont en effet associés à des probabilités d'occurrences très petites et pour le commun mortels, il y a peu de différence entre 0.01 et 0.001, alors qu'en terme de probabilités des phénomènes extrêmes, c'est une différence colossale (Ancey, 2011). Dans un projet d'assainissement et selon Le standard européen EN 752, approuvé par le comité européen de standardisation (CEN, 1996, 1997), la période de retour est fixée entre 10 et 50 ans, selon le type de la zone urbaine et la densité des infrastructures qui participent dans le ruissellement, pour un dimensionnement sécuritaire des réseaux d'assainissement urbain (Schmitt & al, 2004).

Pour le cas d'El-Flaye qui est une zone rurale avec une faible densité d'infrastructure et des routes non goudronnées, on recommande l'utilisation d'une période de retour de 10 ans.

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

L'intensité moyenne des précipitations est déterminé par l'ingénieur hydrologue en se basant sur les données pluviométriques spécifiques à la région d'étude, mais dans la plupart des cas il est rare de trouver une station hydrométrique situé à la région d'étude.

C'est la raison pour laquelle on est contraint à réunir une information de base, la plus complète possible pour aider à analyser par la statistique les événements pluvieux tout en identifiant leurs paramètres.

Lors de l'étude d'une averse, il convient de déterminer les intensités moyennes maximales I_t qui se définissent par rapport à la hauteur d'eau tombée pendant une durée t , soit :

$$I_t = \frac{h}{t} \quad (\text{II.1})$$

I_t : Intensité moyenne maximales en mm/h.

h : hauteur de pluie tombée pendant la durée t .

Pour le calcul de l'intensité, on doit Analyser les données pluviométriques et faire le choix du type de la loi à laquelle il faut ajuster nos résultats, calculer les paramètres de la loi choisie et vérifier son adéquation, et en fin calculer la valeur de l'intensité moyenne de précipitation.

II.3. Étude de précipitation :

Dans cette étude il est considéré une série pluviométrique qui comporte les précipitations maximales journalières pour la période la plus longue possible. Elle est basée sur l'hypothèse que la pluie tombée à une station est représentative de celle tombée tout autour de cette station sur une étendue plus ou moins large selon la densité du réseau que l'on appelle zone d'influence du pluviomètre. La station de Constantine est prise comme station de référence, son identification est présentée dans le Tableau II.1.

Tableau II.1 : Identification de la station de SEDDOUK

Station	Code	X(km)	Y(km)	Z(m)	Période d'observation
SEDDOUK	151006	678.05	362.15	370	1970 à 2010

L'analyse statistique des données pluviométriques consiste à déterminer les caractéristiques empiriques d'un échantillon d'une série d'observations de précipitations maximales journalières de 41 ans.

La série pluviométrique maximale journalière est présentée dans le tableau ci-après.

Tableau II.2 : Précipitations maximales journalières (Station de SEDDOUK)

N	Année	Pjmax (mm)
1	1970	34.1
2	1971	51.8
3	1972	40.3
4	1973	57.7
5	1974	43.5
6	1975	56
7	1976	39.1
8	1977	35.9
9	1978	23.2
10	1979	64.6
11	1980	24.7
12	1981	48.4
13	1982	48.5
14	1983	32.3
15	1984	30.5
16	1985	48.5
17	1986	21.8
18	1987	31.4
19	1988	29.2

20	1989	24.9
21	1990	40.2
22	1991	40.2
23	1992	40.5
24	1993	33.2
25	1994	37.5
26	1995	72.2
27	1996	19.9
28	1997	49.8
29	1998	33.6
30	1999	75.4
31	2000	33.6
32	2001	17.8
33	2002	46.7
34	2003	37.5
35	2004	32.4
36	2005	37.9
37	2006	68.1
38	2007	51.6
39	2008	42.5
40	2009	30.4
41	2010	31

Source : ANRH Alger

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

Dans l'objectif de déterminer l'intensité moyenne maximale probables, On étudie la série de données des précipitations maximales journalières par un ajustement à une ou plusieurs distributions statistiques l'aide du logiciel HYFRAN.

Le procédé de calcul de cette intensité maximale nécessaire pour notre projet est simple :

- Analyser les données pluviométriques et faire le choix du type de la loi à laquelle il faut ajuster nos résultats.
- Calculer les paramètres de la loi choisie et vérifier son adéquation.
- Calculer la valeur de l'intensité moyenne de précipitation.

❖ Présentation su logiciel HYFRAN :

Hyfran est un logiciel dont le but est d'effectuer l'ajustement de plusieurs lois statistiques à une série de données, il permet de simplifier l'ajustement d'une distribution statistique à un échantillon aléatoire. Ce logiciel a été développé par l'Institut National de la Recherche Scientifique –EAU en collaboration avec le service hydraulique (division hydrologie) de Hydro-Québec. Il est initialement conçu pour l'analyse de fréquence des événements extrêmes.

II.3.1.1. Paramètres statistiques de la série :

Les caractéristiques de la série sont résumées dans le tableau suivant :

Tableau II.3 : Paramètres statistiques de la série

Caractéristique	Formule	Valeur
La somme des Pmax,j (mm)	$\sum_{N=1}^{N=41} P_i$	1658.4
La moyenne des Pmax,j (mm)	$\bar{P} = \frac{\sum_{N=1}^{N=41} P_i}{N}$	40.4
L'écart type pour n < 41	$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum_{N=1}^{N=41} (P_i - \bar{P})^2}{N - 1}}$	13.8
Coefficient de variation	$C_v = \frac{\sigma}{\bar{P}}$	0.342
Coefficient d'asymétrie	$C_s = \frac{\sum_{N=1}^{N=41} (P_i - \bar{P})^3}{(N - 1)\sigma^3}$	0.770
L'exposant climatique	b	0.35

II.3.1.2. Ajustement statistique :

Les lois d'ajustement sont nombreuses et ne peuvent être appliquées à un échantillon que si les conditions homogénéité-stationnarité sont réunies.

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

Les deux lois d'ajustement généralement utilisées dans ce genre d'étude sont :

- Loi de GUMBEL.
- Loi de GALTON.

II.3.1.2.1. Ajustement à la loi de Gumbel :

La distribution statistique de Gumbel ou bien la loi doublement exponentielle est souvent utilisée pour décrire le comportement statistique des valeurs extrêmes.

La fonction de répartition est (Touaibia, 2004) :

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

$u = \frac{x-a}{b}$: la variable réduite de Gumbel.

a et b : Les paramètres du modèle de Gumbel.

On écrit alors

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

$$u = -\ln[-\ln(F(x))]$$

L'avantage d'utiliser la variable réduite est que l'expression d'un quantile est alors linéaire.

$$x = \frac{1}{\alpha} \times u + x_0$$

En pratique il s'agit essentiellement d'estimer la probabilité de non dépassement $F(x_i)$ qu'il convient d'attribuer à chaque valeur x_i . Il existe de nombreuses formules d'estimation de la fonction de répartition à l'aide de la fréquence empirique. Elles reposent toutes sur un tri de la série par valeurs croissantes permettant d'associer à chaque valeur son rang r .

$$q = \frac{r - 0.5}{N}$$

Où r est le rang dans la série de données classée par valeurs croissantes, est la taille de l'échantillon.

Enfin à l'aide de l'ajustement il est alors possible d'estimer les pluies maximales pour des périodes de retour données.

Procédé d'ajustement et résultat :

- 1- Classement des valeurs par ordre croissant en leur affectant un numéro d'ordre.
- 2- Calcul de la fréquence expérimentale.
- 3- Calcul de la variable de Gumbel pour chaque valeur observée $u = -\ln[-\ln(F(x))]$

Résultat des 3 premières étapes sont dans le tableaux suivant :

Tableau II.4 : Ajustement par la loi de Gumbel

Pj max [mm]	Classement	Rang	Fréquence de Hazen	u
34,1	17,8	1	0,0122	-1,48313
51,8	19,9	2	0,0366	-1,19638
40,3	21,8	3	0,0610	-1,02865
57,7	23,2	4	0,0854	-0,90049
43,5	24,7	5	0,1098	-0,79276
56	24,9	6	0,1341	-0,69755
39,1	29,2	7	0,1585	-0,61073
35,9	30,4	8	0,1829	-0,52985
23,2	30,5	9	0,2073	-0,45331
64,6	31	10	0,2317	-0,38
24,7	31,4	11	0,2561	-0,3091
48,4	32,3	12	0,2805	-0,23998
48,5	32,4	13	0,3049	-0,17214
32,3	33,2	14	0,3293	-0,10515
30,5	33,6	15	0,3537	-0,03867
48,5	33,6	16	0,3780	0,027647
21,8	34,1	17	0,4024	0,094078
31,4	35,9	18	0,4268	0,160907

Pj max [mm]	Classement	Rang	Fréquence de Hazen	u
29,2	37,5	19	0,4512	0,228406
24,9	37,5	20	0,4756	0,296847
40,2	37,9	21	0,5000	0,366513
40,2	39,1	22	0,5244	0,4377
40,5	40,2	23	0,5488	0,510731
33,2	40,2	24	0,5732	0,585959
37,5	40,3	25	0,5976	0,663785
72,2	40,5	26	0,6220	0,744664
19,9	42,5	27	0,6463	0,829133
49,8	43,5	28	0,6707	0,917827
33,6	46,7	29	0,6951	1,011514
75,4	48,4	30	0,7195	1,111145
33,6	48,5	31	0,7439	1,217918
17,8	48,5	32	0,7683	1,333381
46,7	49,8	33	0,7927	1,459588
37,5	51,6	34	0,8171	1,599356
32,4	51,8	35	0,8415	1,756705
37,9	56	36	0,8659	1,937669
68,1	57,7	37	0,8902	2,151928
51,6	64,6	38	0,9146	2,416525
42,5	68,1	39	0,9390	2,765989
30,4	72,2	40	0,9634	3,289529
31	75,4	41	0,9878	4,40059

1- Interprétation des valeurs observées sur papier Gumbel :

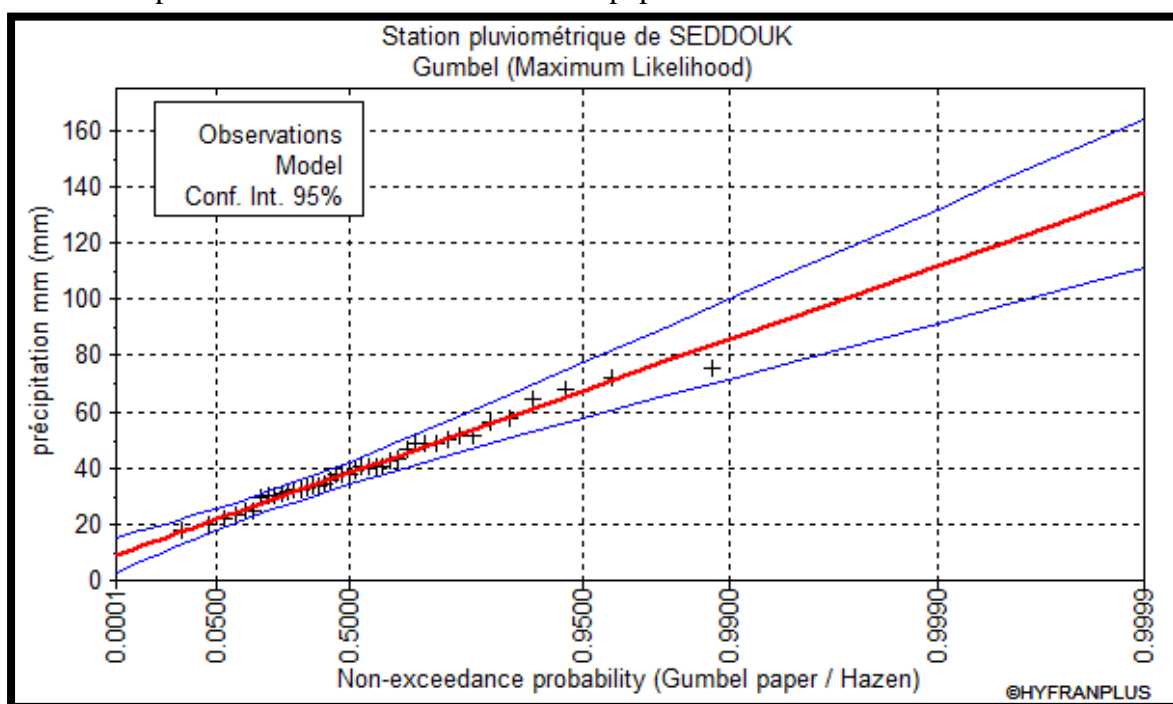


Figure II.2 : Ajustement par la loi de Gumbel

Détermination des paramètres de la loi par la méthode du maximum de vraisemblance :

On calcule les paramètres α et x_0 par la méthode du maximum de vraisemblance. Cette méthode ne s'utilise que lorsque l'on dispose de moyen de calcul automatique.

D'après les formules

$$\bar{x} = a + \frac{\sum x e^{-\frac{x}{a}}}{\sum e^{-\frac{x}{a}}}$$

L'estimation de α est résolu par itération.

Alors on obtient $\alpha = 11.2557$

$$x_0 = a \cdot \ln \left[\frac{\sum e^{-\frac{x}{a}}}{N} \right] = 11.2557$$

De la deuxième équation on obtient $x_0 = 34.0313$

Quantile :

Tableau II.5 : Quantiles théoriques de Gumbel

Période de retour	Fréquence au non dépassement	Valeurs théoriques	Intervalle de confiance
T(ans)	Q	Pt (mm)	Int
100	0.99	85.8	71.7 – 99.9
50	0.98	78.0	65.7 – 90.2
20	0.95	67.5	57.6 – 77.3
10	0.90	59.4	51.3 – 67.4
5	0.80	50.9	44.7 – 57.2

II.3.1.2.2. Ajustement à la loi Log-normale (Galton) :

La loi de Galton s'appelle également loi log-normale ou loi gaussio-logarithmique car son expression est proche de celle de la loi normale à une anamorphose près de type logarithmique sur la variable.

La fonction de répartition est donnée par la représentation suivante (Touaibia, 2004) :

$$F(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^u e^{-\frac{u^2}{2}} \cdot du \quad \text{II.4}$$

Identique à celle de la loi normale, mais dans laquelle on passe par un changement de variable de x en $\ln(x)$.

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

Donc l'équation de la droite présentée sur le papier Gausso-logarithmique sera

$$\ln(x) = \overline{\ln(x)} + \sigma_{\ln x} \cdot u_{p\%}$$

Les paramètres calculés

$$u = 3.6442$$

$$\sigma_{\ln x} = \sqrt{\frac{(\sum_{N=1}^{N=41} (\ln(P_i) - \overline{\ln(p)})^2}{N - 1)} = 0.34$$

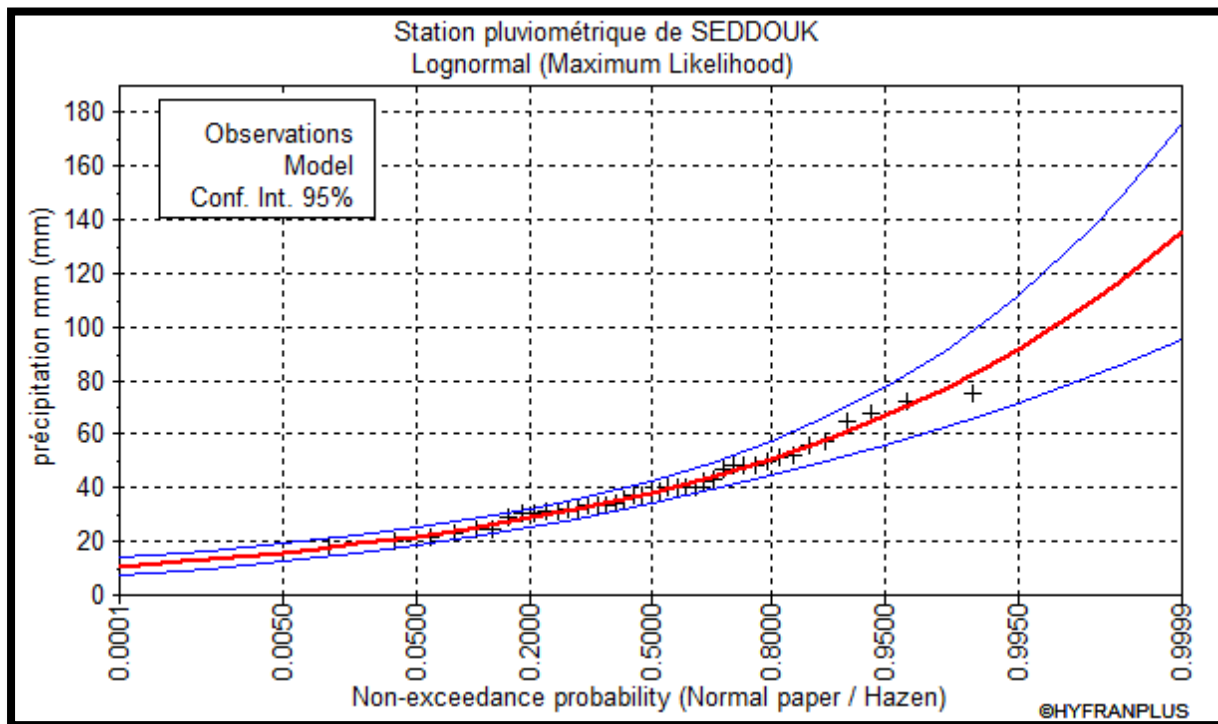


Figure II.3 : Ajustement par la loi Log-normale

Tableau II.6 : Quantiles théoriques de log-normale

Période de retour	Fréquence au non dépassement	Valeurs théoriques	Intervalle de confiance
T(ans)	q	Pt (mm)	Int
100	0.99	84.4	67.3 – 101
50	0.98	76.9	62.7 – 91.2
20	0.95	66.9	56.2 – 77.7
10	0.90	59.2	50.8 – 67.5
5	0.80	50.9	44.7 – 57.1

II.3.1.3. Le calcul de la valeur de l'intensité pluviale qui correspond à une période de retour donnée :

II.3.1.3.1. D'après la loi de Gumbel :

Tableau II.7 : Tableau des résultats de la loi de Gumbel

T	Fréquence	P max %	Intervalle de confiance	α	x_0
10	0.90	59.4	51.3 – 67.4	11.2557	34.0313

$$I = \frac{P}{24} \times \left(\frac{t}{24}\right)^{b-1} \quad \text{II.5}$$

$$I = \frac{59.4}{24} \times \left(\frac{0.25}{24}\right)^{0.35-1} = 48.089 \text{ (mm/h)}$$

La valeur de l'intensité pluviale qui est le débit spécifique :

$$I = \frac{48.089 \times 10000}{3600} = 133.5823 \frac{l}{s.ha}$$

II.3.1.3.2. D'après la loi Log-normale :

Tableau II.8 : Tableau des résultats de la loi Log-normale

T	Fréquence	P max %	Intervalle de confiance	u	$\sigma_{\ln x}$
10	0.90	59.2	50.8 – 67.5	3.6442	0.34

$$I = \frac{P}{24} \times \left(\frac{t}{24}\right)^{b-1}$$

$$I = \frac{59.2}{24} \times \left(\frac{0.25}{24}\right)^{0.35-1} = 47.9277 \text{ (mm/h)}$$

La valeur de l'intensité pluviale qui est le débit spécifique :

$$I = \frac{48.089 \times 10000}{3600} = 133.1325 \frac{l}{s.ha}$$

II.4. Test d'adéquation :

II.4.1. Test de Khi 2 :

Afin de trancher sur la loi à choisir on va comparer les variables, et $X^2_{\text{théorique}}$ et $X^2_{\text{Calculé}}$ à un risque de 5% autrement dit à un seuil de signification de 95%.

Tableau II.9 : Résultats du Test de Pearson

Loi statistique	$X^2_{\text{Calculé}}$	$X^2_{\text{théorique}}$
Gumbel	11.10	11.07
Log-normale	7.98	11.07

II.5. Conclusion :

L'intensité de pluie d'une durée de 15 minutes et de fréquence 10% est :

- En utilisant la loi de Gumbel I15 (10%) ≈ 48.089 mm/h.
- En utilisant la loi de Log-normale I15 (10%) ≈ 47.9277 mm/h.

En ce référent aux deux graphiques d'ajustement en figure II.2 et II.3, on remarque que la série de pluie maximale journalière s'adapte bien avec les deux lois, mais l'intervalle de confiance de la loi de Gumbel est plus serré que celle de la loi de Galton.

Pour le dimensionnement de notre futur réseau d'eaux pluviales, on travaillera avec une pluie d'intensité « i ».

Tell que : $i = 48$ mm/h

D'où nous trouvons que la valeur de l'intensité pluviale nécessaire pour évaluation des débits d'eau pluviale de la manière suivante :

$$I = \frac{48 \times 10000}{3600} = 133.33 \frac{l}{s.ha}$$

Chapitre III

Estimation des débits d'eaux usées et pluviales

Chapitre III

Estimation des débits d'eaux usées et pluviales

III.1. Introduction :

Le réseau d'assainissement, quel que soit sa nature, projeté au niveau d'une zone rurale ou urbaine, doit répondre à certains points à savoir : Assurer une évacuation correcte des eaux pluviales de manière à empêcher la submersion dans les immeubles et à permettre une circulation aisée dans les rues en temps de pluie et averses. Ainsi d'assurer les drains des eaux usées ménagères, et des eaux vannes.

Dans cette partie d'étude, on va s'intéresser à mettre en évidence tous les paramètres de base obtenus d'une source tierce et déterminer les paramètres qui influent directement sur l'évaluation des débits tels que le coefficient de ruissellement, les surfaces des sous bassins, la densité de la population.

III.2. Situation démographique :

La population d'El-Flaye est estimée selon le recensement de 2008 à **7362** habitants avec un taux d'accroissement égal à 2.1 % d'après l'APC d'El-Flaye.

Pour assurer le bon fonctionnement du réseau d'assainissement de la ville d'ici 30 ans, on doit tenir en compte la croissance démographique de l'agglomération pendant cette période, et cela sera possible par l'estimation du nombre d'habitant futur de l'agglomération.

L'obtention de ce nombre futur nous conduira à l'utilisation de la formule de la croissance géométrique à l'aide de l'équation de l'intérêt composé. Cette équation donne la valeur de la croissance de la population proportionnellement au nombre de la population existante.

$$P_t = P_0 (1+T)^N \quad \text{III.1}$$

Avec :

P_t : nombre d'habitants à l'horizon futur ;

P_0 : nombre d'habitants à l'horizon actuel ;

T : taux d'accroissement annuel constaté dans cette agglomération ;

N : l'écart d'années entre l'année de recensement et l'horizon de calcul ;

La répartition de la population est illustrée dans le tableau, ci-après.

Tableau III.1 : La population d'El-Flaye à l'horizon d'étude

Agglomération	Population 2008 (RGPH : 2008)	Population actuel 2019	Population 2049
El-Flaye	7362	9253	17261

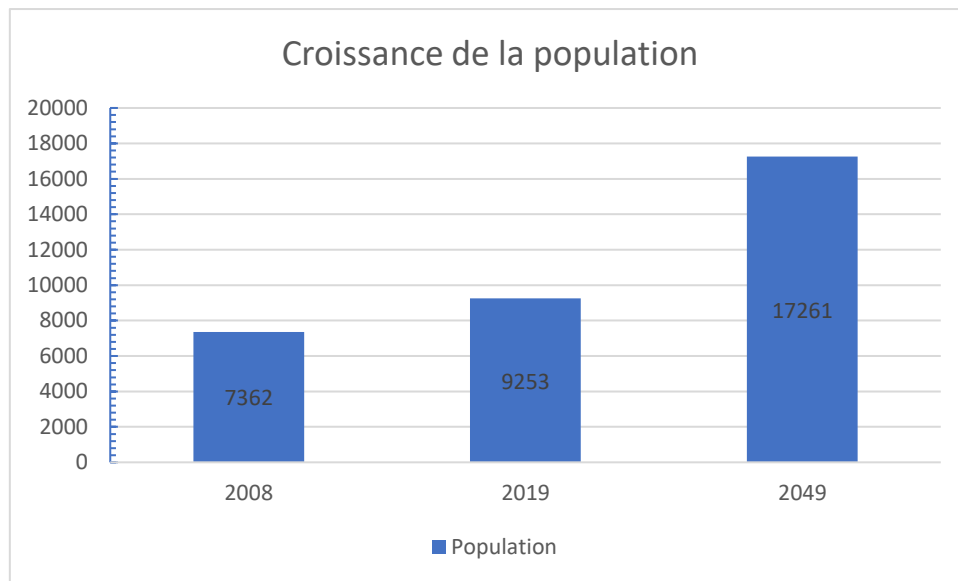


Figure III.1 : Évolution du nombre d'habitant en fonction du temps.

Alors le nombre d'habitant d'El-Flaye à l'horizon de l'étude qui est 2049 est estimé à : **17261 habitants**.

III.3. Description et organisation de l'espace d'étude :

La cartographie du projet fournit des informations et des données très exhaustives sur la région d'étude. Ces documents graphiques correspondent à une représentation qui est composée de bassins versants. Cette description de l'espace représenté dans la cartographie et le croisement des strates d'informations requièrent un découpage et une définition des objets et des entités obtenues par ce découpage.

III.3.1. Définition :

Le **bassin versant** représente l'unité géographique sur laquelle se base l'analyse du cycle hydrologique et de ses effets. Plus précisément, le bassin versant qui peut être considéré comme un " système " est une surface élémentaire hydrologiquement close, c'est-à-dire qu'aucun écoulement n'y pénètre de l'extérieur et que tous les excédents de précipitations s'évaporent ou s'écoulent par une seule section à l'exutoire.

Il est limité par les lignes de crêtes ou lignes de rencontre de versant vers le haut ou encore ligne de partage des eaux. Dans un bassin élémentaire, toutes les eaux qui ruissellent en surface par multiples voies d'eau sont recueillies par une seule ligne de découlement.

Le **sous bassin** est une section de bassin situé séquentiellement de l'amont vers l'aval. À chaque sous bassin correspond un secteur élémentaire d'étude pour le calcul des débits générés et il est constitué d'une ou plusieurs zones, où chaque zone constitue une aire avec des caractéristiques spécifiques, comme par exemple un coefficient de ruissellement constant, une occupation des sols ou une activité homogène.

La méthode utilisé pour le découpage du bassin en sous bassin :

Pour effectuer le découpage, on procède à une analyse du site, on recherche les limites naturelles, les zones avec une densité élevée des habitations, les lignes caractéristiques du relief, les pentes et les contres pentes et les accidents topographiques : fossé, talus, murs ... on respecte aussi la disposition des courbes de niveau et les routes et les voiries existantes. Pour une bonne modélisation du terrain il est commode d'utiliser une vue en perspective et une présentation avec des courbes de niveau.

Si le sous-sol est imperméable, on est face à un bassin versant topographique où la topographie sera la seule qui détermine le cheminement de l'eau. Le bassin versant sera alors limité par des lignes de plus grande pente et des lignes de crêtes comme le montre la figure ci-jointe.

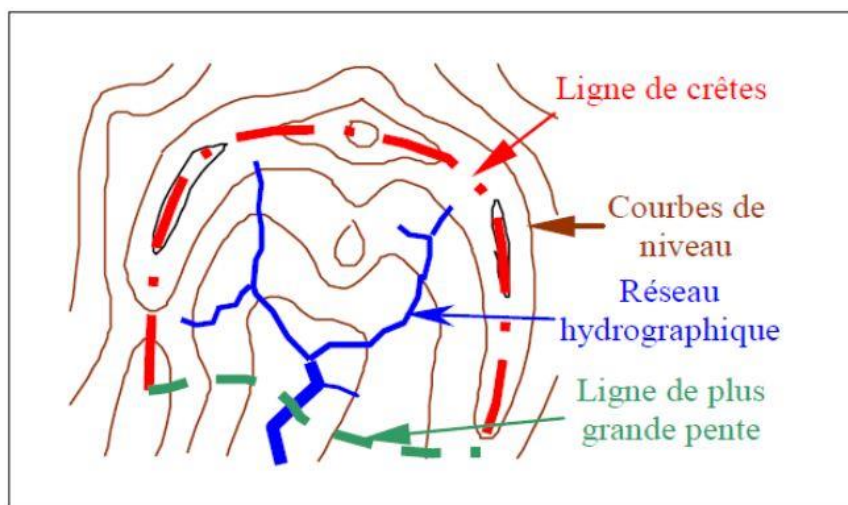


Figure III.2 : Délimitation du bassin topographique.

Source : (Musy et al., 2014)

III.3.2. Les bassins versant de la zone avec Arcgis :

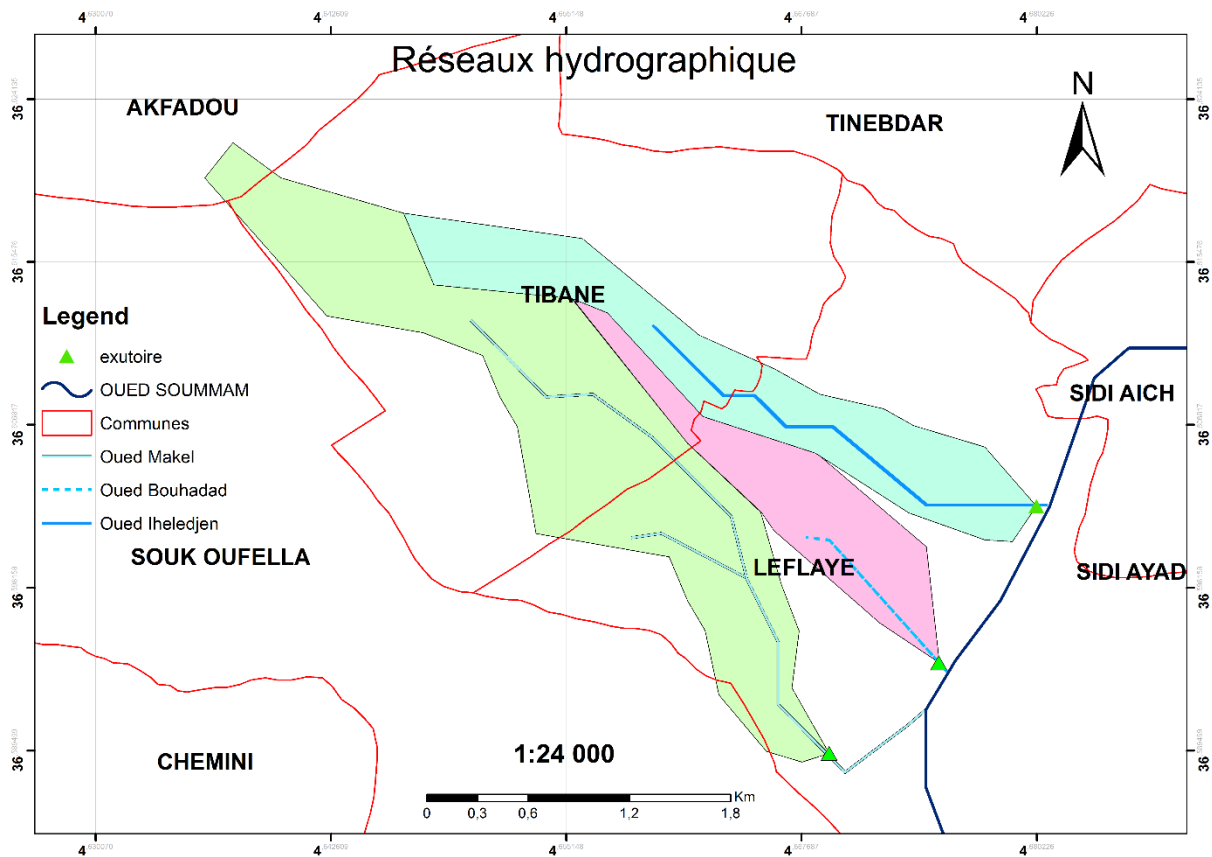


Figure III.3 : Subdivision de la zone d'étude en sous bassin versant avec ArcGIS.

Source : United states geogical survey (USGS)

III.3.3. Découpage de la zone d'étude :

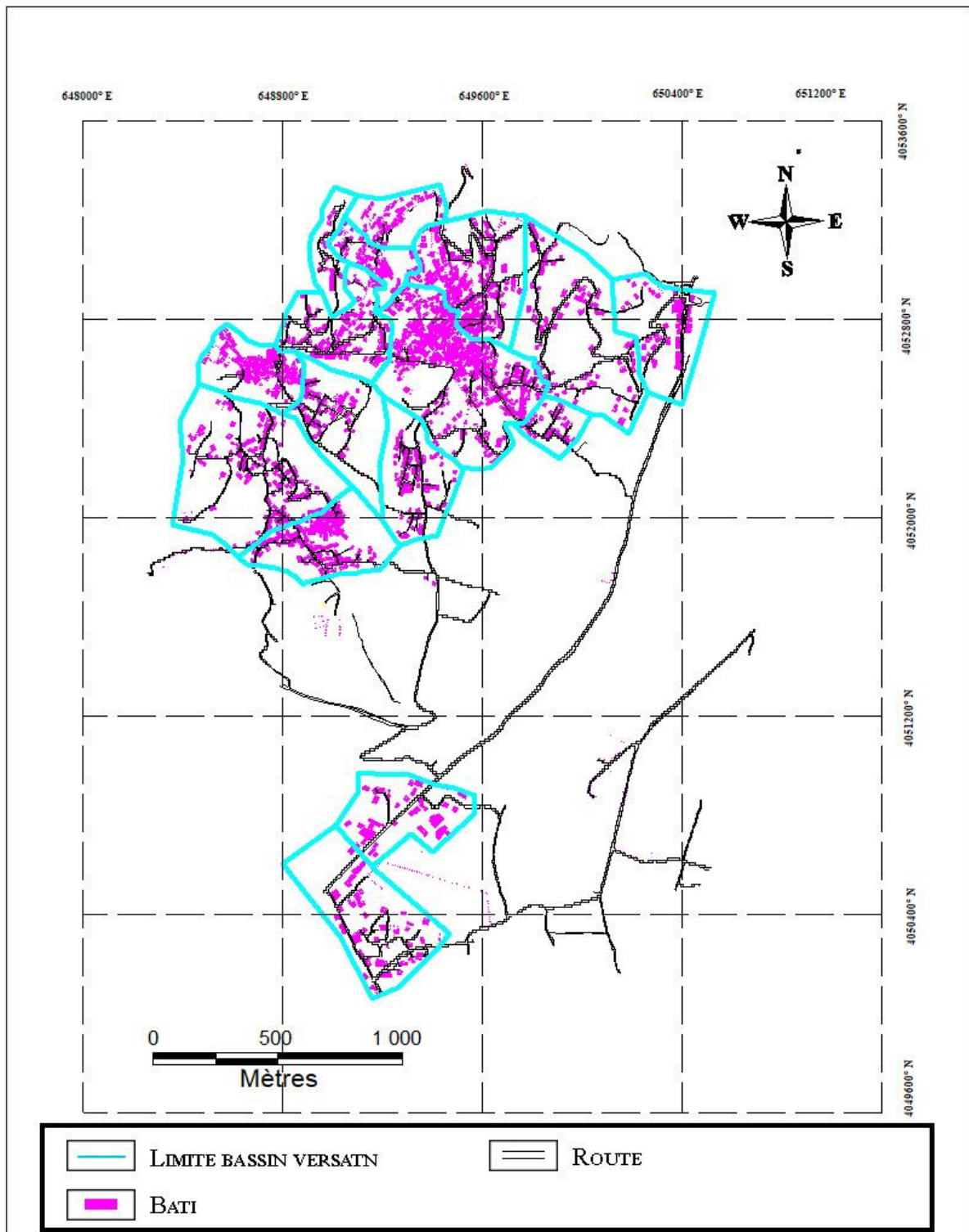


Figure III.4 : Découpage des surfaces élémentaire avec le logiciel MapInfo

Source : Direction des ressources en eau de Bejaia

III.4. Choix du système de réseau :

III.4.1. Introduction :

Le système de canalisation en assainissement, quel que soit sa nature, projeté au niveau d'une zone rurale, urbaine, industrielle permet d'évacuer :

- Les eaux pluviales qui englobent toutes les eaux de ruissellement.
- Les eaux usées d'origine domestique provenant des habitations.
- Les eaux usées industrielles provenant des industries et des services publics.

Le mode de transport de ces eaux est en fonction de leurs origines et leurs compositions en matières. De ce fait, elles peuvent être transportées séparément d'après leur nature, ou mélangées dans le même transit.

III.4.2. Systèmes de réseaux (Salah, 2014) :

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

1- Système unitaire :

Système d'assainissement formé d'un réseau unique dans lequel les eaux usées et les eaux pluviales sont mélangées et dirigées vers la station d'épuration quand elle existe. Pendant les périodes pluvieuses, une partie du mélange (trop plein) peut être rejeté par les déversoirs d'orage.

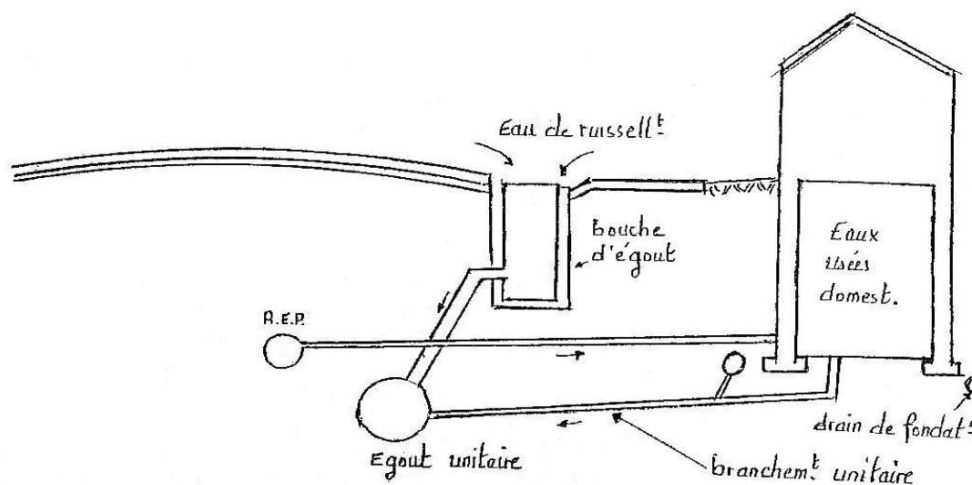


Figure III.5 : Système unitaire.

2- Système séparatif :

Système d'assainissement formé de deux réseaux distincts, l'un pour les eaux usées, l'autre pour les eaux pluviales. C'est un système usuel depuis les années 1970, le réseau d'eaux usées étant seul raccordé à la station d'épuration, le réseau d'eaux pluviales déversant les eaux généralement directement vers un cours d'eau.

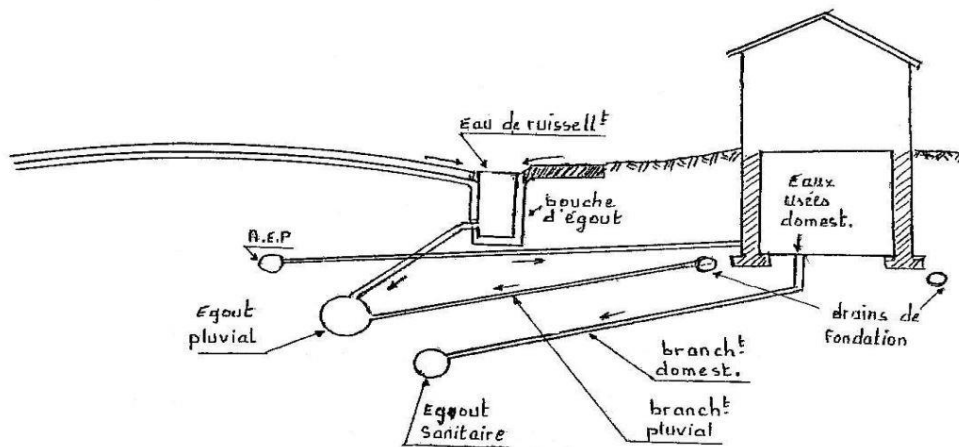


Figure III.6 : Système séparatif

3- Système pseudo-séparatif :

Système pseudo-séparatif reçoit les eaux usées et une partie des eaux de ruissellement en provenance directe des habitations, le système pseudo séparatif n'est actuellement plus préconisé dans la conception d'un nouvel équipement (Ce système peut être préconisé dans les pays tropicaux secs), c'est un système dans lequel on divise les apports d'eaux pluviales en deux parties :

- a- Les apports d'eaux pluviales provenant des toitures et cours intérieures qui sont raccordées au réseau d'assainissement, à l'aide des mêmes branchements que ceux des eaux usées domestiques;
- b- Les apports d'eaux pluviales provenant des surfaces de voirie, qui s'écoule par des ouvrages particuliers déjà reçus pour cet objet par les services de la voirie municipale (caniveaux, aqueducs, fossés avec évacuations directes dans la nature, ... etc.)

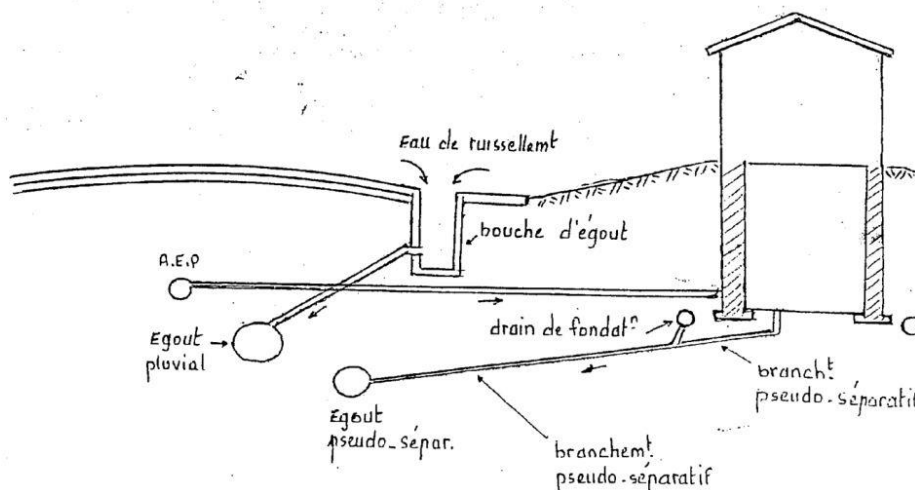


Figure III.7 : Système pseudo-séparatif

Choix du système d'assainissement :

Généralement ; le choix entre les systèmes d'assainissement résulte :

- De la topographie locale, du régime de précipitation atmosphérique, la nature du terrain, la durée de temps sec précédant le ruissellement, le tracé du réseau de la voirie urbaine, importance de l'imperméabilisation du sol, répartition de l'habitat, préservation des lieux habités contre les inondations.
- Liées à des objectifs de qualité, lorsque le pouvoir autoépuration du milieu est limité.
- De l'économie, prenant en compte les dépenses d'investissement et d'entretien d'exploitation et de gestion de l'ensemble des installations (réseau, pompage et épuration).
- Urbanistiques (répartition des quartiers résidentiels, commerciaux, et industriels, etc...) ; généralement les annexes de la pose fixent le périmètre de chaque système d'assainissement. Tel que, le système séparatif est adapté si la population est dispersée, on a la possibilité d'évacuer les eaux pluviales par voie superficielle et la zone d'étude nécessite un poste de pompage.
- De proximité des réseaux voisins et de leurs positions en profondeur (conduites d'eaux potable, canalisation de gaz, câbles électriques ou téléphoniques, etc.).

III.5. Choix du schéma d'évacuation (Salah, 2014) :

Les réseaux d'assainissement fonctionnent généralement en écoulement gravitaire, sauf dans des cas particuliers, ils peuvent avoir des dispositions diverses selon le système choisi et la topographie du terrain, leur schéma se rapproche le plus souvent de l'un des types suivants :

a) Schéma Perpendiculaire :

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

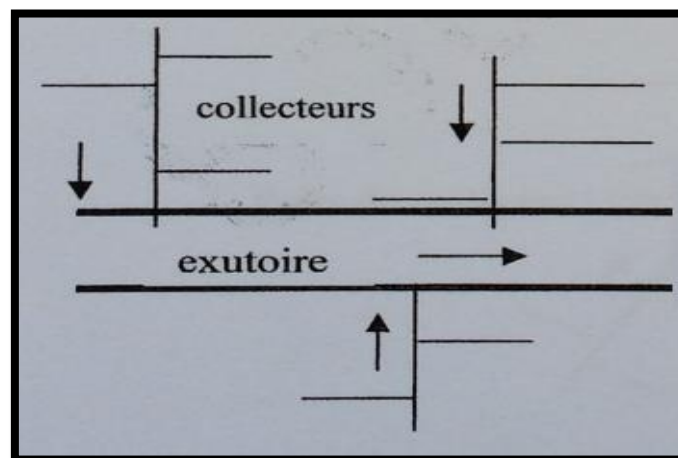


Figure III.8 : Schéma perpendiculaire

Domaines d'utilisation du schéma perpendiculaire :

- Lorsque la pollution est minimale.
- Lorsque le coût du projet est élevé on utilise plusieurs points de rejet pour économiser des tronçons (intercepteur).
- Il est utilisé dans le système séparatif car il est considéré la comme meilleure solution pour son rejet direct au milieu récepteur.

b) Schéma à Déplacement Latéral :

Ce type de tracé permet de faire passer les eaux par un même point d'épuration en utilisant soit un tracé oblique, soit un collecteur latéral a la rivière.

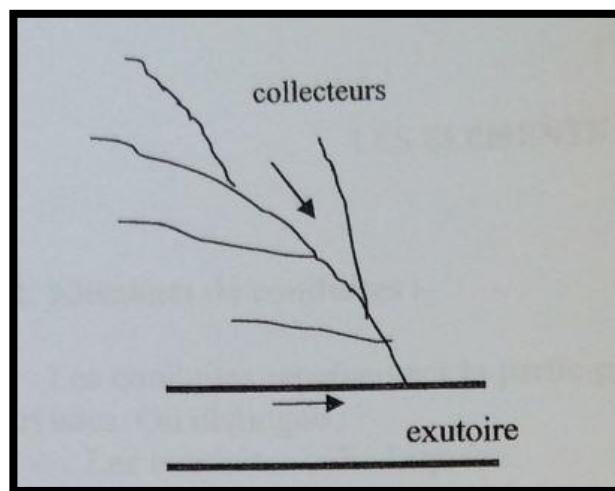


Figure III.9 : Schéma à déplacement latéral avec un tracé oblique

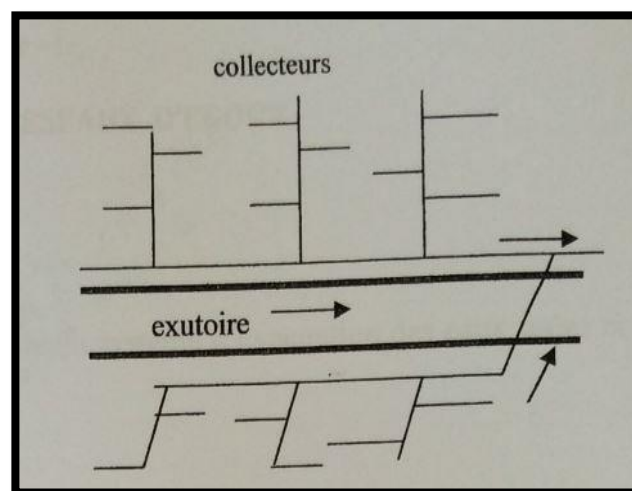


Figure III.10 : Schéma à déplacement latéral avec passage sous la rivière par un collecteur en charge

c) Schéma à Collecteur Transversal ou Oblique :

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

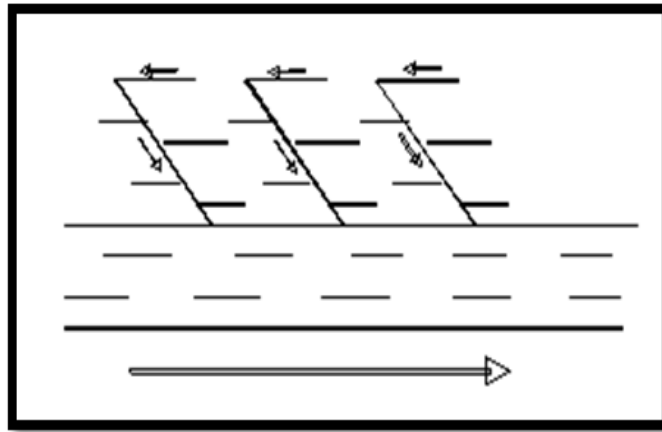


Figure III.11 : Schéma à collecteur transversal ou oblique

d) Schéma à Collecteur Étagé :

Lorsqu'on veut éviter de rendre notre réseau en charge, et lorsque notre agglomération est étendue et notre pente est assez faible, il est nécessaire d'effectuer l'assainissement à plusieurs niveaux.

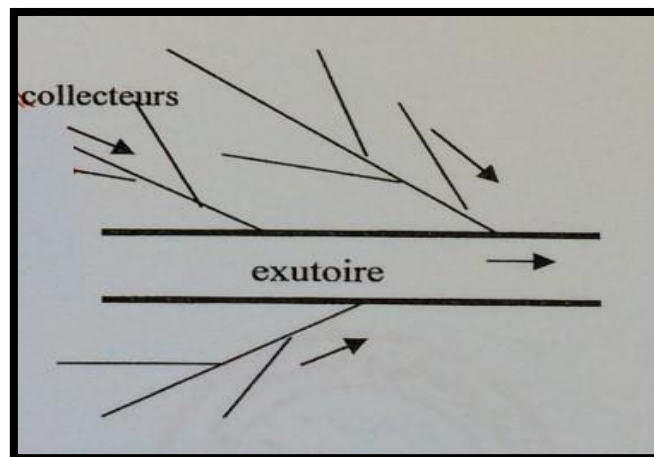


Figure III.12 : Schéma à collecteur étagé

e) Schéma Type Radial :

Ce schéma est utilisé dans les terrains plats, pour collecter tous les effluents en un point (puits de collecte) par la suite un relevage. Il est nécessaire pour le transit vers cours d'eau récepteur.

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

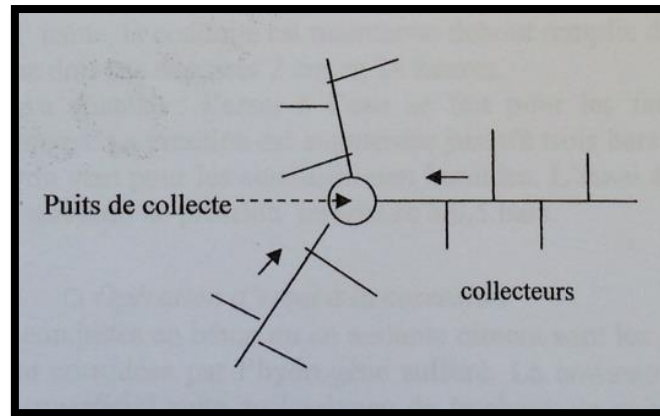


Figure III.13 : Schéma radial

III.6. Principe du tracé du réseau :

Pour le choix du tracé il faut tenir compte les facteurs suivants :

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

Si les caves sont anormalement profondes, les maisons doivent être reliées à l'aide de pompage aux collecteurs. En général, les épaisseurs de terre au-dessus des canaux ne devaient pas dépasser 2m à 2.5m.

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

- ❖ La topographie du site.
- ❖ Implantation des canalisations dans le domaine public.
- ❖ Les conditions de rejet.
- ❖ Emplacement des cours d'eau et talweg.
- ❖ Emplacement du cours d'eau ou de la station d'épuration.
- ❖ Le tracé doit être le plus court possible.
- ❖ La profondeur des canalisations doit répondre à certains critères comme :
La profondeur des caves avoisinante.
- ❖ La résistance de la canalisation aux efforts physique et au gel.

III.7. Calcul du nombre d'habitants dans chaque surface élémentaire :

La répartition de la population est illustrée dans le tableau, ci-après.

Tableau III.2 : Estimation du nombre d'habitant d'El-Flaye

Agglomération	Population 2008 (RGPH : 2008)	Population actuel 2019	Population 2049
El-Flaye	7362	9253	17261

Le nombre d'habitant par sous bassin est calculé selon la densité des maisons dans chaque sous bassin.

Tableau III.3 : Nombre d'habitat dans chaque surface élémentaire

Numéro SBV	Habitation	Pourcentage de nombre d'habitation par sous bassin [%]	Nombre d'habitant par SBV (personne)
1	72	3,0638298	529
2	100	4,2553191	735
3	19	0,8085106	140
4	471	20,0425532	3460
5	100	4,2553191	735
6	43	18,297872	316
7	143	6,0851064	1050
8	595	25,3191489	4370
9	42	1,787234	308
10	160	6,8085106	1175
11	60	2,5531915	441
12	90	03,8297872	661
13	157	06,6808511	1153
14	202	08,5957447	1484
15	42	01,787234	308
16	54	02,2978723	397
totale	2350	100	17261

III.8. Évaluation des débits d'eaux pluviales :

III.8.1. La méthode SCS pour l'évaluation du débit fluvial (Cronshey, 1986) :

La méthode SCS du Soil Conservation Service a été mise au point aux États Unis sur la base de résultats de mesures pluvio-hydrométriques pratiquées sur plusieurs centaines de bassins versants.

Cette méthode fait appel à un coefficient d'aptitude au ruissellement CN qui est estimé en fonction de la nature et de l'occupation du sol en se référant à des tables de correspondance du Soil Conservation Service pré-établies pour les valeurs les plus courantes.

L'efficacité de cette méthode tient notamment au fait qu'elle utilise non seulement les caractéristiques géométriques du bassin, mais également les caractéristiques des sols et du couvert, tenant compte des conditions d'humidité initiales et permettant de déterminer l'évolution de l'infiltration au cours de l'épisode pluvieux. On se rapproche ainsi très sensiblement de la réalité du phénomène.

Les caractéristiques des bassins versants nécessaires à l'application de la méthode SCS figurent dans le tableau (III.5).

III.8.1.1. Calcul du débit de pointe :

$$q = \frac{0.00208 \times A Q}{\frac{D}{2} + 0.6 T_c} \quad \text{III.2}$$

Où : q = le débit de pointe du ruissellement (en m³/s).

A = aire du bassin hydrographique (ha).

Q = le volume de ruissellement (en mm par rapport au bassin hydrographique).

D = la durée de la tempête (h).

T_c = le temps de concentration (h).

La méthode du SCS nécessite des connaissances sur les éléments suivants (Cronshey, 1986) :

- Les données concernant les caractéristiques des précipitations et des tempêtes de la région
- Les valeurs de l'utilisation ou de la couverture du sol, du traitement ou de la méthode de conservation, des conditions hydrologiques et des caractéristiques du sol dans la région, représentées par le numéro de courbe des précipitations (CN) sur Annexe 6 .

III.8.1.2. Calcul de la lame d'eau ruisselé (Cronshey, 1986) :

$$Q = \frac{(P - 0.2 S)^2}{P + 0.8 S} \quad \text{III.3}$$

S : est la capacité de rétention maximale potentielle lorsque commencent les précipitations (mm).

P : correspond aux précipitations (mm).

$$S = 25.4 \times \left(\frac{1000}{CN} + 10 \right) \quad \text{III.4}$$

CN : Curve number (Déterminé à partir du tableau ajouté en **Annexe 6**)

Le tableau en annexe 6 illustre les curve numbers pour les zones arides and semi-aride.

III.8.1.3. Calcul du Curve number pondéré :

$$CN_p = \frac{\sum_{i=1}^n CN_i \times S_i}{S_{totale}} \quad \text{III.5}$$

CN : curve number.

S : surface.

n : nombre de surface élémentaire.

III.8.2. Avantage de la méthode SCS (Mishra, Singh, 2003) :

La méthode SCS est une méthode conceptuelle simple qui permet l'estimations direct du ruissellement issue des précipitations de pluie.

La méthode dépend essentiellement sur un seul paramètre qui est le Curve Nombre (CN).

La fonction du CN représente les caractéristiques majeures du bassin versant qui produit le ruissellement.

La méthode SCS prend en compte les infiltrations dans le temps de l'averse et les conditions d'humidités initiale.

III.8.3. Temps de concentration :

Avec la formule de Kiripich (1940)

$$T_c = 32.5 \times 10^{-5} \times \frac{L^{0.77}}{I^{0.385}}$$

Tc : temps de concentration en (heures)

L : la longueur du plus long thalweg en (m).

I : la pente moyenne en (m/m).

Calcul du temps de concentration :

Tableau III.4 : le temps de concentration de chaque surface élémentaire

Numéro SBV	L (m)	différence d'altitude (m)	Pente I [m/m]	Tc (h)
1	527,1	62	0,117625	0,087197
2	410,6	50	0,121773	0,071054
3	577,4	39,5	0,06841	0,113566
4	685,8	72,61	0,105876	0,110886
5	1541	105,34	0,068358	0,2419
6	507,8	43,5	0,085664	0,094913
7	851,6	79,03	0,092802	0,137334
8	1382	110	0,079595	0,210648
9	240,7	33,4	0,138762	0,044946
10	502,7	74	0,147205	0,077584
11	716,8	98	0,136719	0,104692
12	487	28,4	0,058316	0,10547
13	928,5	77,2	0,083145	0,152677
14	653,7	61,89	0,094676	0,111232
15	596,9	11,85	0,019853	0,18143
16	913,5	12,31	0,013476	0,289235

III.8.4. Calcul du CN :

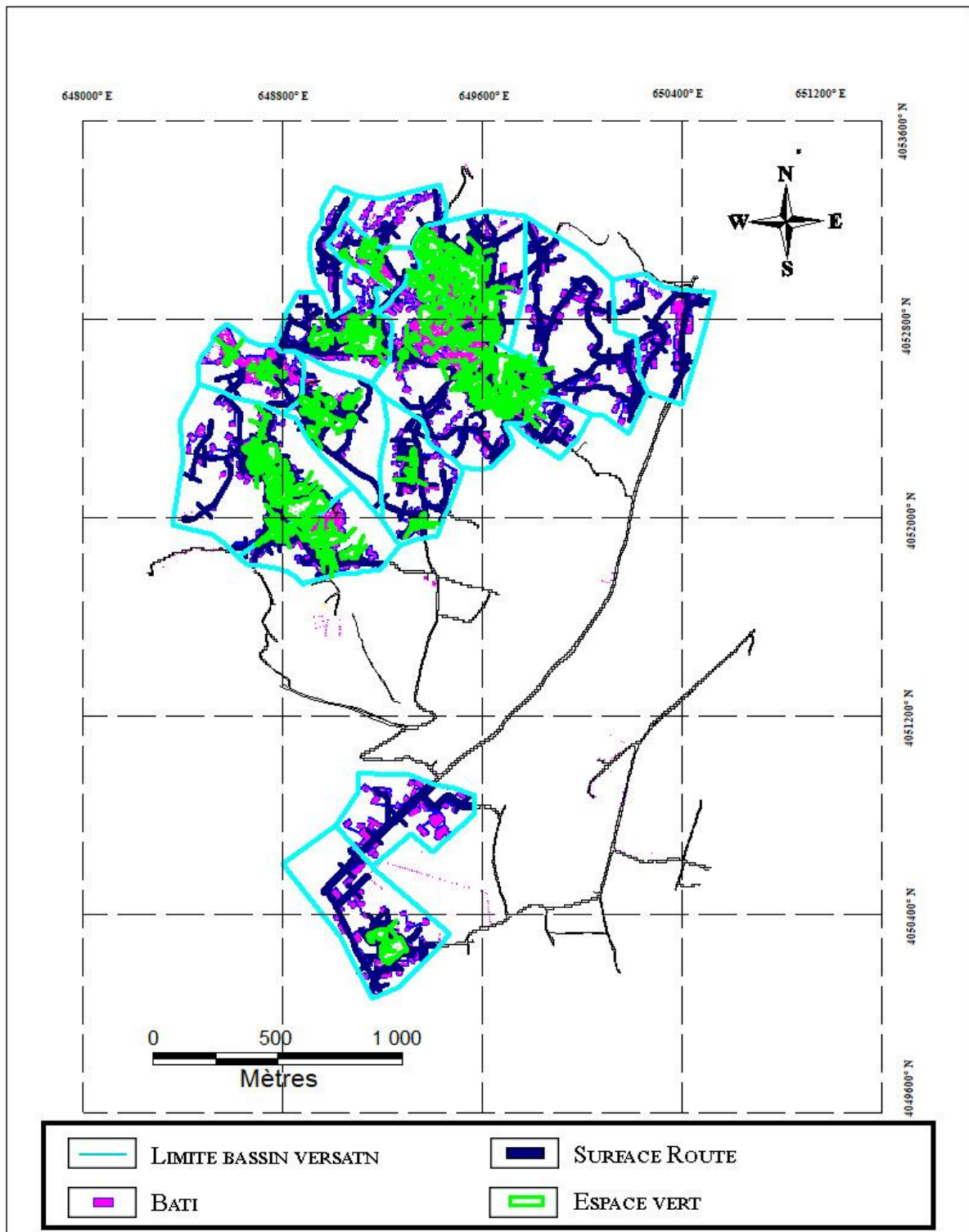


Figure III.14 : Division des sous bassin selon la nature des surfaces avec le logiciel MapInfo pour la détermination des Curve Numbers

Source : Direction des ressources en eau de Bejaia.

Calcul des CN :

Tableau III.5 : Détermination du Curve Number

Sous BV	Surface SBV [ha]	Surface Urbanisé [ha]	Surface Route [ha]	Surface des espaces verts [ha]	surface resté [ha]	Somme des surfaces [ha]	CN * S Urbanisé	CN * S Route	CN * S E vert	CN * S resté	Somme des CN * S	CN pondéré
1	6,683	1,074	0,1678	/	5,4412	6,683	82,698	14,5986	0	402,6488	499,9454	74,81
2	5,33	1,669	0,3798	0,3566	2,9246	5,33	128,513	33,0426	28,1714	216,4204	406,1474	76,20
3	5,094	0,4744	0,5068	/	4,1128	5,094	37,4776	44,0916	0	304,3472	385,9164	75,76
4	18,13	6,085	1,097	4,068	6,88	18,13	468,545	95,439	321,372	509,12	1394,476	76,92
5	26,78	3,405	1,944	/	21,431	26,78	262,185	169,128	0	1585,894	2017,207	75,33
6	13,25	2,131	0,9661	/	10,1529	13,25	164,087	84,0507	0	751,3146	999,4523	75,43
7	12,79	3,848	1,135	1,389	6,418	12,79	296,296	98,745	109,731	474,932	979,704	76,60
8	29,45	10,37	1,214	4,394	13,472	29,45	798,49	105,618	347,126	996,928	2248,162	76,34
9	4,119	0,9554	0,256	/	2,9076	4,119	73,5658	22,272	0	215,1624	311,0002	75,50
10	9,631	3,092	0,2981	0,3355	5,9054	9,631	238,084	25,9347	26,5045	436,9996	727,5228	75,54
11	13,84	1,913	0,7935	0,8209	10,3126	13,84	147,301	69,0345	64,8511	763,1324	1044,319	75,46
12	12,59	2,038	1,01	0,344	9,198	12,59	156,926	87,87	27,176	680,652	952,624	75,67
13	30,21	4,644	1,323	2,778	21,465	30,21	357,588	115,101	219,462	1588,41	2280,561	75,49
14	13,27	4,055	0,5549	1,354	7,3061	13,27	312,235	48,2763	106,966	540,6514	1008,1287	75,97
15	12,9	1,992	0,9663	/	9,9417	12,9	153,384	84,0681	0	735,6858	973,1379	75,44
16	20,41	2,272	1,678	0,8048	15,6552	20,41	174,944	145,986	63,5792	1158,4848	1542,994	75,60

III.8.5. Calcul des débits d'eaux pluviales :

Tableau III.6 : Débit pluvial dans chaque sous bassin versant

Sous BV	Surface SBV [ha]	CN pondéré	S [mm]	I=0,2S [mm]	Tc (h)	Quantile fois le temps de concentration [mm]	Lame d'eau ruisselé [mm]	T base [h]	Q (l/s)	Qp (m3/s)
1	6,683	74,8085291	85,53348	17,1067	0,087197	4,193225368	2,296305321	0,177318	180,0159	0,180016
2	5,33	76,20026266	79,33218	15,86644	0,071054	3,41691689	2,31735008	0,167632	153,2584	0,153258
3	5,094	75,7590106	81,27365	16,25473	0,113566	5,461263788	1,652931454	0,193139	90,67887	0,090679
4	18,13	76,91538886	76,23301	15,2466	0,110886	5,332405173	1,482102594	0,191532	291,809	0,291809
5	26,78	75,32513069	83,20486	16,64097	0,2419	11,63274149	0,320760236	0,27014	66,14017	0,06614
6	13,25	75,43036226	82,73443	16,54689	0,094913	4,564269869	2,029390905	0,181948	307,396	0,307396
7	12,79	76,59921814	77,59607	15,51921	0,137334	6,604278726	1,157174843	0,207401	148,4303	0,14843
8	29,45	76,33826825	78,72958	15,74592	0,210648	10,12986362	0,431384547	0,251389	105,1156	0,105116
9	4,119	75,5038116	82,40686	16,48137	0,044946	2,161388825	3,01176849	0,151967	169,7956	0,169796
10	9,631	75,53969474	82,24706	16,44941	0,077584	3,730959837	2,326510181	0,171551	271,6735	0,271673
11	13,84	75,45657514	82,61745	16,52349	0,104692	5,034532076	1,855742389	0,187815	284,4372	0,284437
12	12,59	75,66513106	81,68963	16,33793	0,10547	5,071936523	1,802271568	0,188282	250,6691	0,250669
13	30,21	75,49026812	82,46721	16,49344	0,152677	7,342096797	1,142278318	0,216606	331,3712	0,331371
14	13,27	75,97051243	80,34025	16,06805	0,111232	5,349040736	1,650317542	0,191739	237,5695	0,23757
15	12,9	75,43704651	82,70459	16,54092	0,18143	8,724788716	0,815771648	0,233858	93,59861	0,093599
16	20,41	75,59990201	81,97927	16,39585	0,289235	13,90900203	0,077799044	0,298541	11,0631	0,011063

III.9. Évaluation des débits des eaux usées :

L'évaluation des débits des eaux usées porte essentiellement sur l'estimation de la quantité des rejets en terme de débits d'eau à traiter provenant des habitations et lieux d'activité. Ces eaux sont considérées comme des effluents pollués et nocifs qui peuvent être une source de plusieurs maladies à transmission hydrique (fièvre typhoïde, dysenterie.); Pour cela il faut les évacuer de préférence vers une station d'épuration situé en hors limite de l'agglomération.

III.9.1. Nature des eaux usées à évacuer :

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

a. Les eaux usées d'origine domestique :

Les eaux usées d'origine domestique comprennent :

- Les eaux ménagères (eaux de cuisine, de lessive, de toilette, etc.).
- Les eaux vannes (en provenance des W.C, matière fécales et urines).

Pour la quantification actuelle ou prévisible de la consommation en eaux potable, on a les facteurs suivants qui interviennent :

- Type d'habitats et leur degré de confort.
- Dotation en eaux potable.
- Conditions climatiques.
- Prise en compte forfaitaire des eaux publiques et industrielles.

b. Les eaux usées d'origine industrielle :

Ces eaux proviennent de diverses usines. Elles contiennent des substances chimiques (acide, basique) et toxiques. Elles peuvent causer des problèmes dans le réseau d'évacuation et dans le milieu récepteur puisqu'elles contiennent des matières nuisibles à la santé, si pour sa Elles doivent être traitées avant de les collecter dans le réseau d'assainissement. La quantité d'eaux évacuées par les industries dépend de plusieurs facteurs :

1. Nature de l'industrie : (Fabrications ou de transformations) ;
2. Procédé de fabrication utilisé ;
3. Taux de recyclage effectivement réalisé ;
4. Cette quantification est adoptée en l'absence de compteurs, mais il y a toujours certains paramètres à prendre en considération à savoir :
 - Les eaux chaudes doivent avoir une température inférieure à 35°C.
 - Elles ne doivent pas contenir de matières corrosive, solide ou toxique. Si non elles doivent subir un prétraitement à l'intérieure de l'unité industrielle.

c. Les eaux usées du service public :

Les eaux de lavage des espaces publics (cours, rue,...) sont évacuer vers le réseau par l'intermédiaire de puisard menu d'une grille. Les eaux usées des services publics : éducatifs, sanitaires, touristiques, administratifs et différents autres services d'utilité publique seront pris en compte avec les besoins domestiques.

d. Les eaux parasites :

Les eaux parasites proviennent des nappes ou du réseau d'alimentation en eaux potable, ils doivent être mesurées sur le réseau, mais en absence de valeurs mesurées la directive Allemande ATV préconise de prendre un débit d'eau parasite compris entre 0,05 et 0,15 l/s/ha.

III.9.2. Évaluation des débits d'eaux usées :**III.9.2.1. Les eaux usées domestique :**

Pour calculer ces débit d'eaux usées domestique à évacuer, nous travaillons avec une dotation d'eau potable de 180 l/j hab (source APC El-Flaye), aussi nous considérons que les 80% de l'eau consommée sont rejetée comme eaux usées dans le réseau d'évacuation.

Évaluation du débit moyen journalier :

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

$$Q = \frac{NDKr}{1000} \quad \text{III.6}$$

Avec :

$Q_{moy,j}$: Débit moyen rejeté quotidiennement en l/j.

N : Nombre d'habitants à l'horizon d'étude (hab).

D : Dotation journalière prise égale à 180 l/j hab. (source service hydraulique de commune d'El-Flaye)

Kr : Coefficient de rejet pris égal à 80% de la quantité d'eau potable consommée.

Tableau III.7 : Débit moyen usée

Sous bassin	Nombre d'habitation	Pourcentage d'habitation par SBV	Nombre d'habitant	Q AEP [l/j]	Q domestique usée (l/j)	Q domestique usée (l/s)
1	72	0,03063829	529	95192,578	76154,06	0,8814127
2	100	0,04255319	735	132211,91	105769,5	1,22418439
3	19	0,00808510	140	25120,263	20096,21	0,23259503
4	471	0,20042553	3460	622718,11	498174,5	5,76590851
5	100	0,04255319	735	132211,91	105769,5	1,22418439
6	43	0,01829787	316	56851,123	45480,9	0,52639929
7	143	0,06085106	1050	189063,03	151250,4	1,75058368
8	595	0,25319148	4370	786660,89	629328,7	7,28389716
9	42	0,01787234	308	55529,004	44423,2	0,51415744
10	160	0,06808510	1175	211539,06	169231,3	1,95869503
11	60	0,02553191	441	79327,148	63461,72	0,73451063
12	90	0,03829787	661	118990,72	95192,58	1,10176595
13	157	0,06680851	1153	207572,70	166058,2	1,92196950
14	202	0,08595744	1484	267068,06	213654,5	2,47285248
15	42	0,01787234	308	55529,0043	44423,2	0,51415744
16	54	0,022978723	397	71394,434	57115,55	0,66105957

Remarque :

Notre projet ne comporte pas d'industrie ; les eaux usées provenant de l'agglomération sont d'origine domestique et des services publics.

III.9.2.2. Les eaux usées du service public :

Tableau III.8 : Débit rejeté des services publics

N sous bassin	Les équipements	Unité de mesure	Nombre d'unité	Dotation (l/j)	Débit [l/j]	Débit [l/s]	Débit rejeté [l/s]
1	1 Mosquée	Fidèles	100	20	2000	0,023148	0,018519
4	1 École	Élèves	100	15	1500	0,017361	0,013889
4	1 Mosquée	Fidèles	100	20	2000	0,023148	0,018519
7	2 écoles	Élèves	196	15	2940	0,034028	0,027222
7	1 CEM	Élèves	593	15	8895	0,102951	0,082361
8	1 Écoles	Élèves	100	15	1500	0,017361	0,013889
8	1 Mosquée	Fidèles	100	20	2000	0,023148	0,018519
13	1 École	Élèves	100	15	1500	0,017361	0,013889
13	1 Mosquée	Fidèles	100	20	2000	0,023148	0,018519

*Source : Annuaire Statistique Wilaya de Bejaia _ Edition 2013

III.9.2.3. Les eaux usées parasite :

Selon la directive Allemande ATV on prend un débit d'eau parasite compris entre 0,05 et 0,15 l/s/ha.

Tableau III.9 : débit d'eau parasite

Numéro Sous bassin	Surface (ha)	Q parasite (l/s)
1	6,683	1,00245
2	5,33	0,7995
3	5,094	0,7641
4	18,13	2,7195
5	26,78	4,017
6	13,25	1,9875
7	12,79	1,9185
8	29,45	4,4175
9	4,119	0,61785
10	9,631	1,44465
11	13,84	2,076
12	12,59	1,8885
13	30,21	4,5315
14	13,27	1,9905
15	12,9	1,935
16	20,41	3,0615

III.1.1.1. Évaluation du débit de pointe totale :

Comme la consommation, le rejet des eaux usées est aussi variable dans la journée, d'où on est appelé à déterminer le débit de pointe qu'il est donné par la formule qui suit :

$$Q_{pt} = K_p Q_{moy.j} \quad \text{III.7}$$

Avec :

Q_{pt} : Débit de pointe.

Q_{moy, j} : Débit moyen journalier.

K_p : Le coefficient de pointe est estimé à partir de débit moyen.

Où

$$K_p = 1.5 + \frac{2.5}{\sqrt{Q_{moy.j}(\frac{l}{s})}} \quad \text{Si } Q_{moy} > 2.8 \text{ (l/s)}$$

$$K_p = 3 \quad \text{Si } Q_{moy} < 2.8 \text{ (l/s)}$$

Avec

Q_{moy} : Débit moyen journalier exprimé en l/s.

Tableau III.10 : débit de pointe d'eaux usée domestique et public

Sous bassin	Surface [ha]	Q moy usées [l/s]	Q service public [l/s]	Débit usée et de service [l/s]	Kp	Débit usée total de pointe [l/s]
1	72	0,8814	0,01851	0,899931	3	2,69979385
2	100	1,2242	0	1,224184	3	3,67255319
3	19	0,2326	0	0,232595	3	0,69778511
4	471	5,7659	0,03240	5,798316	2,537	14,717397
5	100	1,2242	0	1,224184	3	3,67255319
6	43	0,5264	0	0,526399	3	1,57919787
7	143	1,7506	0,10958	1,860167	3	5,58050106
8	595	7,2839	0,03240	7,316305	2,423	17,7366239
9	42	0,5142	0	0,514157	3	1,54247234
10	160	1,9587	0	1,958695	3	5,87608511
11	60	0,7345	0	0,734511	3	2,20353191
12	90	1,1018	0	1,101766	3	3,30529787
13	157	1,9220	0,03240	1,954377	3	5,86313073
14	202	2,4729	0	2,472852	3	7,41855745
15	42	0,5141	0	0,612092	3	1,8362766
16	54	0,6610	0	0,563	3	1,68937447

III.2. Calcul des débits totales de l'agglomération :**Tableau III.11 :** débits totaux pour chaque surface élémentaire

Numéro SBV	Surface [ha]	Débit pluvial [l/s]	pointe Usée + Public [l/s]	Parasite [l/s]	Débit total rejeté [l/s]	Débit total rejeté [m3/s]
1	6,683	180,0159	2,699793853	1,00245	183,7181348	0,183718
2	5,33	153,2584	3,672553191	0,7995	157,7304201	0,15773
3	5,094	90,67887	0,697785106	0,7641	92,14075879	0,092141
4	18,13	291,809	14,71739701	2,7195	309,2459321	0,309246
5	26,78	66,14017	3,672553191	4,017	73,82972029	0,07383
6	13,25	307,396	1,579197872	1,9875	310,962658	0,310963
7	12,79	148,4303	5,580501064	1,9185	155,9293287	0,155929
8	29,45	105,1156	17,73662393	4,4175	127,2696906	0,12727
9	4,119	169,7956	1,54247234	0,61785	171,9559091	0,171956
10	9,631	271,6735	5,876085106	1,44465	278,9941977	0,278994
11	13,84	284,4372	2,203531915	2,076	288,7167483	0,288717
12	12,59	250,6691	3,305297872	1,8885	255,8628913	0,255863
13	30,21	331,3712	5,863130733	4,5315	341,7658582	0,341766
14	13,27	237,5695	7,418557447	1,9905	246,9785769	0,246979
15	12,9	93,59861	1,836276596	1,935	97,36988415	0,09737
16	20,41	11,0631	1,689374468	3,0615	15,81397798	0,015814

III.3. Conclusion :

La présente étude est faite pour assainir toutes les effluents de la zone pour une population futur égale à 17261, estimé à l'horizon de 2049.

La zone d'étude est découpée en 16 surfaces élémentaires, suivant les critères du découpage.

Dans cette zone on a adopté pour un système d'assainissement unitaire et un schéma d'évacuation à déplacement latérale pour transporter les eaux usées vers le traitement.

Chapitre IV

Conception du nouveau système d'assainissement

Chapitre IV

Conception du système d'assainissement

IV.1- Introduction :

Une fois que la totalité des débits est déterminée, on passe au calcul du réseau d'assainissement et à sa conception. D'une part, Les réseaux d'assainissement devront assurer une évacuation des eaux usées dans des bonnes conditions en d'hors des zones urbaines.

D'autre part, Les ouvrages d'évacuation doivent respecter certaines normes d'écoulement qui doit être uniforme, notamment la vitesse qui assure l'auto curage tout en évitant la dégradation des conduites.

IV.2- Conception du réseau :

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

Les collecteurs sont définis par leur :

- Emplacement (en plan).
- Profondeur.
- Diamètres (intérieur et extérieur).
- Pente.
- Leur joints et confection.

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

- Emplacement (en plan).
- Profondeur.
- Côtes.

IV.3-Conditions d'implantation des réseaux d'assainissement :

L'implantation des réseaux est étudiée en donnant aux canalisations des pentes permettant l'auto curage. La pente minimale souhaitable est de 0,005.

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

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

IV.4- Dimensionnement du réseau d'assainissement :

IV.4-1- Conditions d'écoulement et de dimensionnement :

IV.4.1.1. Auto curage :

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

Lorsqu'il s'agit de réseau d'évacuation des eaux pluviales et des eaux usées dans une même conduite, la vitesse d'auto curage doit satisfaire aux conditions suivantes :

- Une vitesse d'au moins 0,6 m/s pour le un dixième (1/10) du débit de pleine section (Salah, 2014).
- Une vitesse d'au moins 0,3 m/s pour le un centième (1/100) du débit de pleine section. Si ces vitesses ne sont pas respectées, il faut prévoir des chasses automatiques ou des curages périodiques (Salah, 2014).

En réseaux unitaires, l'INT 77284 (Monfront, 2009) stipule que la pente des ouvrages devrait permettre pour des débits pluviaux atteints assez fréquemment, l'entraînement des sables, et pour le débit moyen des eaux usées, celui des vases organiques fermentescibles. On tend vers la satisfaction de ces conditions dans les ouvrages calculés pour l'évacuation du ruissellement de fréquence décennale en y réalisant :

- des vitesses de l'ordre de 0,60 m/s pour 1/10 du débit à pleine section et de 0,30 m/s pour 1/100 de ce même débit (Monfront, 2009).

IV.4.1.2. Risque d'abrasion :

À l'opposé des considérations relatives à l'auto curage, le souci de prévenir la dégradation des joints sur les canalisations circulaires et leur revêtement intérieur, les vitesses d'écoulement doivent de même respecter des limites supérieures admissibles donc :

- Il est déconseillé de dépasser des vitesses de l'ordre de (7 à 8) m/s à pleine section.

En ce que concerne la vitesse limite, on peut admettre une vitesse atteignant 10 m/s pour les canalisations en béton armé (type 2) (CEN, 2002).

Tableau des Classes de charge et épaisseur minimale des parois pour le type d'action exercée LRD, Recouvrement de terre $h = 0,5 \text{ m} - \text{max. } h$, Charge mobile poids lourd 60 (SLW 60) est dans (l'annexe 5).

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

Dans le cas de vitesses d'écoulement élevées $> 10 \text{ m/s}$ et de transport excessif de matières solides, des certifications complémentaires ainsi que des méthodes d'essai appropriées doivent être convenues (CEN, 2002).

IV.4.1.3. Risques d'érosion :

Dans les systèmes unitaires et les réseaux d'eaux pluviales, la vitesse de l'effluent doit être limitée pour préserver la sécurité du personnel d'exploitation et pour éviter les risques d'érosion prématurée. Une vitesse de l'effluent de l'ordre de 10 m/s est généralement considérée comme une limite supérieure. Une compacité élevée (ex. : tuyaux en BHP*), voire des revêtements de surface intérieurs à base de résine époxy par exemple, permettent d'améliorer sensiblement la résistance à l'érosion. Le cas échéant, des mesures visant à réduire la vitesse de l'effluent peuvent être envisagées (ex. : regards de chute accompagnée) (Cerib et al., 2004).

IV.4- 2- Mode de calcul :

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

$$Q=V.S \quad \text{IV.1}$$

Avec :

Q : Débit (m³/s).

S : Section mouillée (m²).

V : Vitesse d'écoulement (m/s).

Cette vitesse se calcule par différentes expressions

La vitesse moyenne est déterminée par l'expression suivante (formule de Manning) :

$$V = K_s . R^{\frac{2}{3}} . \sqrt{I}_m \quad \text{IV.2}$$

Avec :

I_m (m/m) : Pente motrice nécessaire à l'écoulement d'un débit Q donné.

R (m) : Rayon hydraulique.

K_s : Coefficient de rugosité dépend de la nature des parois.

À partir de l'équation (IV.1) et (IV.2) le diamètre est calculé comme suit :

$$D_{\text{cal}} = \left[\frac{3,2 * Q_t}{K_s * \sqrt{I}} \right]^{3/8} \quad \text{IV.3}$$

Q_t (m³/s) : Débit d'eau total.

Le débit en pleine section est donné donc par la relation :

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

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

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

La vitesse en pleine section est calculée à partir de la relation (IV.4), avec (R) le rayon hydraulique.

$$R = \frac{D_{nor}}{4} \quad \text{IV.5}$$

Alors

$$V_{PS} = K_s * (D_{nor}/4)^{\frac{2}{3}} * \sqrt{I_m} \quad \text{IV.6}$$

La vitesse moyenne et la hauteur de remplissage dans la conduite sont calculées à partir des relations suivantes :

- Rapport des débits

$$R_Q = \frac{Q_t}{Q_{PS}} \quad \text{IV.7}$$

- Rapport des vitesses

$$R_V = \frac{V}{V_{PS}} \quad \text{IV.8}$$

- Rapport des hauteurs

$$R_h = \frac{h}{D_{nor}} \quad \text{IV.9}$$

Pour le calcul hydraulique, on a utilisé COVADIS 13.4. Le programme de calcul est basé sur les relations précédentes.

Le logiciel utilise des abréviations qui sont définie dans le tableau (IV.1).

Tableau IV.1 : Les abréviations utilisées dans le logiciel COVADIS

Coll : collecteur	D_{cal} : diamètre calculé (mm)
Tron : tronçon	D_{nor} : diamètre normalise (mm)
CT_{am} : cote terrain amont (m)	R_q : rapport des débits
CT_{av} : cote terrain aval (m)	R_h : rapport des hauteurs
CP_{am} : cote projet amont (m)	$R_{h,min}$: rapport des hauteurs minimal
CP_{av} : cote projet aval (m)	R_v : rapport des vitesses
L : longueur de conduite entre deux regards (m)	$R_{v,min}$: rapport des vitesses minimal
I : pente (m/m)	V_{min} : vitesse minimal (m/s)
Q_{tot} : debit total	H_{min} : hauteur minimal
$Q_{usée}$:debit d'eaux usées	V : vitesse réel d'écoulement (m/s)
Q_{ps} : débit à pleine section (l/s)	D_{cal} : diamètre calculé (mm)
V_{ps} : vitesse à pleine section (m/s)	D_{nor} : diamètre normalise (mm)
$V_{ps}/10$: vitesse de débits à pleine section sur 10 (m/s)	/

IV.4- 3- Résultats des calculs :

Les résultats de calcul sont sur les tableaux suivant :

Conception du nouveau système d'assainissement

Tableau IV.2 : Collecteur principale du N 1 – N 123

Tronçon	CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	Pr (m)	I (m/m)	Qt (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	H (m)	Qps/10-Queu	Qps/100-Queu	Vitesse Autocurage
N1 - N2	380,72	380,24	379,58	379,08	21,5	1,14	0,0233	0,154	287,32	300	2,441	0,172	0,89	1,14	0,73	2,778	0,220	0,0172	0,0017	Vérifie
N2 - N3	380,24	378,76	379,08	377,61	25,03	1,16	0,0587	0,154	241,51	300	3,879	0,274	0,56	1,03	0,53	4,009	0,160	0,0274	0,0027	Vérifie
N3 - N4	378,76	374,49	374,85	373,35	25,01	3,91	0,0600	0,154	240,56	300	3,920	0,277	0,56	1,03	0,53	4,041	0,159	0,0277	0,0028	Vérifie
N4 - N5	374,49	372,11	372,8	370,97	30,43	1,69	0,0601	0,154	240,44	300	3,925	0,277	0,56	1,03	0,53	4,045	0,159	0,0277	0,0028	Vérifie
N5 - N6	372,11	368,68	368,85	367,54	21,73	3,26	0,0603	0,154	240,33	300	3,930	0,278	0,55	1,03	0,53	4,049	0,159	0,0278	0,0028	Vérifie
N6 - N7	368,68	364,9	364,93	363,77	19,39	3,75	0,0598	0,154	240,67	300	3,915	0,277	0,56	1,03	0,53	4,037	0,159	0,0277	0,0028	Vérifie
N7 - N8	364,9	360,78	361,12	359,64	24,65	3,78	0,0600	0,154	240,51	300	3,922	0,277	0,56	1,03	0,53	4,043	0,159	0,0277	0,0028	Vérifie
N8 - N9	360,78	358,32	358,44	357,18	20,96	2,34	0,0601	0,154	240,46	300	3,924	0,277	0,56	1,03	0,53	4,045	0,159	0,0277	0,0028	Vérifie
N9 - N10	358,32	355,67	355,75	354,53	20,42	2,57	0,0597	0,154	240,73	300	3,912	0,276	0,56	1,03	0,53	4,035	0,159	0,0276	0,0028	Vérifie
N10 - N11	355,67	352,16	351,93	351,02	15,06	3,74	0,0604	0,154	240,22	300	3,935	0,278	0,55	1,03	0,53	4,052	0,158	0,0278	0,0028	Vérifie
N11 - N12	352,16	348,34	348,1	347,2	15	4,06	0,0600	0,154	240,54	300	3,921	0,277	0,56	1,03	0,53	4,042	0,159	0,0277	0,0028	Vérifie
N12 - N13	348,34	344,63	344,38	343,49	14,74	3,96	0,0604	0,154	240,26	300	3,933	0,278	0,14	0,69	0,25	2,720	0,076	0,0278	0,0028	Vérifie
N13 - N14	344,63	341,11	341,09	339,87	20,4	3,54	0,0598	0,154	240,69	300	3,914	0,277	0,56	1,03	0,53	4,037	0,159	0,0277	0,0028	Vérifie
N14 - N15	341,11	338,45	338,27	337,21	17,72	2,84	0,0598	0,154	240,68	300	3,915	0,277	0,56	1,03	0,53	4,037	0,159	0,0277	0,0028	Vérifie
N15 - N16	338,45	334,55	334,81	333,3	25,16	3,64	0,0600	0,154	240,53	300	3,921	0,277	0,56	1,03	0,53	4,042	0,159	0,0277	0,0028	Vérifie
N16 - N17	334,55	331,49	331,3	330,25	17,63	3,25	0,0596	0,154	240,88	300	3,906	0,276	0,56	1,03	0,53	4,030	0,159	0,0276	0,0028	Vérifie
N17 - N18	331,49	328,75	329,32	328,11	20,07	2,17	0,0603	0,154	240,33	300	3,930	0,278	0,55	1,03	0,53	4,049	0,159	0,0278	0,0028	Vérifie
N18 - N19	328,75	332,18	328,11	327,99	15,92	0,64	0,0075	0,154	354,90	400	1,683	0,211	0,73	1,08	0,63	1,826	0,252	0,0211	0,0021	Vérifie
N19 - N20	332,18	331,39	327,99	327,45	16,28	4,19	0,0332	0,154	268,82	400	3,531	0,444	0,35	0,91	0,41	3,204	0,162	0,0444	0,0044	Vérifie
N20 - N21	331,39	328,18	327,45	326,73	14,98	3,94	0,0481	0,154	250,76	400	4,251	0,534	0,29	0,87	0,37	3,699	0,146	0,0534	0,0053	Vérifie
N21 - N22	328,18	325,02	324,97	324,32	14,9	3,21	0,0436	0,154	255,36	400	4,050	0,509	0,30	0,88	0,38	3,565	0,150	0,0509	0,0051	Vérifie
N22 - N23	325,02	320,95	321,52	320,46	18,48	3,5	0,0574	0,154	242,58	400	4,644	0,583	0,26	0,85	0,35	3,948	0,139	0,0583	0,0058	Vérifie
N23 - N24	320,95	317,63	317,3	316,12	15,02	3,65	0,0786	0,154	228,69	400	5,435	0,683	0,23	0,81	0,32	4,403	0,128	0,0683	0,0068	Vérifie
N24 - N25	317,63	313,16	312,76	311,65	18,5	4,87	0,0600	0,367	333,13	400	4,750	0,597	0,62	1,05	0,56	5,002	0,225	0,0597	0,0060	Vérifie

Tronçon	CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	Pr (m)	I (m/m)	Qt (m3/s)	Deal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	H (m)	Qps/10- Qeu	Qps/100- Qeu	Vitesse Autocurage
N25 - N26	313,16	308,65	308,25	307,14	18,52	4,91	0,0599	0,367	333,20	400	4,747	0,596	0,62	1,05	0,56	5,000	0,225	0,0596	0,0060	Vérifie
N26 - N27	308,65	304,92	304,29	303,41	15,06	4,36	0,0584	0,367	334,79	400	4,687	0,589	0,62	1,06	0,57	4,948	0,227	0,0589	0,0059	Vérifie
N27 - N28	304,92	301,56	301,15	300,3	18,43	3,77	0,0461	0,367	349,98	400	4,164	0,523	0,70	1,08	0,61	4,483	0,246	0,0523	0,0052	Vérifie
N28 - N29	301,56	298,96	298,8	297,71	18,12	2,76	0,0602	0,367	332,97	400	4,756	0,597	0,61	1,05	0,56	5,008	0,225	0,0597	0,0060	Vérifie
N29 - N30	298,96	296,68	296,33	295,43	15	2,63	0,0600	0,367	333,13	400	4,750	0,597	0,62	1,05	0,56	5,002	0,225	0,0597	0,0060	Vérifie
N30 - N31	296,68	294,42	294,08	293,18	15,08	2,6	0,0597	0,367	333,47	400	4,737	0,595	0,62	1,05	0,56	4,991	0,225	0,0595	0,0059	Vérifie
N31 - N32	294,42	290,97	290,63	289,73	15,08	3,79	0,0597	0,367	333,47	400	4,737	0,595	0,62	1,05	0,56	4,991	0,225	0,0595	0,0059	Vérifie
N32 - N33	290,97	287,36	287,01	286,11	15,01	3,96	0,0600	0,367	333,18	400	4,748	0,596	0,62	1,05	0,56	5,001	0,225	0,0596	0,0060	Vérifie
N33 - N34	287,36	283,69	283,34	282,44	15	4,02	0,0600	0,367	333,13	400	4,750	0,597	0,62	1,05	0,56	5,002	0,225	0,0597	0,0060	Vérifie
N34 - N35	283,69	280,05	279,7	278,8	15	3,99	0,0600	0,367	333,13	400	4,750	0,597	0,62	1,05	0,56	5,002	0,225	0,0597	0,0060	Vérifie
N35 - N36	280,05	276,49	276,14	275,24	14,99	3,91	0,0600	0,367	333,09	400	4,751	0,597	0,62	1,05	0,56	5,004	0,225	0,0597	0,0060	Vérifie
N36 - N37	276,49	273,67	273,56	272,43	18,84	2,93	0,0600	0,367	333,16	400	4,749	0,596	0,62	1,05	0,56	5,002	0,225	0,0596	0,0060	Vérifie
N37 - N38	273,67	270,01	270,32	268,77	25,78	3,35	0,0601	0,367	333,01	400	4,754	0,597	0,61	1,05	0,56	5,007	0,225	0,0597	0,0060	Vérifie
N38 - N39	270,01	265,05	266,51	263,81	45,11	3,5	0,0599	0,367	333,29	400	4,744	0,596	0,62	1,05	0,56	4,997	0,225	0,0596	0,0060	Vérifie
N39 - N40	265,05	261,77	262,82	260,52	38,26	2,23	0,0601	0,367	333,02	400	4,754	0,597	0,61	1,05	0,56	5,006	0,225	0,0597	0,0060	Vérifie
N40 - N41	261,77	261,51	260,52	259,95	15,15	1,25	0,0376	0,367	363,60	400	3,761	0,472	0,78	1,10	0,66	4,149	0,265	0,0472	0,0047	Vérifie
N41 - N42	261,51	262,1	259,95	259,63	40,58	1,56	0,0079	0,367	487,38	500	1,998	0,392	0,94	1,14	0,76	2,276	0,380	0,0392	0,0039	Vérifie
N42 - N43	262,1	259,58	259,63	258,02	31,48	2,47	0,0511	0,367	343,26	500	5,088	0,999	0,37	0,92	0,42	4,675	0,210	0,0999	0,0100	Vérifie
N43 - N44	259,58	258,38	258,02	256,8	24,84	1,56	0,0491	0,367	345,88	500	4,986	0,979	0,38	0,92	0,42	4,602	0,212	0,0979	0,0098	Vérifie
N44 - N45	258,38	258,89	256,8	256,65	19,41	1,58	0,0077	0,367	489,23	500	1,978	0,388	0,95	1,14	0,77	2,254	0,383	0,0388	0,0039	Vérifie
N45 - N46	258,89	259,45	256,65	256,43	26,99	2,24	0,0082	0,367	484,36	500	2,031	0,399	0,92	1,14	0,75	2,314	0,375	0,0399	0,0040	Vérifie
N46 - N47	259,45	258,55	256,43	256,07	31,15	3,02	0,0116	0,367	453,67	500	2,419	0,475	0,77	1,10	0,66	2,665	0,330	0,0475	0,0047	Vérifie
N47 - N48	258,55	256,82	256,07	255,29	19,59	2,48	0,0398	0,367	359,76	500	4,490	0,881	0,42	0,95	0,45	4,254	0,225	0,0881	0,0088	Vérifie
N48 - N49	256,82	254,65	254,3	253,14	19,3	2,52	0,0601	0,367	333,03	500	5,516	1,083	0,34	0,90	0,40	4,979	0,200	0,1083	0,0108	Vérifie
N49 - N50	254,65	251,86	251,47	250,34	18,83	3,18	0,0600	0,367	333,12	500	5,512	1,082	0,34	0,90	0,40	4,976	0,200	0,1082	0,0108	Vérifie

Tronçon	CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	Pr (m)	I (m/m)	Qt (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	H (m)	Qps/10-Queu	Qps/100-Queu	Vitesse Autocurage
N50 - N51	251,86	248,6	248,87	247,04	30,51	2,99	0,0600	0,367	333,16	500	5,510	1,081	0,34	0,90	0,40	4,975	0,200	0,1081	0,0108	Vérifie
N51 - N52	248,6	246,75	246,31	245,2	20,73	2,29	0,0535	0,367	340,32	500	5,206	1,022	0,36	0,91	0,41	4,759	0,207	0,1022	0,0102	Vérifie
N52 - N53	246,75	244,96	244,2	243,31	16,56	2,55	0,0537	0,367	340,08	500	5,216	1,024	0,36	0,91	0,41	4,766	0,207	0,1024	0,0102	Vérifie
N53 - N54	244,96	243,52	243	241,96	20,58	1,96	0,0505	0,367	344,03	500	5,058	0,993	0,37	0,92	0,42	4,653	0,211	0,0993	0,0099	Vérifie
N54 - N55	243,52	242,2	241,76	240,55	21,91	1,76	0,0552	0,367	338,35	500	5,288	1,038	0,35	0,91	0,41	4,817	0,205	0,1038	0,0104	Vérifie
N55 - N56	242,2	240,52	240,13	238,96	21,11	2,07	0,0554	0,367	338,13	500	5,297	1,040	0,35	0,91	0,41	4,824	0,205	0,1040	0,0104	Vérifie
N56 - N57	240,52	238,55	238,21	236,99	21,97	2,31	0,0555	0,367	338,01	500	5,302	1,041	0,35	0,91	0,41	4,827	0,205	0,1041	0,0104	Vérifie
N57 - N58	238,55	236,44	236,35	234,89	25,98	2,2	0,0562	0,367	337,25	500	5,334	1,047	0,35	0,91	0,41	4,850	0,204	0,1047	0,0105	Vérifie
N58 - N59	236,44	234,59	234,06	233,04	18,71	2,38	0,0545	0,367	339,18	500	5,253	1,031	0,36	0,91	0,41	4,793	0,206	0,1031	0,0103	Vérifie
N59 - N60	234,59	233,36	232,54	231,61	18,31	2,05	0,0508	0,367	343,71	500	5,071	0,995	0,37	0,92	0,42	4,662	0,210	0,0995	0,0100	Vérifie
N60 - N61	233,36	234,38	231,61	231,24	21,38	1,75	0,0173	0,367	420,59	500	2,960	0,581	0,63	1,06	0,57	3,132	0,286	0,0581	0,0058	Vérifie
N61 - N62	234,38	234,74	231,24	231,01	30,29	3,14	0,0076	0,367	490,84	500	1,961	0,385	0,95	1,14	0,77	2,234	0,386	0,0385	0,0038	Vérifie
N62 - N63	234,74	234,05	231,01	230,8	31,32	3,73	0,0067	0,367	502,43	500	1,842	0,362	1,02	1,15	0,82	2,110	0,412	0,0362	0,0036	Vérifie
N63 - N64	234,05	230,65	230,8	229,06	43,53	3,25	0,0400	0,367	359,50	500	4,498	0,883	0,42	0,95	0,45	4,260	0,225	0,0883	0,0088	Vérifie
N64 - N65	230,65	228,87	228,31	227,2	19,52	2,34	0,0569	0,367	336,50	500	5,365	1,053	0,35	0,91	0,41	4,872	0,204	0,1053	0,0105	Vérifie
N65 - N66	228,87	226,82	226,11	225,15	17,64	2,76	0,0544	0,367	339,29	500	5,249	1,030	0,36	0,91	0,41	4,789	0,206	0,1030	0,0103	Vérifie
N66 - N67	226,82	225,12	224,65	223,36	23,6	2,17	0,0547	0,367	339,01	500	5,260	1,032	0,36	0,91	0,41	4,798	0,206	0,1032	0,0103	Vérifie
N67 - N68	225,12	224,25	223,36	222,48	22,04	1,76	0,0399	0,367	359,57	500	4,496	0,882	0,42	0,95	0,45	4,258	0,225	0,0882	0,0088	Vérifie
N68 - N69	224,25	223,69	222,48	222,14	32,01	1,77	0,0106	0,367	460,91	500	2,319	0,455	0,81	1,12	0,68	2,586	0,340	0,0455	0,0046	Vérifie
N69 - N70	223,69	221,78	222,14	220,1	34,79	1,55	0,0586	0,367	334,57	500	5,448	1,069	0,34	0,91	0,40	4,931	0,202	0,1069	0,0107	Vérifie
N70 - N71	221,78	221,21	220,1	219,56	12,13	1,68	0,0445	0,367	352,31	500	4,747	0,932	0,39	0,93	0,44	4,433	0,218	0,0932	0,0093	Vérifie
N71 - N72	221,21	220,79	219,56	219,22	15,58	1,65	0,0218	0,367	402,70	500	3,324	0,652	0,56	1,03	0,53	3,436	0,266	0,0652	0,0065	Vérifie
N72 - N73	220,79	218,98	219,22	217,4	43,23	1,57	0,0421	0,367	356,02	500	4,617	0,906	0,41	0,94	0,44	4,342	0,222	0,0906	0,0091	Vérifie

Tronçon	CT _{am} (m)	CT _{av} (m)	CR _{am} (m)	CR _{av} (m)	Dist (m)	Pr (m)	I (m/m)	Qt (m ³ /s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m ³ /s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	H (m)	Qps/10- Queu	Qps/100- Queu	Vitesse Autocurage
N73 - N74	218,98	217,84	217,4	216,18	21,67	1,58	0,0563	0,367	337,14	500	5,339	1,048	0,35	0,91	0,41	4,853	0,204	0,1048	0,0105	Vérifie
N74 - N75	217,84	215,46	216,18	213,77	49,04	1,66	0,0491	0,367	345,84	500	4,988	0,979	0,37	0,92	0,42	4,603	0,212	0,0979	0,0098	Vérifie
N75 - N76	215,46	212,52	213,07	210,87	38,42	2,39	0,0573	0,367	336,07	500	5,384	1,057	0,35	0,91	0,41	4,886	0,203	0,1057	0,0106	Vérifie
N76 - N77	212,52	210,94	210,87	209,21	28,34	1,65	0,0586	0,367	334,64	500	5,445	1,069	0,34	0,91	0,40	4,929	0,202	0,1069	0,0107	Vérifie
N77 - N78	210,94	208,61	209,21	207,04	45,85	1,73	0,0473	0,367	348,29	500	4,895	0,961	0,38	0,93	0,43	4,538	0,215	0,0961	0,0096	Vérifie
N78 - N79	208,61	205,01	205,33	203,46	34,55	3,28	0,0541	0,367	339,63	500	5,235	1,027	0,36	0,91	0,41	4,779	0,206	0,1027	0,0103	Vérifie
N79 - N80	205,01	201,86	202,22	200,3	35,24	2,79	0,0545	0,367	339,21	500	5,252	1,031	0,36	0,91	0,41	4,791	0,206	0,1031	0,0103	Vérifie
N80 - N81	201,86	198,32	198,85	196,76	38,18	3,01	0,0547	0,367	338,91	500	5,264	1,033	0,36	0,91	0,41	4,800	0,206	0,1033	0,0103	Vérifie
N81 - N82	198,32	195,3	195,01	193,74	23,19	3,31	0,0548	0,367	338,89	500	5,265	1,033	0,36	0,91	0,41	4,801	0,206	0,1033	0,0103	Vérifie
N82 - N83	195,3	191,73	191,9	190,18	31,67	3,4	0,0543	0,367	339,42	500	5,244	1,029	0,36	0,91	0,41	4,786	0,206	0,1029	0,0103	Vérifie
N83 - N84	191,73	189,2	188,86	187,65	22,15	2,87	0,0546	0,367	339,05	500	5,259	1,032	0,36	0,91	0,41	4,796	0,206	0,1032	0,0103	Vérifie
N84 - N85	189,2	186,22	185,65	184,66	18,17	3,55	0,0545	0,367	339,21	500	5,252	1,031	0,36	0,91	0,41	4,792	0,206	0,1031	0,0103	Vérifie
N85 - N86	186,22	183,52	182,67	181,97	13,34	3,55	0,0525	0,367	341,61	500	5,154	1,011	0,36	0,92	0,42	4,722	0,208	0,1011	0,0101	Vérifie
N86 - N87	183,52	180,41	179,86	178,86	18,4	3,66	0,0543	0,367	339,37	500	5,245	1,029	0,36	0,91	0,41	4,787	0,206	0,1029	0,0103	Vérifie
N87 - N88	180,41	175,94	175,42	174,39	18,58	4,99	0,0554	0,367	338,11	500	5,298	1,040	0,35	0,91	0,41	4,824	0,205	0,1040	0,0104	Vérifie
N88 - N89	175,94	173,17	172,21	171,62	11	3,73	0,0536	0,367	340,21	500	5,211	1,023	0,36	0,91	0,41	4,762	0,207	0,1023	0,0102	Vérifie
N89 - N90	173,17	170,34	169,32	168,79	10,01	3,85	0,0529	0,367	341,04	500	5,177	1,016	0,36	0,92	0,42	4,738	0,208	0,1016	0,0102	Vérifie
N90 - N91	170,34	166,23	165,29	164,68	11,02	5,05	0,0554	0,367	338,21	500	5,294	1,039	0,35	0,91	0,41	4,821	0,205	0,1039	0,0104	Vérifie
N91 - N92	166,23	164,48	163,43	162,93	10	2,8	0,0500	0,367	344,72	500	5,031	0,987	0,37	0,92	0,42	4,634	0,211	0,0987	0,0099	Vérifie
N92 - N93	164,48	162,77	161,79	161,22	11,13	2,69	0,0512	0,367	343,17	500	5,092	0,999	0,37	0,92	0,42	4,677	0,210	0,0999	0,0100	Vérifie
N93 - N94	162,77	161,64	160,39	159,77	12	2,38	0,0517	0,367	342,61	500	5,114	1,004	0,37	0,92	0,42	4,693	0,209	0,1004	0,0100	Vérifie
N94 - N95	161,64	160,27	159,07	158,72	11	2,57	0,0318	0,367	375,21	500	4,013	0,788	0,47	0,98	0,48	3,928	0,240	0,0788	0,0079	Vérifie
N95 - N96	160,27	158,82	158,13	156,95	21,4	2,14	0,0551	1,084	508,02	600	5,966	1,686	0,64	1,06	0,58	6,330	0,347	0,1686	0,0169	Vérifie
N96 - N97	158,82	156,88	156,17	155,22	28,91	2,65	0,0329	1,084	559,80	600	4,606	1,302	0,83	1,12	0,70	5,181	0,418	0,1302	0,0130	Vérifie

Tronçon	CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	Pr (m)	I (m/m)	Qt (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	H (m)	Qps/10-Queu	Qps/100-Queu	Vitesse Autocurage
N97 - N98	156,88	153,43	153,68	151,77	47,92	3,2	0,0399	1,084	539,90	600	5,073	1,434	0,76	1,10	0,65	5,555	0,389	0,1434	0,0143	Vérifie
N98 - N99	153,43	151,61	151,26	149,95	32,77	2,17	0,0400	1,084	539,60	600	5,080	1,436	0,76	1,09	0,65	5,561	0,389	0,1436	0,0144	Vérifie
N99 - N100	151,61	150,31	149,5	148,65	21,38	2,11	0,0398	1,084	540,16	600	5,066	1,432	0,76	1,10	0,65	5,550	0,390	0,1432	0,0143	Vérifie
N100 - N101	150,31	148,66	147,52	147	13,02	2,79	0,0399	1,084	539,69	600	5,078	1,435	0,76	1,09	0,65	5,559	0,389	0,1435	0,0143	Vérifie
N101 - N102	148,66	147,61	146,35	145,94	10,2	2,31	0,0402	1,084	539,04	600	5,094	1,440	0,75	1,09	0,65	5,572	0,388	0,1440	0,0144	Vérifie
N102 - N103	147,61	144,46	144,39	142,8	39,75	3,22	0,0400	1,084	539,54	600	5,082	1,436	0,75	1,09	0,65	5,562	0,389	0,1436	0,0144	Vérifie
N103 - N104	144,46	141,03	141,33	139,37	48,99	3,13	0,0400	1,393	592,72	600	5,082	1,436	0,97	1,14	0,78	5,793	0,470	0,1436	0,0144	Vérifie
N104 - N105	141,03	138,2	138,3	136,53	44,28	2,73	0,0400	1,393	592,82	600	5,080	1,436	0,97	1,14	0,78	5,790	0,470	0,1436	0,0144	Vérifie
N105 - N106	138,2	135,39	135,25	133,72	38,17	2,95	0,0401	1,393	592,51	600	5,087	1,438	0,97	1,14	0,78	5,798	0,469	0,1438	0,0144	Vérifie
N106 - N107	135,39	132,84	132,71	131,18	38,06	2,68	0,0402	1,393	592,19	600	5,094	1,440	0,97	1,14	0,78	5,806	0,469	0,1440	0,0144	Vérifie
N107 - N108	132,84	130,59	129,98	128,83	29,21	2,86	0,0394	1,393	594,51	600	5,041	1,425	0,98	1,14	0,79	5,749	0,473	0,1425	0,0142	Vérifie
N108 - N109	130,59	129,47	128,45	127,81	16,17	2,14	0,0396	1,393	593,92	600	5,055	1,428	0,98	1,14	0,79	5,763	0,472	0,1428	0,0143	Vérifie
N109 - N110	129,47	127,97	127,24	126,11	28,43	2,23	0,0397	1,393	593,45	600	5,065	1,432	0,97	1,14	0,79	5,775	0,471	0,1432	0,0143	Vérifie
N110 - N111	127,97	126,26	125,11	124,45	16,54	2,86	0,0399	1,393	593,02	600	5,075	1,434	0,97	1,14	0,78	5,786	0,470	0,1434	0,0143	Vérifie
N111 - N112	126,26	124,4	123,74	122,64	27,37	2,52	0,0402	1,393	592,22	600	5,094	1,439	0,97	1,14	0,78	5,805	0,469	0,1439	0,0144	Vérifie
N112 - N113	124,4	123,29	121,84	121,43	11,51	2,56	0,0356	1,393	605,77	800	5,809	2,919	0,48	0,99	0,49	5,729	0,389	0,2919	0,0292	Vérifie
N113 - N114	123,29	122,42	121,03	120,66	11,51	2,26	0,0321	1,393	617,55	800	5,519	2,773	0,50	1,00	0,50	5,529	0,400	0,2773	0,0277	Vérifie
N114 - N115	122,42	120,98	119,86	119,22	18,71	2,56	0,0342	1,393	610,39	800	5,693	2,860	0,49	0,99	0,49	5,649	0,393	0,2860	0,0286	Vérifie
N115 - N116	120,98	117,75	117,58	115,99	39,68	3,4	0,0401	1,393	592,55	800	6,161	3,095	0,45	0,97	0,47	5,968	0,377	0,3095	0,0310	Vérifie
N116 - N117	117,75	115,23	114,89	113,47	35,73	2,86	0,0397	1,393	593,46	800	6,136	3,083	0,45	0,97	0,47	5,950	0,377	0,3083	0,0308	Vérifie
N117 - N118	115,23	112,91	112,19	111,15	25,92	3,04	0,0401	1,393	592,40	800	6,165	3,097	0,45	0,97	0,47	5,970	0,376	0,3097	0,0310	Vérifie
N118 - N119	112,91	111,85	110,78	110,09	19,78	2,13	0,0349	1,393	608,15	800	5,749	2,888	0,48	0,99	0,49	5,687	0,391	0,2888	0,0289	Vérifie
N119 - N120	111,85	110,33	108,61	107,8	20,14	3,24	0,0402	1,393	592,14	800	6,173	3,101	0,45	0,97	0,47	5,975	0,376	0,3101	0,0310	Vérifie

Tronçon	CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	Pr (m)	I (m/m)	Qt (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	H (m)	Qps/10- Qeu	Qps/100- Qeu	Vitesse Autocurage
N120 - N121	110,33	108,65	107,8	106,69	32,74	2,53	0,0339	1,393	611,41	800	5,667	2,847	0,49	0,99	0,49	5,632	0,394	0,2847	0,0285	Vérifie
N121 - N122	108,65	107,1	106,69	105,97	23,78	1,96	0,0303	1,393	624,52	800	5,356	2,691	0,14	0,69	0,25	3,704	0,203	0,2691	0,0269	Vérifie
N122 - N123	107,1	105,43	101,7	101	32,75	5,4	0,0214	1,4775	681,54	800	4,500	2,261	0,65	1,06	0,58	4,787	0,468	0,2261	0,0226	Vérifie

Tableau IV.3 : Collecteur principale du N 192 – N 24

Tronçon	CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	Pr (m)	I (m/m)	Qt (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	H (m)	Qps/10-Queu	Qps/100-Queu	Vitesse Autocurage
N192 -	401,34	396,26	398,39	395,13	54,34	2,95	0,0600	0,091	197,48	300	3,920	0,277	0,33	0,90	0,39	3,515	0,118	0,0277	0,0028	Vérifie
N193 -	396,26	394,05	394,95	392,91	34,03	1,31	0,0599	0,091	197,51	300	3,919	0,277	0,33	0,90	0,39	3,514	0,118	0,0277	0,0028	Vérifie
N194 -	394,05	391,57	392,69	390,43	37,69	1,36	0,0600	0,091	197,50	300	3,919	0,277	0,33	0,90	0,39	3,514	0,118	0,0277	0,0028	Vérifie
N195 -	391,57	390,45	390,15	389,31	13,97	1,42	0,0601	0,091	197,39	300	3,925	0,277	0,33	0,90	0,39	3,518	0,118	0,0277	0,0028	Vérifie
N196 -	390,45	388,51	389,25	387,37	31,26	1,2	0,0601	0,091	197,39	300	3,925	0,277	0,33	0,90	0,39	3,518	0,118	0,0277	0,0028	Vérifie
N197 -	388,51	387,05	387,26	385,85	22,55	1,25	0,0625	0,091	195,95	300	4,002	0,283	0,32	0,89	0,39	3,572	0,117	0,0283	0,0028	Vérifie
N198 -	387,05	386,46	385,85	385,3	19,01	1,2	0,0289	0,091	226,41	300	2,723	0,192	0,47	0,98	0,48	2,677	0,145	0,0192	0,0019	Vérifie
N199 -	386,46	385,27	385,3	384,12	19,93	1,16	0,0592	0,091	197,97	300	3,895	0,275	0,33	0,90	0,39	3,497	0,118	0,0275	0,0028	Vérifie
N200 -	385,27	383,48	383,88	382,34	25,59	1,39	0,0602	0,091	197,36	300	3,927	0,277	0,33	0,90	0,39	3,519	0,118	0,0277	0,0028	Vérifie
N201 -	383,48	380,84	381,65	379,71	32,35	1,83	0,0600	0,091	197,49	300	3,920	0,277	0,33	0,90	0,39	3,514	0,118	0,0277	0,0028	Vérifie
N202 -	380,84	378,64	379,08	377,5	26,32	1,76	0,0600	0,091	197,46	300	3,922	0,277	0,33	0,90	0,39	3,516	0,118	0,0277	0,0028	Vérifie
N203 -	378,64	375,29	375,64	374,1	24,78	3	0,0621	0,091	196,18	300	3,990	0,282	0,14	0,69	0,25	2,759	0,076	0,0282	0,0028	Vérifie
N204 -	375,29	374,88	374,1	373,73	24,16	1,19	0,0153	0,091	255,10	300	1,981	0,140	0,65	1,06	0,58	2,105	0,175	0,0140	0,0014	Vérifie
N205 -	374,88	371,71	373,2	370,57	43,79	1,68	0,0601	0,091	197,44	300	3,923	0,277	0,33	0,90	0,39	3,516	0,118	0,0277	0,0028	Vérifie
N206 -	371,71	369,44	370,13	368,31	30,36	1,58	0,0599	0,091	197,51	300	3,919	0,277	0,33	0,90	0,39	3,514	0,118	0,0277	0,0028	Vérifie
N207 -	369,44	366,67	368,17	365,53	44,08	1,27	0,0599	0,091	197,54	300	3,917	0,277	0,33	0,90	0,39	3,513	0,118	0,0277	0,0028	Vérifie
N208 -	366,67	364,45	364,68	363,32	22,73	1,99	0,0598	0,091	197,58	300	3,915	0,277	0,33	0,90	0,39	3,511	0,118	0,0277	0,0028	Vérifie
N209 -	364,45	361,45	362,46	360,31	35,85	1,99	0,0600	0,091	197,49	300	3,920	0,277	0,33	0,90	0,39	3,514	0,118	0,0277	0,0028	Vérifie
N210 -	361,45	360,29	359,8	358,32	24,74	1,65	0,0598	0,091	197,58	300	3,915	0,277	0,33	0,90	0,39	3,511	0,118	0,0277	0,0028	Vérifie
N211 -	360,29	357,94	357,67	356,6	17,87	2,62	0,0599	0,091	197,55	300	3,917	0,277	0,33	0,90	0,39	3,512	0,118	0,0277	0,0028	Vérifie
N212 -	357,94	356,38	356,16	355,23	18,54	1,78	0,0502	0,091	204,22	300	3,585	0,253	0,36	0,91	0,41	3,277	0,124	0,0253	0,0025	Vérifie
N213 -	356,38	355,65	355,08	354,01	17,92	1,3	0,0597	0,091	197,65	300	3,911	0,276	0,33	0,90	0,39	3,508	0,118	0,0276	0,0028	Vérifie
N214 -	355,65	354,01	354,01	352,52	19,67	1,64	0,0757	0,091	189,03	300	4,405	0,311	0,29	0,87	0,37	3,846	0,110	0,0311	0,0031	Vérifie

Tron	CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	pr	I (m/m)	Qt (m ³ /s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m ³ /s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	H (m)	Qps/10- Qeu	Qps/100- Qeu	Vitesse Autocurage
N215 - N216	354,01	353,04	352,22	350,64	25,92	1,79	0,0610	0,091	196,89	300	3,952	0,279	0,33	0,90	0,39	3,537	0,117	0,0279	0,0028	Vérifie
N216 - N217	353,04	352,58	350,64	350,53	10,07	2,4	0,0109	0,091	271,78	300	1,673	0,118	0,77	1,10	0,66	1,841	0,197	0,0118	0,0012	Vérifie
N217 - N218	352,58	349,71	350,53	347,38	37,65	2,05	0,0837	0,091	185,54	300	4,630	0,327	0,28	0,86	0,36	3,992	0,107	0,0327	0,0033	Vérifie
N218 - N219	349,71	345,83	347,38	344,5	51,33	2,33	0,0561	0,091	199,97	300	3,791	0,268	0,34	0,90	0,40	3,424	0,120	0,0268	0,0027	Vérifie
N219 - N220	345,83	342,59	344,08	341,25	47,08	1,75	0,0601	0,091	197,41	300	3,924	0,277	0,33	0,90	0,39	3,518	0,118	0,0277	0,0028	Vérifie
N220 - N221	342,59	340,32	340,72	338,88	29,05	1,87	0,0633	0,091	195,48	300	4,028	0,285	0,32	0,89	0,39	3,590	0,116	0,0285	0,0028	Vérifie
N221 - N222	340,32	338,82	338,68	337,39	19,86	1,64	0,0650	0,091	194,56	300	4,079	0,288	0,32	0,89	0,38	3,626	0,115	0,0288	0,0029	Vérifie
N222 - N223	338,82	335,18	337,03	333,19	53,11	1,79	0,0723	0,091	190,69	300	4,304	0,304	0,30	0,88	0,37	3,779	0,112	0,0304	0,0030	Vérifie
N223 - N224	335,18	334,09	333,19	332,75	12,42	1,99	0,0354	0,091	217,98	300	3,013	0,213	0,43	0,95	0,46	2,875	0,137	0,0213	0,0021	Vérifie
N224 - N225	334,09	331,89	331,78	330,26	20,32	2,31	0,0748	0,091	189,48	300	4,378	0,309	0,29	0,87	0,37	3,828	0,111	0,0309	0,0031	Vérifie
N225 - N226	331,89	329,82	329,17	328,48	11,49	2,72	0,0601	0,091	197,44	300	3,922	0,277	0,33	0,90	0,39	3,516	0,118	0,0277	0,0028	Vérifie
N226 - N227	329,82	326,86	326,41	325,53	14,78	3,41	0,0595	0,091	197,76	300	3,906	0,276	0,33	0,90	0,39	3,505	0,118	0,0276	0,0028	Vérifie
N227 - N228	326,86	325,15	324,38	323,75	9,45	2,48	0,0667	0,091	193,61	300	4,133	0,292	0,31	0,89	0,38	3,662	0,115	0,0292	0,0029	Vérifie
N228 - N229	325,15	324,41	323,75	323,22	34,24	1,4	0,0155	0,091	254,59	300	1,991	0,141	0,65	1,06	0,58	2,115	0,174	0,0141	0,0014	Vérifie
N229 - N230	324,41	324,14	323,22	322,99	15	1,19	0,0153	0,091	255,04	300	1,982	0,140	0,65	1,06	0,58	2,106	0,175	0,0140	0,0014	Vérifie
N230 - N231	324,14	322,78	322,54	321,64	15	1,6	0,0600	0,091	197,47	300	3,921	0,277	0,33	0,90	0,39	3,515	0,118	0,0277	0,0028	Vérifie
N231 - N232	322,78	320,77	320,5	319,64	14,43	2,28	0,0596	0,091	197,72	300	3,908	0,276	0,33	0,90	0,39	3,506	0,118	0,0276	0,0028	Vérifie
N232 - N24	320,77	317,63	317,18	316,29	14,72	3,59	0,0605	0,091	197,19	300	3,936	0,278	0,33	0,90	0,39	3,526	0,118	0,0278	0,0028	Vérifie

Tableau IV.4 : Collecteur principale du N 269 – N 134

Tron	CT,am	CT,av	CR,am	CR,av	Dist	pr	I (m/m)	Qt	Dcal	Dnor	Vps	Qps	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	H	Qps/10-	Qps/100-	Vitesse
N269 - N270	358,3	357,96	356,25	354,99	19,96	3,31	0,0631	0,183	254,19	300	4,022	0,284	0,64	1,06	0,58	4,268	0,174	0,0284	0,0028	Vérifie
N270 - N271	357,96	354,93	354,99	353,28	23,85	4,68	0,0717	0,183	248,19	300	4,286	0,303	0,60	1,05	0,56	4,499	0,167	0,0303	0,0030	Vérifie
N271 - N272	354,93	353,92	353,28	352,07	31,71	2,86	0,0382	0,183	279,35	300	3,127	0,221	0,83	1,12	0,69	3,512	0,208	0,0221	0,0022	Vérifie
N272 - N273	353,92	353,33	352,07	351,66	9,55	2,26	0,0429	0,183	273,24	300	3,316	0,234	0,78	1,10	0,66	3,664	0,199	0,0234	0,0023	Vérifie
N273 - N274	353,33	353,18	351,66	351,5	16,73	1,83	0,0096	0,183	362,10	400	1,896	0,238	0,77	1,10	0,66	2,086	0,263	0,0238	0,0024	Vérifie
N274 - N275	353,18	355,14	351,5	351,16	33,43	2,02	0,0102	0,183	357,94	400	1,955	0,246	0,75	1,09	0,64	2,133	0,257	0,0246	0,0025	Vérifie
N275 - N276	355,14	354,62	351,16	350,93	16,99	4,21	0,0135	0,183	339,26	400	2,256	0,283	0,65	1,06	0,58	2,395	0,232	0,0283	0,0028	Vérifie
N276 - N277	354,62	353,12	350,93	350,51	14,31	4,11	0,0294	0,183	293,44	400	3,322	0,417	0,44	0,96	0,46	3,193	0,186	0,0417	0,0042	Vérifie
N277 - N278	353,12	352,84	350,51	350,07	17,19	3,05	0,0256	0,183	301,06	400	3,102	0,390	0,47	0,98	0,48	3,044	0,193	0,0390	0,0039	Vérifie
N278 - N279	352,84	351,63	350,07	349,89	7,58	2,95	0,0237	0,183	305,33	400	2,988	0,375	0,49	0,99	0,49	2,966	0,197	0,0375	0,0038	Vérifie
N279 - N280	351,63	351,05	349,89	349,16	18,81	2,47	0,0388	0,183	278,46	400	3,820	0,480	0,38	0,93	0,43	3,540	0,172	0,0480	0,0048	Vérifie
N280 - N281	351,05	349,83	349,16	348,29	13,56	2,76	0,0642	0,183	253,41	400	4,911	0,617	0,14	0,69	0,25	3,396	0,101	0,0617	0,0062	Vérifie
N281 - N282	349,83	349,17	348,29	347,72	17,5	2,11	0,0326	0,183	287,76	400	3,499	0,440	0,42	0,95	0,45	3,315	0,180	0,0440	0,0044	Vérifie
N282 - N283	349,17	347,92	346,97	346,47	12,47	2,7	0,0401	0,183	276,76	400	3,883	0,488	0,38	0,92	0,42	3,584	0,170	0,0488	0,0049	Vérifie
N283 - N284	347,92	346,78	345,46	344,94	12,57	2,98	0,0414	0,183	275,15	400	3,944	0,495	0,37	0,92	0,42	3,628	0,168	0,0495	0,0050	Vérifie
N284 - N285	346,78	346,15	344,94	344,6	16,89	2,18	0,0201	0,183	314,93	400	2,751	0,346	0,53	1,02	0,51	4,010	0,206	0,0346	0,0035	Vérifie
N285 - N286	346,15	345,38	344,6	343,82	20,41	2,33	0,0382	0,183	279,27	400	3,791	0,476	0,38	0,93	0,43	3,519	0,172	0,0476	0,0048	Vérifie
N286 - N287	345,38	342,59	342,32	340,65	24,49	4,73	0,0682	0,183	250,54	400	5,063	0,636	0,29	0,87	0,36	4,404	0,146	0,0636	0,0064	Vérifie
N287 - N288	342,59	339,82	339,41	338,38	25,92	4,21	0,0397	0,183	277,23	400	3,865	0,485	0,38	0,92	0,43	3,572	0,170	0,0485	0,0049	Vérifie
N288 - N289	339,82	338,55	337,73	337,01	15,66	2,81	0,0460	0,183	269,75	400	4,158	0,522	0,35	0,91	0,41	3,780	0,163	0,0522	0,0052	Vérifie
N289 - N290	338,55	337,72	336,6	336,08	12,96	2,47	0,0401	0,183	276,73	400	3,884	0,488	0,38	0,92	0,42	3,585	0,170	0,0488	0,0049	Vérifie
N290 - N291	337,72	335,99	335,33	334,34	19,8	3,38	0,0500	0,183	265,54	400	4,336	0,545	0,34	0,90	0,40	3,906	0,159	0,0545	0,0054	Vérifie
N291 - N292	335,99	335,25	334,34	334	22,91	1,99	0,0148	0,183	333,46	400	2,362	0,297	0,62	1,05	0,56	2,489	0,225	0,0297	0,0030	Vérifie
N292 - N561	335,25	332,66	332,31	331,41	15,01	3,84	0,0600	0,183	256,65	400	4,748	0,596	0,31	0,88	0,38	4,193	0,151	0,0596	0,0060	Vérifie
N561 - N562	332,66	329,95	329,6	328,7	15,04	3,96	0,0598	0,183	256,75	400	4,743	0,596	0,31	0,88	0,38	4,190	0,151	0,0596	0,0060	Vérifie

Tronçon	CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	Pr (m)	I (m/m)	Qt (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	H (m)	Qps/10-Queu	Qps/100-Queu	Vitesse Autocurage
N562 -	329,95	326,8	326,45	325,55	15,01	4,4	0,0600	0,183	256,65	400	4,748	0,596	0,31	0,88	0,38	4,193	0,151	0,0596	0,0060	Vérifie
N563 -	326,8	324,4	324,05	323,16	14,91	3,64	0,0597	0,183	256,87	400	4,737	0,595	0,31	0,88	0,38	4,186	0,152	0,0595	0,0060	Vérifie
N564 -	324,4	321,54	321,2	320,3	15,04	4,1	0,0598	0,183	256,75	400	4,743	0,596	0,31	0,88	0,38	4,190	0,151	0,0596	0,0060	Vérifie
N565 -	321,54	318,29	317,96	317,05	15,27	4,49	0,0596	0,183	256,95	400	4,733	0,595	0,31	0,88	0,38	4,183	0,152	0,0595	0,0059	Vérifie
N566 -	318,29	315,54	315,16	314,29	14,41	4	0,0604	0,183	256,32	400	4,764	0,598	0,31	0,88	0,38	4,204	0,151	0,0598	0,0060	Vérifie
N567 -	315,54	312,37	311,91	311,13	13	4,41	0,0600	0,183	256,62	400	4,750	0,597	0,31	0,88	0,38	4,194	0,151	0,0597	0,0060	Vérifie
N568 -	312,37	310,08	309,66	308,83	13,79	3,54	0,0602	0,183	256,47	400	4,757	0,597	0,31	0,88	0,38	4,199	0,151	0,0597	0,0060	Vérifie
N569 -	310,08	307,37	306,97	306,13	14,08	3,95	0,0597	0,183	256,89	400	4,736	0,595	0,31	0,88	0,38	4,185	0,152	0,0595	0,0059	Vérifie
N570 -	307,37	305,18	304,89	303,93	15,94	3,44	0,0602	0,183	256,44	400	4,758	0,598	0,31	0,88	0,38	4,200	0,151	0,0598	0,0060	Vérifie
N571 -	305,18	303,24	302,39	301,68	11,86	3,5	0,0599	0,183	256,73	400	4,744	0,596	0,31	0,88	0,38	4,190	0,151	0,0596	0,0060	Vérifie
N572 -	303,24	301,57	300,48	299,95	13,21	3,29	0,0401	0,183	276,73	400	3,884	0,488	0,38	0,92	0,42	3,585	0,170	0,0488	0,0049	Vérifie
N573 -	301,57	299,13	298,73	297,86	28,88	3,71	0,0301	0,183	292,01	400	3,365	0,423	0,43	0,96	0,46	3,223	0,184	0,0423	0,0042	Vérifie
N124 -	299,13	297,09	297,04	295,84	20,01	3,29	0,0600	0,49	371,31	400	4,748	0,596	0,82	1,12	0,69	5,322	0,276	0,0596	0,0060	Vérifie
N125 -	297,09	294,37	294,64	293,13	25,25	3,96	0,0598	0,49	371,50	400	4,742	0,596	0,82	1,12	0,69	5,317	0,276	0,0596	0,0060	Vérifie
N126 -	294,37	292,41	292,39	291,16	20,46	3,21	0,0601	0,49	371,14	400	4,754	0,597	0,82	1,12	0,69	5,327	0,276	0,0597	0,0060	Vérifie
N127 -	292,41	290,28	290,24	289,04	20	3,37	0,0600	0,49	371,27	400	4,750	0,597	0,82	1,12	0,69	5,323	0,276	0,0597	0,0060	Vérifie
N128 -	290,28	288,22	288,42	286,97	24,22	3,31	0,0599	0,49	371,43	400	4,744	0,596	0,82	1,12	0,69	5,319	0,276	0,0596	0,0060	Vérifie
N129 -	288,22	286,42	286,57	285,18	23,27	3,04	0,0597	0,49	371,58	400	4,739	0,595	0,82	1,12	0,69	5,315	0,277	0,0595	0,0060	Vérifie
N130 -	286,42	284,19	284,25	282,95	21,7	3,47	0,0599	0,49	371,38	400	4,746	0,596	0,82	1,12	0,69	5,320	0,276	0,0596	0,0060	Vérifie
N131 -	284,19	281,94	282,04	280,69	22,5	3,5	0,0600	0,49	371,27	400	4,750	0,597	0,82	1,12	0,69	5,323	0,276	0,0597	0,0060	Vérifie
N132 -	281,94	279,73	279,74	278,48	20,98	3,46	0,0601	0,49	371,21	400	4,752	0,597	0,82	1,12	0,69	5,325	0,276	0,0597	0,0060	Vérifie
N133 -	279,73	278,12	277,71	276,88	13,94	2,85	0,0595	0,49	371,81	400	4,731	0,594	0,82	1,12	0,69	5,308	0,277	0,0594	0,0059	Vérifie

Tableau IV.5 : Collecteur principale du N 134 – N 95

Tronçon	CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	Pr (m)	I (m/m)	Qt (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	H (m)	Qps/10-Queu	Qps/100-Queu	Vitesse Autocurage
N134 - N135	278,12	274,18	275,56	272,89	44,6	2,56	0,0599	0,647	412,23	500	5,505	1,080	0,60	1,05	0,55	5,770	0,276	0,1080	0,0108	Vérifie
N135 - N136	274,18	271,59	272,34	270,3	34,1	1,84	0,0598	0,647	412,29	500	5,503	1,080	0,60	1,05	0,55	5,768	0,277	0,1080	0,0108	Vérifie
N136 - N137	271,59	270,31	269,81	269,01	13,36	1,78	0,0599	0,647	412,21	500	5,506	1,081	0,60	1,05	0,55	5,770	0,276	0,1081	0,0108	Vérifie
N137 - N138	270,31	267,86	267,43	266,56	14,4	2,88	0,0604	0,647	411,52	500	5,530	1,085	0,60	1,05	0,55	5,791	0,276	0,1085	0,0109	Vérifie
N138 - N139	267,86	264,41	265,36	263,11	37,52	2,5	0,0600	0,647	412,10	500	5,510	1,081	0,60	1,05	0,55	5,773	0,276	0,1081	0,0108	Vérifie
N139 - N140	264,41	262,58	262,97	261,28	28,19	1,44	0,0600	0,647	412,12	500	5,509	1,081	0,60	1,05	0,55	5,773	0,276	0,1081	0,0108	Vérifie
N140 - N141	262,58	261,51	261,14	259,81	22,2	1,44	0,0599	0,647	412,17	500	5,507	1,081	0,60	1,05	0,55	5,771	0,276	0,1081	0,0108	Vérifie
N141 - N142	261,51	260,01	259,3	258,42	22,04	2,21	0,0399	0,647	444,76	500	4,496	0,882	0,73	1,09	0,63	4,886	0,317	0,0882	0,0088	Vérifie
N142 - N143	260,01	256,44	256,24	254,85	34,73	3,77	0,0400	0,647	444,56	500	4,501	0,883	0,73	1,09	0,63	4,890	0,317	0,0883	0,0088	Vérifie
N143 - N144	256,44	254,05	253,5	252,46	26,74	2,94	0,0389	0,647	446,95	500	4,437	0,871	0,74	1,09	0,64	4,837	0,320	0,0871	0,0087	Vérifie
N144 - N145	254,05	251,53	251,59	249,88	43,89	2,46	0,0390	0,647	446,81	500	4,441	0,872	0,74	1,09	0,64	4,840	0,320	0,0872	0,0087	Vérifie
N145 - N146	251,53	250,71	249,88	248,88	40,69	1,65	0,0246	0,647	487,13	500	3,527	0,692	0,14	0,69	0,25	2,439	0,127	0,0692	0,0069	Vérifie
N146 - N147	250,71	249,45	248,88	247,89	24,95	1,83	0,0397	0,647	445,28	500	4,482	0,880	0,74	1,09	0,64	4,874	0,318	0,0880	0,0088	Vérifie
N147 - N148	249,45	248,36	246,83	246,1	18,93	2,62	0,0386	0,717	465,25	500	4,418	0,867	0,83	1,12	0,69	4,961	0,347	0,0867	0,0087	Vérifie
N148 - N149	248,36	246,22	246,07	244,67	34,98	2,29	0,0400	0,717	462,02	500	4,501	0,883	0,81	1,12	0,68	5,029	0,342	0,0883	0,0088	Vérifie
N149 - N150	246,22	244,03	243,76	242,48	32,05	2,46	0,0399	0,717	462,20	500	4,496	0,882	0,81	1,12	0,68	5,025	0,342	0,0882	0,0088	Vérifie
N150 - N151	244,03	241,84	240,84	239,53	32,69	3,19	0,0401	0,717	461,91	500	4,504	0,884	0,81	1,12	0,68	5,031	0,342	0,0884	0,0088	Vérifie
N151 - N152	241,84	239,29	239,23	237,54	42,5	2,61	0,0398	0,717	462,58	500	4,487	0,881	0,81	1,12	0,69	5,017	0,343	0,0881	0,0088	Vérifie
N152 - N153	239,29	237,05	236,62	235,3	32,97	2,67	0,0400	0,717	461,99	500	4,502	0,884	0,81	1,12	0,68	5,029	0,342	0,0884	0,0088	Vérifie
N153 - N154	237,05	235,29	234,83	233,74	27,35	2,22	0,0399	0,717	462,39	500	4,492	0,882	0,81	1,12	0,69	5,021	0,343	0,0882	0,0088	Vérifie
N154 - N155	235,29	233,77	233,07	232,22	21,28	2,22	0,0399	0,717	462,19	500	4,497	0,883	0,81	1,12	0,68	5,025	0,342	0,0883	0,0088	Vérifie
N155 - N156	233,77	232,69	231,66	231,14	15,47	2,11	0,0336	0,717	477,39	500	4,125	0,810	0,89	1,14	0,73	4,691	0,364	0,0810	0,0081	Vérifie
N156 - N157	232,69	231,09	230,48	229,44	25,98	2,21	0,0400	0,717	462,00	500	4,502	0,883	0,81	1,12	0,68	5,029	0,342	0,0883	0,0088	Vérifie
N157 - N158	231,09	228,86	228,47	227,31	29	2,62	0,0400	0,717	462,07	500	4,500	0,883	0,81	1,12	0,68	5,028	0,342	0,0883	0,0088	Vérifie

Tronçon	CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	Pr (m)	I (m/m)	Qt (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	H (m)	Qps/10- Qeu	Qps/100- Qeu	Vitesse Autocurage
N158 - N159	228,86	226,15	226,12	224,5	41,17	2,74	0,0393	0,717	463,49	500	4,463	0,876	0,82	1,12	0,69	4,998	0,344	0,0876	0,0088	Vérifie
N159 - N160	226,15	223,18	223,19	221,63	39,05	2,96	0,0399	0,717	462,18	500	4,497	0,883	0,81	1,12	0,68	5,025	0,342	0,0883	0,0088	Vérifie
N160 - N161	223,18	221,77	220,94	220,21	18,21	2,24	0,0401	0,717	461,88	500	4,505	0,884	0,81	1,12	0,68	5,032	0,342	0,0884	0,0088	Vérifie
N161 - N162	221,77	219,71	219,62	218,15	36,75	2,15	0,0400	0,717	462,07	500	4,500	0,883	0,81	1,12	0,68	5,028	0,342	0,0883	0,0088	Vérifie
N162 - N163	219,71	216,66	216,92	215,1	45,79	2,79	0,0397	0,717	462,62	500	4,486	0,880	0,81	1,12	0,69	5,016	0,343	0,0880	0,0088	Vérifie
N163 - N164	216,66	215,55	214,15	213,7	12,41	2,51	0,0363	0,717	470,65	500	4,285	0,841	0,85	1,13	0,71	4,845	0,355	0,0841	0,0084	Vérifie
N164 - N165	215,55	214,38	213,49	212,82	16,72	2,06	0,0401	0,717	461,91	500	4,504	0,884	0,81	1,12	0,68	5,031	0,342	0,0884	0,0088	Vérifie
N165 - N166	214,38	213,27	212,52	211,61	25,05	1,86	0,0363	0,717	470,49	600	4,843	1,369	0,52	1,01	0,51	4,912	0,307	0,1369	0,0137	Vérifie
N166 - N167	213,27	210,8	210,66	209,15	39,49	2,61	0,0382	0,717	465,99	600	4,968	1,404	0,51	1,01	0,50	5,002	0,303	0,1404	0,0140	Vérifie
N167 - N168	210,8	208,06	208,03	206,41	40,7	2,77	0,0398	0,717	462,50	600	5,069	1,433	0,50	1,00	0,50	5,072	0,299	0,1433	0,0143	Vérifie
N168 - N169	208,06	205,21	204,91	203,45	36,71	3,15	0,0398	0,717	462,57	600	5,067	1,432	0,50	1,00	0,50	5,071	0,300	0,1432	0,0143	Vérifie
N169 - N170	205,21	202,22	202,15	200,57	40,05	3,06	0,0395	0,717	463,27	600	5,047	1,426	0,50	1,00	0,50	5,057	0,300	0,1426	0,0143	Vérifie
N170 - N171	202,22	199,39	199,32	197,73	39,96	2,9	0,0398	0,717	462,53	600	5,068	1,432	0,50	1,00	0,50	5,072	0,300	0,1432	0,0143	Vérifie
N171 - N172	199,39	196,95	196,94	195,39	41,1	2,45	0,0377	0,717	467,20	600	4,934	1,394	0,51	1,01	0,51	4,978	0,304	0,1394	0,0139	Vérifie
N172 - N173	196,95	194,94	194,39	193,39	25,95	2,56	0,0385	0,717	465,31	600	4,988	1,410	0,51	1,01	0,50	5,016	0,302	0,1410	0,0141	Vérifie
N173 - N174	194,94	193,23	192,35	191,68	17,34	2,59	0,0386	0,717	465,08	600	4,994	1,411	0,51	1,01	0,50	5,020	0,302	0,1411	0,0141	Vérifie
N174 - N175	193,23	191,66	190,73	189,9	21,13	2,5	0,0393	0,717	463,64	600	5,036	1,423	0,50	1,00	0,50	5,049	0,301	0,1423	0,0142	Vérifie
N175 - N176	191,66	189,63	189	187,88	28,7	2,66	0,0390	0,717	464,21	600	5,019	1,418	0,51	1,00	0,50	5,038	0,301	0,1418	0,0142	Vérifie
N176 - N177	189,63	188,26	187,28	186,51	20,21	2,35	0,0381	0,717	466,30	600	4,959	1,402	0,51	1,01	0,51	4,996	0,303	0,1402	0,0140	Vérifie
N177 - N178	188,26	187,05	186,01	185,19	20,7	2,25	0,0396	0,717	462,91	600	5,057	1,429	0,50	1,00	0,50	5,064	0,300	0,1429	0,0143	Vérifie
N178 - N179	187,05	185,56	184,19	183,4	20,67	2,86	0,0382	0,717	466,03	600	4,967	1,404	0,51	1,01	0,50	5,001	0,303	0,1404	0,0140	Vérifie
N179 - N180	185,56	183,88	182,4	182,01	23,94	3,16	0,0163	0,717	546,83	600	3,243	0,916	0,78	1,11	0,67	3,585	0,399	0,0916	0,0092	Vérifie
N180 - N181	183,88	182,47	182,01	180,94	25,01	1,87	0,0428	0,717	456,28	600	5,255	1,485	0,48	0,99	0,49	5,201	0,294	0,1485	0,0149	Vérifie
N181 - N182	182,47	179,97	179,64	178,46	19,66	2,83	0,0600	0,717	428,22	600	6,225	1,759	0,41	0,94	0,45	5,864	0,267	0,1759	0,0176	Vérifie

Tronçon	CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	Pr (m)	I (m/m)	Qt (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	H (m)	Qps/10- Queu	Qps/100- Queu	Vitesse Autocurage
N182 - N183	179,97	178,84	178,46	177,31	20,99	1,51	0,0548	0,717	435,60	600	5,947	1,681	0,43	0,95	0,46	5,672	0,274	0,1681	0,0168	Vérifie
N183 - N184	178,84	176,8	176,64	175,29	22,55	2,2	0,0599	0,717	428,42	600	6,217	1,757	0,41	0,94	0,45	5,858	0,267	0,1757	0,0176	Vérifie
N184 - N185	176,8	174,23	174,89	172,66	37,06	1,91	0,0602	0,717	428,01	600	6,233	1,761	0,41	0,94	0,45	5,869	0,267	0,1761	0,0176	Vérifie
N185 - N186	174,23	172,56	171,91	171	22,98	2,32	0,0396	0,717	462,94	600	5,056	1,429	0,50	1,00	0,50	5,063	0,300	0,1429	0,0143	Vérifie
N186 - N187	172,56	170,49	169,67	168,64	26,12	2,89	0,0394	0,717	463,31	600	5,045	1,426	0,50	1,00	0,50	5,056	0,300	0,1426	0,0143	Vérifie
N187 - N188	170,49	168,69	167,87	166,52	33,74	2,62	0,0400	0,717	462,04	600	5,082	1,436	0,50	1,00	0,50	5,082	0,299	0,1436	0,0144	Vérifie
N188 - N189	168,69	167,85	166,52	165,92	15,58	2,17	0,0385	0,717	465,37	600	4,986	1,409	0,51	1,01	0,50	5,014	0,302	0,1409	0,0141	Vérifie
N189 - N190	167,85	166,01	165,55	164,42	31,07	2,3	0,0364	0,717	470,39	600	4,846	1,369	0,52	1,01	0,51	4,914	0,307	0,1369	0,0137	Vérifie
N190 - N191	166,01	163,63	163,39	161,94	36,22	2,62	0,0400	0,717	462,00	600	5,084	1,437	0,50	1,00	0,50	5,083	0,299	0,1437	0,0144	Vérifie
N191 - N95	163,63	160,27	160,43	158,71	43,98	3,2	0,0391	0,717	464,03	600	5,025	1,420	0,50	1,00	0,50	5,041	0,301	0,1420	0,0142	Vérifie

Tableau IV.6 : Collecteur principale du N 233 – N 134

Tronçon	CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	Pr (m)	I (m/m)	Qt (m ³ /s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m ³ /s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	H (m)	Qps/10- Qeu	Qps/100- Qeu	Vitesse Autocurage
N233 - N234	371,76	369,92	369,6	368,58	16,91	3,18	0,0603	0,157	242,0473	300	3,931	0,278	0,57	1,04	0,53	4,069	0,160	0,0278	0,0028	Vérifie
N234 - N235	369,92	368,81	368,58	367,37	14,17	2,55	0,0854	0,157	226,7751	300	4,677	0,330	0,48	0,98	0,49	4,606	0,146	0,0330	0,0033	Vérifie
N235 - N236	368,81	368,01	367,37	366,57	12,58	2,24	0,0636	0,157	239,6605	300	4,036	0,285	0,55	1,03	0,53	4,151	0,158	0,0285	0,0029	Vérifie
N236 - N237	368,01	366,44	366,57	365,1	20,53	2,91	0,0716	0,157	234,3887	300	4,283	0,303	0,52	1,01	0,51	4,332	0,153	0,0303	0,0030	Vérifie
N237 - N238	366,44	362,47	362,91	361,13	21,25	5,31	0,0838	0,157	227,5945	300	4,632	0,327	0,48	0,99	0,49	4,575	0,146	0,0327	0,0033	Vérifie
N238 - N239	362,47	358,54	359,11	357,2	21,72	5,27	0,0879	0,157	225,5294	300	4,746	0,335	0,47	0,98	0,48	4,653	0,144	0,0335	0,0034	Vérifie
N239 - N240	358,54	354,95	355,18	353,61	24,43	4,93	0,0643	0,157	239,1885	300	4,058	0,287	0,55	1,03	0,52	4,167	0,157	0,0287	0,0029	Vérifie
N240 - N241	354,95	352,85	352,38	351,46	14,45	3,49	0,0637	0,157	239,6077	300	4,039	0,285	0,55	1,03	0,53	4,152	0,158	0,0285	0,0029	Vérifie
N241 - N242	352,85	352,29	351,46	350,36	26,89	2,49	0,0409	0,157	260,3292	300	3,237	0,229	0,69	1,07	0,60	3,471	0,181	0,0229	0,0023	Vérifie
N242 - N243	352,29	349,4	349,08	347,85	16,87	4,44	0,0729	0,157	233,5945	300	4,322	0,305	0,51	1,01	0,51	4,360	0,152	0,0305	0,0031	Vérifie
N243 - N244	349,4	348,67	347,85	347,23	16,55	2,17	0,0375	0,157	264,6592	300	3,098	0,219	0,72	1,08	0,62	3,350	0,187	0,0219	0,0022	Vérifie
N244 - N245	348,67	345,58	345,01	344,19	12,69	4,48	0,0646	0,157	238,9432	300	4,069	0,287	0,14	0,69	0,25	2,814	0,076	0,0287	0,0029	Vérifie
N245 - N246	345,58	344,92	344,19	343,57	13,71	2,01	0,0452	0,157	255,48	300	3,404	0,240	0,65	1,06	0,58	3,620	0,175	0,0240	0,0024	Vérifie
N246 - N247	344,92	342,88	342,46	341,39	15,18	3,53	0,0705	0,157	235,0795	300	4,250	0,300	0,52	1,01	0,51	4,308	0,153	0,0300	0,0030	Vérifie
N247 - N248	342,88	341,88	341,39	340,23	18,77	2,65	0,0618	0,157	240,9486	300	3,979	0,281	0,56	1,03	0,53	4,106	0,159	0,0281	0,0028	Vérifie
N248 - N249	341,88	337,96	338,01	336,63	23,15	5,25	0,0596	0,157	242,5838	300	3,908	0,276	0,57	1,04	0,54	4,051	0,161	0,0276	0,0028	Vérifie
N249 - N250	337,96	333,81	333,71	332,47	20,57	5,49	0,0603	0,157	242,0754	300	3,930	0,278	0,57	1,04	0,53	4,068	0,160	0,0278	0,0028	Vérifie
N250 - N251	333,81	331,54	331,53	330,2	22,09	3,61	0,0602	0,157	242,1309	300	3,927	0,277	0,57	1,04	0,53	4,066	0,160	0,0277	0,0028	Vérifie
N251 - N252	331,54	328,51	327,68	327,17	8,52	4,37	0,0599	0,157	242,3951	300	3,916	0,277	0,57	1,04	0,54	4,057	0,161	0,0277	0,0028	Vérifie
N252 - N253	328,51	324,79	324,37	323,35	15,21	5,16	0,0671	0,157	237,2862	300	4,145	0,293	0,54	1,02	0,52	4,232	0,156	0,0293	0,0029	Vérifie
N253 - N254	324,79	323,41	323,28	321,8	20,16	2,99	0,0734	0,157	233,2941	300	4,337	0,306	0,51	1,01	0,51	4,371	0,152	0,0306	0,0031	Vérifie
N254 - N255	323,41	322,54	321,8	321,1	13,47	2,31	0,0520	0,157	248,9066	300	3,649	0,258	0,61	1,05	0,56	3,836	0,168	0,0258	0,0026	Vérifie
N255 - N256	322,54	318,02	318,26	316,55	28,55	5,99	0,0599	0,157	242,3679	300	3,917	0,277	0,57	1,04	0,54	4,058	0,161	0,0277	0,0028	Vérifie
N256 - N257	318,02	315,11	315	313,77	20,42	4,25	0,0602	0,157	242,1107	300	3,928	0,278	0,57	1,04	0,53	4,067	0,160	0,0278	0,0028	Vérifie

Tronçon	CT _{am} (m)	CT _{av} (m)	CR _{am} (m)	CR _{av} (m)	Dist (m)	Pr (m)	I (m/m)	Qt (m ³ /s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m ³ /s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	H (m)	Qps/10- Qeu	Qps/100- Qeu	Vitesse Autocurage
N257 - N258	315,11	313,94	313,38	312,61	12,85	2,5	0,0599	0,157	242,34	300	3,918	0,277	0,57	1,04	0,54	4,059	0,161	0,0277	0,0028	Vérifie
N258 - N259	313,94	313,09	312,38	311,74	10,44	2,2	0,0613	0,157	241,31	300	3,963	0,280	0,56	1,03	0,53	4,094	0,160	0,0280	0,0028	Vérifie
N259 - N260	313,09	308,89	309,18	307,55	27,17	5,54	0,0600	0,157	242,29	300	3,920	0,277	0,57	1,04	0,54	4,061	0,161	0,0277	0,0028	Vérifie
N260 - N261	308,89	305,79	305,27	304,46	13,61	4,43	0,0595	0,157	242,65	300	3,905	0,276	0,57	1,04	0,54	4,048	0,161	0,0276	0,0028	Vérifie
N261 - N262	305,79	302,71	302,21	301,37	13,96	4,42	0,0602	0,157	242,15	300	3,926	0,277	0,57	1,04	0,53	4,065	0,160	0,0277	0,0028	Vérifie
N262 - N263	302,71	297,27	298,37	295,94	20,39	6,77	0,1192	0,157	213,03	300	5,526	0,390	0,40	0,94	0,44	5,187	0,133	0,0390	0,0039	Vérifie
N263 - N264	297,27	293,02	293,11	291,68	23,84	5,59	0,0600	0,157	242,30	300	3,920	0,277	0,57	1,04	0,54	4,060	0,161	0,0277	0,0028	Vérifie
N264 - N265	293,02	290,22	290,19	288,78	20,26	4,24	0,0696	0,157	235,64	300	4,223	0,298	0,53	1,02	0,51	4,289	0,154	0,0298	0,0030	Vérifie
N265 - N266	290,22	287,64	288,78	286,21	39,89	4,01	0,0644	0,157	239,07	300	4,063	0,287	0,55	1,03	0,52	4,171	0,157	0,0287	0,0029	Vérifie
N266 - N267	287,64	282,42	283,51	281,31	33,91	6,33	0,0649	0,157	238,76	300	4,077	0,288	0,55	1,03	0,52	4,181	0,157	0,0288	0,0029	Vérifie
N267 - N268	282,42	280,55	279,51	279,03	10,59	3,39	0,0453	0,157	255,37	300	3,408	0,241	0,65	1,06	0,58	3,624	0,175	0,0241	0,0024	Vérifie
N268 - N134	280,55	278,12	277,93	276,98	18,32	3,57	0,0519	0,157	249,00	300	3,645	0,258	0,61	1,05	0,56	3,833	0,168	0,0258	0,0026	Vérifie

Tableau IV.7 : Collecteur principale du N 574 – N 122

Tronçon	CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	Pr (m)	I (m/m)	Qt (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	H (m)	Qps/10-Queu	Qps/100-Queu	Vitesse Autocurage
N574 - N575	109,04	109,49	107,45	107,1	31,7	1,94	0,0110	0,08457	263,89	300	1,682	0,119	0,71	1,08	0,62	1,816	0,186	0,0119	0,0012	Vérifie
N575 - N576	109,49	109,64	107,1	106,67	30,36	2,82	0,0142	0,08457	251,85	300	1,905	0,135	0,63	1,06	0,57	2,014	0,171	0,0135	0,0013	Vérifie
N576 - N577	109,64	109,69	107,67	107,31	30,37	2,33	0,0119	0,08457	260,39	300	1,743	0,123	0,69	1,07	0,61	1,869	0,182	0,0123	0,0012	Vérifie
N577 - N578	109,69	109,49	107,31	106,95	29,95	2,74	0,0120	0,08457	259,72	300	1,755	0,124	0,68	1,07	0,60	1,880	0,181	0,0124	0,0012	Vérifie
N578 - N579	109,49	109,3	106,95	106,22	30,12	3,27	0,0242	0,08457	227,72	300	2,492	0,176	0,48	0,99	0,49	2,462	0,146	0,0176	0,0018	Vérifie
N579 - N580	109,3	109,5	106,22	105,85	30	3,45	0,0123	0,08457	258,47	300	1,778	0,126	0,67	1,07	0,60	1,900	0,179	0,0126	0,0013	Vérifie
N580 - N581	109,5	108,95	105,85	105,37	30,2	4,13	0,0159	0,08457	246,46	300	2,018	0,143	0,59	1,05	0,55	2,111	0,165	0,0143	0,0014	Vérifie
N581 - N582	108,95	109,55	105,37	105,04	30,29	3,91	0,0109	0,08457	264,55	300	1,671	0,118	0,72	1,08	0,62	1,806	0,187	0,0118	0,0012	Vérifie
N582 - N583	109,55	107,99	105,04	104,66	29,99	4,89	0,0127	0,08457	257,16	300	1,802	0,127	0,66	1,07	0,59	1,922	0,177	0,0127	0,0013	Vérifie
N583 - N584	107,99	108,51	104,66	104,3	30,27	3,69	0,0119	0,08457	260,23	300	1,746	0,123	0,69	1,07	0,60	1,871	0,181	0,0123	0,0012	Vérifie
N584 - N585	108,51	108,17	104,3	103,88	29,98	4,63	0,0140	0,08457	252,36	300	1,894	0,134	0,63	1,06	0,57	2,004	0,172	0,0134	0,0013	Vérifie
N585 - N586	108,17	108	103,88	103,5	29,86	4,67	0,0127	0,08457	256,95	300	1,806	0,128	0,14	0,69	0,25	1,249	0,076	0,0128	0,0013	Vérifie
N586 - N587	108	107,78	103,5	103,12	29,8	4,88	0,0128	0,08457	256,85	300	1,807	0,128	0,66	1,07	0,59	1,927	0,177	0,0128	0,0013	Vérifie
N587 - N588	107,78	107,6	103,12	102,71	29,85	5,07	0,0137	0,08457	253,30	300	1,876	0,133	0,64	1,06	0,58	1,988	0,173	0,0133	0,0013	Vérifie
N588 - N589	107,6	107,1	102,71	102,41	30,41	5,19	0,0099	0,08457	269,52	400	1,926	0,242	0,35	0,91	0,41	1,750	0,163	0,0242	0,0024	Vérifie
N589 - N590	107,1	107,09	102,41	102,05	31,11	5,05	0,0116	0,08457	261,57	300	1,722	0,122	0,70	1,07	0,61	4,010	0,183	0,0122	0,0012	Vérifie
N590 - N122	107,09	107,1	102,05	101,7	24,18	5,39	0,0145	0,08457	250,82	300	1,926	0,136	0,62	1,06	0,57	2,032	0,170	0,0136	0,0014	Vérifie

Tableau IV.8 : Collecteur principale du N 428 – N 415

Tron	CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	pr	I (m/m)	Qt (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	H (m)	Qps/10-Queu	Qps/100-Queu	Vitesse Autocourage
N428 - N429	410,38	406,28	406,25	405,03	20,2	4,13	0,0604	0,278	299,813	300	3,934	0,278	1,00	1,14	0,81	4,496	0,243	0,0278	0,0028	Vérifie
N429 - N430	406,28	405,14	404,5	403,87	10,03	1,78	0,0628	0,278	297,617	300	4,011	0,283	0,98	1,14	0,79	4,576	0,238	0,0283	0,0028	Vérifie
N430 - N431	405,14	402,55	402,51	401,29	20,13	2,63	0,0606	0,278	299,618	300	3,940	0,278	1,00	1,14	0,81	4,503	0,242	0,0278	0,0028	Vérifie
N431 - N432	402,55	400,3	400,51	399,01	24,24	2,04	0,0619	0,278	298,451	300	3,982	0,281	0,99	1,14	0,80	4,545	0,239	0,0281	0,0028	Vérifie
N432 - N433	400,3	399,24	398,8	397,54	13,33	1,5	0,0945	0,278	275,662	300	4,921	0,348	0,80	1,11	0,68	5,474	0,203	0,0348	0,0035	Vérifie
N433 - N434	399,24	396,91	396,87	395,55	20,03	2,37	0,0659	0,278	294,950	300	4,109	0,290	0,96	1,14	0,77	4,682	0,232	0,0290	0,0029	Vérifie
N434 - N435	396,91	395,95	395,55	394,2	14,16	1,36	0,0953	0,278	275,218	300	4,942	0,349	0,80	1,11	0,67	5,491	0,202	0,0349	0,0035	Vérifie
N435 - N436	395,95	394,19	393,86	392,91	15,3	2,09	0,0621	0,278	298,261	300	3,988	0,282	0,99	1,14	0,80	4,552	0,239	0,0282	0,0028	Vérifie
N436 - N437	394,19	391,94	391,69	390,01	16,6	2,5	0,1012	0,278	272,154	300	5,092	0,360	0,77	1,10	0,66	5,609	0,198	0,0360	0,0036	Vérifie
N437 - N438	391,94	388,86	388,3	387,2	15,01	3,64	0,0733	0,278	289,135	300	4,333	0,306	0,91	1,14	0,74	4,935	0,223	0,0306	0,0031	Vérifie
N438 - N439	388,86	389,89	387,2	386,9	19,96	1,66	0,0150	0,278	389,144	400	2,377	0,299	0,93	1,14	0,76	2,708	0,303	0,0299	0,0030	Vérifie
N439 - N440	389,89	391,1	386,9	386,52	17,24	2,99	0,0220	0,278	362,186	400	2,879	0,362	0,14	0,69	0,25	1,991	0,101	0,0362	0,0036	Vérifie
N440 - N441	391,1	386,54	386,04	385,08	15,88	5,06	0,0605	0,278	299,760	400	4,767	0,599	0,46	0,98	0,48	4,661	0,192	0,0599	0,0060	Vérifie
N441 - N442	386,54	383,33	382,72	381,87	14,07	3,82	0,0604	0,278	299,798	400	4,766	0,599	0,46	0,98	0,48	4,660	0,192	0,0599	0,0060	Vérifie
N442 - N443	383,33	380,6	380,04	379,14	15,01	3,29	0,0600	0,278	300,221	400	4,748	0,596	0,47	0,98	0,48	4,648	0,192	0,0596	0,0060	Vérifie
N443 - N444	380,6	377,15	376,91	375,68	20,41	3,69	0,0603	0,278	299,936	400	4,760	0,598	0,46	0,98	0,48	4,656	0,192	0,0598	0,0060	Vérifie
N444 - N445	377,15	375,42	375,21	373,96	20,79	1,94	0,0601	0,278	300,066	400	4,754	0,597	0,47	0,98	0,48	4,653	0,192	0,0597	0,0060	Vérifie
N445 - N446	375,42	372,49	372,69	371,03	27,72	2,73	0,0599	0,278	300,292	400	4,745	0,596	0,47	0,98	0,48	4,646	0,192	0,0596	0,0060	Vérifie
N446 - N447	372,49	369,55	369,3	368,09	20,14	3,19	0,0601	0,278	300,109	400	4,753	0,597	0,47	0,98	0,48	4,651	0,192	0,0597	0,0060	Vérifie
N447 - N448	369,55	366,5	366,28	365,04	20,67	3,27	0,0600	0,278	300,193	400	4,749	0,596	0,47	0,98	0,48	4,649	0,192	0,0596	0,0060	Vérifie
N448 - N449	366,5	364,66	363,79	362	29,9	2,71	0,0599	0,278	300,309	400	4,744	0,596	0,47	0,98	0,48	4,646	0,192	0,0596	0,0060	Vérifie
N449 - N450	364,66	362,26	361,64	360,8	14,08	3,02	0,0597	0,564	391,799	400	4,736	0,595	0,95	1,14	0,77	5,396	0,307	0,0595	0,0059	Vérifie
N450 - N451	362,26	358,78	358,24	357,32	15,42	4,02	0,0597	0,564	391,795	400	4,736	0,595	0,95	1,14	0,77	5,396	0,307	0,0595	0,0059	Vérifie
N451 - N452	358,78	354,15	353,61	352,69	15,48	5,17	0,0594	0,564	392,080	400	4,727	0,594	0,95	1,14	0,77	5,386	0,307	0,0594	0,0059	Vérifie

Tron	CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	pr	I (m/m)	Qt (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	H (m)	Qps/10-Queu	Qps/100-Queu	Vitesse Autocurage
N452 - N453	354,15	350,72	350,18	349,26	15,36	3,97	0,0599	0,564	391,509	400	4,745	0,596	0,95	1,14	0,77	5,407	0,306	0,0596	0,0060	Vérifie
N453 - N454	350,72	347,05	346,49	345,59	15,01	4,23	0,0600	0,564	391,430	400	4,748	0,596	0,95	1,14	0,77	5,409	0,306	0,0596	0,0060	Vérifie
N454 - N455	347,05	344,06	343,39	342,6	13,14	3,66	0,0601	0,564	391,232	400	4,754	0,597	0,94	1,14	0,76	5,417	0,306	0,0597	0,0060	Vérifie
N455 - N541	344,06	340,63	340,39	339,54	14,2	3,67	0,0599	0,564	391,553	400	4,744	0,596	0,95	1,14	0,77	5,405	0,307	0,0596	0,0060	Vérifie
N541 - N542	340,63	341,02	338,54	337,65	14,18	2,09	0,0628	0,564	388,089	400	4,858	0,610	0,92	1,14	0,75	5,535	0,301	0,0610	0,0061	Vérifie
N542 - N543	341,02	337,19	336,58	335,72	15,03	4,44	0,0572	0,564	394,879	400	4,638	0,583	0,97	1,14	0,78	5,286	0,313	0,0583	0,0058	Vérifie
N543 - N544	337,19	333,89	333,33	332,43	15,08	3,86	0,0597	0,564	391,772	400	4,737	0,595	0,95	1,14	0,77	5,397	0,307	0,0595	0,0059	Vérifie
N544 - N545	333,89	330,56	330,01	329,1	15,28	3,88	0,0596	0,564	391,928	400	4,732	0,594	0,95	1,14	0,77	5,391	0,307	0,0594	0,0059	Vérifie
N545 - N546	330,56	326,7	326,24	325,24	16,67	4,32	0,0600	0,564	391,396	400	4,749	0,596	0,95	1,14	0,77	5,411	0,306	0,0596	0,0060	Vérifie
N546 - N547	326,7	323,29	322,92	321,83	18,18	3,78	0,0600	0,564	391,435	400	4,748	0,596	0,95	1,14	0,77	5,409	0,306	0,0596	0,0060	Vérifie
N547 - N548	323,29	320,06	320,13	318,6	25,54	3,16	0,0599	0,564	391,496	400	4,746	0,596	0,95	1,14	0,77	5,407	0,306	0,0596	0,0060	Vérifie
N548 - N549	320,06	317,84	318,18	316,38	30,07	1,88	0,0599	0,564	391,552	400	4,744	0,596	0,95	1,14	0,77	5,405	0,307	0,0596	0,0060	Vérifie
N549 - N550	317,84	314,4	315,04	312,94	35,03	2,8	0,0599	0,564	391,444	400	4,748	0,596	0,95	1,14	0,77	5,409	0,306	0,0596	0,0060	Vérifie
N550 - N551	314,4	310,74	311,09	309,28	30,24	3,31	0,0599	0,564	391,559	400	4,744	0,596	0,95	1,14	0,77	5,405	0,307	0,0596	0,0060	Vérifie
N551 - N552	310,74	307,57	308,02	306,1	32,01	2,72	0,0600	0,564	391,404	400	4,749	0,596	0,95	1,14	0,77	5,410	0,306	0,0596	0,0060	Vérifie
N552 - N553	307,57	304,8	304,84	303,34	25,05	2,73	0,0599	0,564	391,528	400	4,745	0,596	0,95	1,14	0,77	5,406	0,306	0,0596	0,0060	Vérifie
N553 - N554	304,8	300,46	300,5	299	25	4,3	0,0600	0,564	391,381	400	4,750	0,597	0,95	1,14	0,77	5,411	0,306	0,0597	0,0060	Vérifie
N554 - N555	300,46	297,04	297,09	295,57	25,23	3,37	0,0602	0,564	391,081	400	4,759	0,598	0,94	1,14	0,76	5,422	0,306	0,0598	0,0060	Vérifie
N555 - N556	297,04	294,72	294,34	293,26	18,02	2,7	0,0599	0,564	391,462	400	4,747	0,596	0,95	1,14	0,77	5,408	0,306	0,0596	0,0060	Vérifie
N556 - N557	294,72	291,19	290,62	289,73	14,99	4,1	0,0594	0,564	392,153	400	4,725	0,593	0,95	1,14	0,77	5,383	0,308	0,0593	0,0059	Vérifie
N557 - N558	291,19	287,63	287,07	286,17	15,02	4,12	0,0599	0,564	391,479	400	4,746	0,596	0,95	1,14	0,77	5,408	0,306	0,0596	0,0060	Vérifie
N558 - N559	287,63	285,04	284,49	283,58	15,14	3,14	0,0601	0,564	391,252	400	4,754	0,597	0,94	1,14	0,76	5,416	0,306	0,0597	0,0060	Vérifie
N559 - N560	285,04	280,23	279,66	278,77	14,79	5,38	0,0602	0,564	391,166	400	4,756	0,597	0,94	1,14	0,76	5,419	0,306	0,0597	0,0060	Vérifie
N560 - N591	280,23	276,1	275,45	274,63	13,57	4,78	0,0604	0,564	390,860	400	4,766	0,599	0,94	1,14	0,76	5,431	0,305	0,0599	0,0060	Vérifie

Tron	CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	pr	I (m/m)	Qt (m ³ /s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m ³ /s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	H (m)	Qps/10- Qeu	Qps/100- Qeu	Vitesse Autocurage
N591 - N592	276,1	272,94	272,29	271,48	13,41	3,81	0,0604	0,564	390,890	400	4,765	0,599	0,94	1,14	0,76	5,429	0,305	0,0599	0,0060	Vérifie
N592 - N593	272,94	270,12	269,53	268,66	14,55	3,41	0,0598	0,564	391,634	400	4,741	0,596	0,95	1,14	0,77	5,402	0,307	0,0596	0,0060	Vérifie
N593 - N594	270,12	267,34	266,78	265,87	15,03	3,34	0,0605	0,564	390,717	400	4,771	0,599	0,94	1,14	0,76	5,436	0,305	0,0599	0,0060	Vérifie
N594 - N595	267,34	264,25	263,68	262,79	14,9	3,66	0,0597	0,564	391,710	400	4,739	0,595	0,95	1,14	0,77	5,399	0,307	0,0595	0,0060	Vérifie
N595 - N596	264,25	261,04	260,5	259,58	15,34	3,75	0,0600	0,564	391,413	400	4,749	0,596	0,95	1,14	0,77	5,410	0,306	0,0596	0,0060	Vérifie
N596 - N597	261,04	257,41	257,15	255,95	20,06	3,89	0,0598	0,564	391,601	400	4,742	0,596	0,95	1,14	0,77	5,403	0,307	0,0596	0,0060	Vérifie
N597 - N598	257,41	253,92	253,65	252,45	20	3,76	0,0600	0,564	391,381	400	4,750	0,597	0,95	1,14	0,77	5,411	0,306	0,0597	0,0060	Vérifie
N598 - N599	253,92	250,68	250,72	249,22	25	3,2	0,0600	0,564	391,381	400	4,750	0,597	0,95	1,14	0,77	5,411	0,306	0,0597	0,0060	Vérifie
N599 - N600	250,68	247,18	247,22	245,72	25,14	3,46	0,0597	0,564	391,791	400	4,736	0,595	0,95	1,14	0,77	5,396	0,307	0,0595	0,0059	Vérifie
N600 - N601	247,18	243,83	243,87	242,37	25	3,31	0,0600	0,564	391,381	400	4,750	0,597	0,95	1,14	0,77	5,411	0,306	0,0597	0,0060	Vérifie
N601 - N602	243,83	240,98	241,02	239,52	25	2,81	0,0600	0,564	391,381	400	4,750	0,597	0,95	1,14	0,77	5,411	0,306	0,0597	0,0060	Vérifie
N602 - N415	240,98	238,9	238,84	237,34	25	2,14	0,0600	0,564	391,381	400	4,750	0,597	0,95	1,14	0,77	5,411	0,306	0,0597	0,0060	Vérifie

Tableau IV.9 : Collecteur principale du N 406 – N 361

Tron	CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	pr	I (m/m)	Qt (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	H (m)	Qps/10- Qeu	Qps/100- Qeu	Vitesse Autocurage
N406 - N407	251,85	249,89	250,05	248,5	30,01	3,35	0,0516	0,254	298,46	300	3,638	0,257	0,99	1,14	0,80	4,1521	0,2394	0,0257	0,0026	Vérifie
N407 - N408	249,89	247,63	248,5	246,17	41,21	3,72	0,0565	0,254	293,44	300	3,806	0,269	0,94	1,14	0,76	4,3362	0,2295	0,0269	0,0027	Vérifie
N408 - N409	247,63	246,11	246,17	244,55	30,09	3,08	0,0538	0,254	296,15	300	3,714	0,262	0,97	1,14	0,78	4,2329	0,2345	0,0262	0,0026	Vérifie
N409 - N410	246,11	244,81	244,55	243,51	30,05	2,6	0,0346	0,254	321,73	400	3,607	0,453	0,56	1,03	0,53	3,7262	0,2127	0,0453	0,0045	Vérifie
N410 - N411	244,81	243,51	243,51	242	30,09	2,81	0,0502	0,254	300,08	400	4,344	0,546	0,47	0,98	0,48	4,2506	0,1919	0,0546	0,0055	Vérifie
N411 - N412	243,51	242,01	242	240,5	30,05	3,01	0,0499	0,254	300,38	400	4,332	0,544	0,47	0,98	0,48	4,2428	0,1922	0,0544	0,0054	Vérifie
N412 - N413	242,01	240,82	240,5	239,41	30,12	2,6	0,0362	0,254	319,05	400	3,689	0,463	0,55	1,03	0,53	3,7888	0,2100	0,0463	0,0046	Vérifie
N413 - N414	240,82	239,53	239,41	238,05	30,05	2,77	0,0453	0,254	305,94	400	4,125	0,518	0,49	0,99	0,49	4,1015	0,1974	0,0518	0,0052	Vérifie
N414 - N415	239,53	238,9	238,05	237,61	18,96	1,92	0,0232	0,254	346,76	400	2,954	0,371	0,68	1,07	0,60	3,1659	0,2414	0,0371	0,0037	Vérifie
N437 - N438	391,94	388,86	388,3	387,2	15,01	3,64	0,0733	0,278	289,13	300	4,333	0,306	0,91	1,14	0,74	4,9354	0,2227	0,0306	0,0031	Vérifie
N415 - N416	238,9	237,14	236,82	235,67	19,12	3,23	0,0601	0,818	449,73	500	5,518	1,083	0,76	1,09	0,65	6,0409	0,3243	0,1083	0,0108	Vérifie
N416 - N417	237,14	234,94	234,68	233,48	20,06	3,66	0,0598	0,818	450,19	500	5,503	1,080	0,14	0,69	0,25	3,8057	0,1266	0,1080	0,0108	Vérifie
N417 - N418	234,94	232,81	232,55	231,35	20	3,59	0,0600	0,818	449,94	500	5,511	1,082	0,76	1,10	0,65	6,0355	0,3245	0,1082	0,0108	Vérifie
N418 - N419	232,81	231,18	230,62	229,72	15	3,09	0,0600	0,818	449,94	500	5,511	1,082	0,76	1,10	0,65	6,0355	0,3245	0,1082	0,0108	Vérifie
N419 - N420	231,18	229,19	228,67	227,73	15,7	3,45	0,0599	0,818	450,12	500	5,505	1,080	0,76	1,10	0,65	6,0308	0,3248	0,1080	0,0108	Vérifie
N420 - N421	229,19	226,88	226,33	225,41	15,18	3,78	0,0606	0,818	449,09	500	5,539	1,087	0,75	1,09	0,65	6,0579	0,3233	0,1087	0,0109	Vérifie
N421 - N422	226,88	224,42	223,85	222,95	15	3,93	0,0600	0,818	449,94	500	5,511	1,082	0,76	1,10	0,65	6,0355	0,3245	0,1082	0,0108	Vérifie
N422 - N423	224,42	222,14	221,58	220,68	15	3,74	0,0600	0,818	449,94	500	5,511	1,082	0,76	1,10	0,65	6,0355	0,3245	0,1082	0,0108	Vérifie
N423 - N424	222,14	219,63	219,1	218,17	15,49	3,97	0,0600	0,818	449,88	500	5,513	1,082	0,76	1,10	0,65	6,0369	0,3245	0,1082	0,0108	Vérifie
N424 - N425	219,63	217,38	216,8	215,92	14,67	3,71	0,0600	0,818	449,96	500	5,511	1,081	0,76	1,10	0,65	6,0350	0,3246	0,1081	0,0108	Vérifie
N425 - N426	217,38	215,44	214,87	213,97	15	3,41	0,0600	0,818	449,94	500	5,511	1,082	0,76	1,10	0,65	6,0355	0,3245	0,1082	0,0108	Vérifie
N426 - N427	215,44	213,19	213,47	211,66	30,08	3,78	0,0602	0,818	449,70	500	5,519	1,083	0,76	1,09	0,65	6,0419	0,3242	0,1083	0,0108	Vérifie
N427 - N361	213,19	211,39	211,36	209,93	27,75	3,26	0,0515	0,818	462,96	500	5,108	1,002	0,82	1,12	0,69	5,7145	0,3435	0,1002	0,0100	Vérifie

Tableau IV.10 : Collecteur principale du N 293 – N 361

Tron	CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	pr	I (m/m)	Qt (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	H (m)	Qps/10- Qeu	Qps/100- Qeu	Vitesse Autocurage
N293 - N294	367,75	365,48	365,19	364,23	15,97	3,52	0,0601	0,337	322,54	400	4,754	0,597	0,56	1,03	0,53	4,919	0,214	0,0597	0,0060	Vérifie
N294 - N295	365,48	362,17	362,07	360,93	19,1	4,55	0,0597	0,337	322,97	400	4,737	0,595	0,57	1,04	0,53	4,905	0,214	0,0595	0,0059	Vérifie
N295 - N296	362,17	358,33	358,16	357,08	18	5,09	0,0600	0,337	322,65	400	4,750	0,597	0,56	1,03	0,53	4,915	0,214	0,0597	0,0060	Vérifie
N296 - N297	358,33	355	354,74	353,76	16,44	4,57	0,0596	0,337	323,04	400	4,734	0,595	0,57	1,04	0,54	4,903	0,214	0,0595	0,0059	Vérifie
N297 - N298	355	351,98	351,75	350,73	16,96	4,27	0,0601	0,337	322,51	400	4,755	0,597	0,56	1,03	0,53	4,920	0,214	0,0597	0,0060	Vérifie
N298 - N299	351,98	349,94	350,05	348,69	22,64	3,29	0,0601	0,337	322,58	400	4,752	0,597	0,56	1,03	0,53	4,918	0,214	0,0597	0,0060	Vérifie
N299 - N300	349,94	347,34	348,37	346,1	37,98	3,84	0,0598	0,337	322,88	400	4,740	0,595	0,57	1,04	0,53	4,908	0,214	0,0595	0,0060	Vérifie
N300 - N301	347,34	344,7	344,84	343,46	22,99	3,88	0,0600	0,337	322,62	400	4,751	0,597	0,56	1,03	0,53	4,916	0,214	0,0597	0,0060	Vérifie
N301 - N302	344,7	342,72	342,97	341,47	25,03	3,23	0,0599	0,337	322,72	400	4,747	0,596	0,57	1,04	0,53	4,913	0,214	0,0596	0,0060	Vérifie
N302 - N303	342,72	341,94	341,47	340,68	25,59	2,04	0,0309	0,337	365,46	400	3,407	0,428	0,79	1,11	0,67	3,773	0,268	0,0428	0,0043	Vérifie
N303 - N304	341,94	340,45	340,68	339,2	30,18	2,74	0,0490	0,337	335,09	400	4,294	0,539	0,62	1,06	0,57	4,535	0,227	0,0539	0,0054	Vérifie
N304 - N305	340,45	339,61	339,2	338,34	27,59	2,11	0,0312	0,337	364,80	400	3,423	0,430	0,14	0,69	0,25	2,367	0,101	0,0430	0,0043	Vérifie
N305 - N306	339,61	336,39	337,66	335,15	41,88	4,46	0,0599	0,337	322,72	400	4,747	0,596	0,57	1,04	0,53	4,913	0,214	0,0596	0,0060	Vérifie
N306 - N307	336,39	334,28	334,4	333,03	22,79	3,36	0,0601	0,337	322,53	400	4,754	0,597	0,56	1,03	0,53	4,919	0,214	0,0597	0,0060	Vérifie
N307 - N308	334,28	332,1	333,03	330,82	40,17	3,46	0,0550	0,337	327,94	400	4,548	0,571	0,59	1,04	0,55	4,752	0,219	0,0571	0,0057	Vérifie
N308 - N309	332,1	330,95	330,82	329,68	30,99	2,42	0,0368	0,337	353,65	400	3,719	0,467	0,72	1,08	0,63	4,026	0,251	0,0467	0,0047	Vérifie
N309 - N310	330,95	330,08	329,68	328,82	22,5	2,13	0,0382	0,337	351,12	400	3,791	0,476	0,71	1,08	0,62	4,088	0,247	0,0476	0,0048	Vérifie
N310 - N311	330,08	329,12	328,82	327,87	20,24	2,21	0,0469	0,337	337,85	400	4,201	0,528	0,64	1,06	0,58	4,452	0,230	0,0528	0,0053	Vérifie
N311 - N312	329,12	328,7	327,87	327,45	21,26	1,67	0,0198	0,337	397,37	400	2,725	0,342	0,98	1,14	0,79	3,110	0,318	0,0342	0,0034	Vérifie
N312 - N313	328,7	325,57	325,85	324,33	25,29	4,37	0,0601	0,337	322,55	400	4,754	0,597	0,56	1,03	0,53	4,919	0,214	0,0597	0,0060	Vérifie
N313 - N314	325,57	323,66	323,4	322,41	16,46	3,16	0,0601	0,337	322,50	400	4,755	0,597	0,56	1,03	0,53	4,920	0,214	0,0597	0,0060	Vérifie
N314 - N315	323,66	321,23	321,63	319,98	27,52	3,68	0,0600	0,337	322,69	400	4,748	0,596	0,57	1,03	0,53	4,914	0,214	0,0596	0,0060	Vérifie

Tron	CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	pr	I (m/m)	Qt (m ³ /s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m ³ /s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	H (m)	Qps/10-Queu	Qps/100-Queu	Vitesse Autocurage
N315 - N316	321,23	317,79	319	316,55	40,9	4,68	0,0599	0,337	322,75	400	4,746	0,596	0,57	1,04	0,53	4,912	0,214	0,0596	0,0060	Vérifie
N316 - N317	317,79	315	315,38	313,76	26,99	4,03	0,0600	0,337	322,63	400	4,750	0,597	0,56	1,03	0,53	4,916	0,214	0,0597	0,0060	Vérifie
N317 - N318	315	312,51	312,36	311,07	21,83	3,93	0,0591	0,337	323,57	400	4,714	0,592	0,57	1,04	0,54	4,887	0,215	0,0592	0,0059	Vérifie
N318 - N319	312,51	311,1	311,07	309,84	30,96	2,67	0,0397	0,337	348,58	400	3,865	0,485	0,69	1,07	0,61	4,152	0,244	0,0485	0,0049	Vérifie
N319 - N320	311,1	310,03	309,84	308,68	30,21	2,42	0,0384	0,337	350,81	400	3,800	0,477	0,71	1,08	0,62	4,095	0,247	0,0477	0,0048	Vérifie
N320 - N321	310,03	308,76	308,48	307,31	20,02	2,72	0,0584	0,337	324,25	400	4,687	0,589	0,57	1,04	0,54	4,866	0,215	0,0589	0,0059	Vérifie
N321 - N322	308,76	308,63	307,31	306,66	25,74	2,1	0,0253	0,337	379,49	400	3,081	0,387	0,87	1,13	0,72	3,497	0,288	0,0387	0,0039	Vérifie
N322 - N323	308,63	305,83	306,66	304,48	40,03	4,15	0,0545	0,337	328,57	400	4,525	0,568	0,59	1,05	0,55	4,733	0,220	0,0568	0,0057	Vérifie
N323 - N324	305,83	302,86	303,91	301,5	40,18	4,33	0,0600	0,337	322,67	400	4,749	0,596	0,57	1,03	0,53	4,915	0,214	0,0596	0,0060	Vérifie
N324 - N325	302,86	300,62	301,07	299,26	30,07	3,6	0,0602	0,337	322,46	400	4,757	0,598	0,56	1,03	0,53	4,921	0,213	0,0598	0,0060	Vérifie
N325 - N326	300,62	298,48	298,15	296,2	33,77	4,42	0,0577	0,337	324,98	400	4,659	0,585	0,58	1,04	0,54	4,843	0,216	0,0585	0,0059	Vérifie
N326 - N327	298,48	295,09	294,3	293,44	20,11	5,04	0,0428	0,582	421,98	500	4,653	0,913	0,64	1,06	0,58	4,930	0,288	0,0913	0,0091	Vérifie
N327 - N328	295,09	292,21	292,44	291,05	19,71	4,04	0,0705	0,582	384,20	500	5,975	1,173	0,50	1,00	0,50	5,964	0,248	0,1173	0,0117	Vérifie
N328 - N329	292,21	288,83	289,67	289,07	19,99	3,14	0,0300	0,582	450,94	500	3,898	0,765	0,76	1,10	0,65	4,276	0,326	0,0765	0,0076	Vérifie
N329 - N330	288,83	285,72	286,57	285,67	20,01	3,16	0,0450	0,582	418,01	500	4,772	0,936	0,62	1,06	0,57	5,035	0,283	0,0936	0,0094	Vérifie
N330 - N331	285,72	282,53	282,39	281,18	20,18	4,54	0,0600	0,582	396,07	500	5,510	1,081	0,54	1,02	0,52	5,631	0,260	0,1081	0,0108	Vérifie
N331 - N332	282,53	279,67	279,52	278,32	19,91	4,21	0,0603	0,582	395,68	500	5,524	1,084	0,54	1,02	0,52	5,642	0,259	0,1084	0,0108	Vérifie
N332 - N333	279,67	276,23	276,37	275,05	24,82	4,62	0,0532	0,582	405,08	500	5,189	1,018	0,57	1,04	0,54	5,385	0,269	0,1018	0,0102	Vérifie
N333 - N334	276,23	278,64	275,05	274,5	41,01	1,73	0,0134	0,582	524,47	600	2,942	0,832	0,70	1,08	0,61	3,166	0,368	0,0832	0,0083	Vérifie
N334 - N335	278,64	278,67	274,5	274,3	20,88	4,34	0,0096	0,582	558,63	600	2,487	0,703	0,83	1,12	0,69	2,793	0,417	0,0703	0,0070	Vérifie
N335 - N336	278,67	280,86	274,3	274,1	20,65	4,57	0,0097	0,582	557,47	600	2,500	0,707	0,82	1,12	0,69	2,805	0,415	0,0707	0,0071	Vérifie
N336 - N337	280,86	279,41	274,1	273,92	11,78	6,94	0,0153	0,582	511,79	600	3,141	0,888	0,66	1,06	0,59	3,343	0,352	0,0888	0,0089	Vérifie
N337 - N338	279,41	278	273,92	273,76	11,44	5,65	0,0140	0,582	520,36	600	3,005	0,849	0,69	1,07	0,60	3,221	0,362	0,0849	0,0085	Vérifie
N338 - N339	278	278,88	273,76	273,68	8,04	4,32	0,0100	0,582	554,66	600	2,534	0,716	0,81	1,12	0,68	2,832	0,411	0,0716	0,0072	Vérifie

Tron	CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	pr	I (m/m)	Qt (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	H (m)	Qps/10-Queu	Qps/100-Queu	Vitesse Autocurage
N339 - N340	278,88	276,15	273,68	273,52	21,11	5,36	0,0076	0,582	583,70	600	2,212	0,625	0,93	1,14	0,76	2,520	0,454	0,0625	0,0063	Vérifie
N340 - N341	276,15	273,39	272,9	271,71	19,73	4,44	0,0603	0,582	395,63	600	6,240	1,763	0,33	0,90	0,39	5,600	0,237	0,1763	0,0176	Vérifie
N341 - N342	273,39	269,39	269,52	267,71	30,22	5,68	0,0599	0,582	396,15	600	6,218	1,757	0,33	0,90	0,40	5,585	0,237	0,1757	0,0176	Vérifie
N342 - N343	269,39	265,88	265,21	264,2	16,79	5,19	0,0602	0,582	395,83	600	6,232	1,761	0,33	0,90	0,39	5,594	0,237	0,1761	0,0176	Vérifie
N343 - N344	265,88	262,37	261,7	260,69	16,76	5,19	0,0603	0,582	395,70	600	6,237	1,763	0,33	0,90	0,39	5,598	0,237	0,1763	0,0176	Vérifie
N344 - N345	262,37	258,92	258,19	257,24	15,88	5,13	0,0598	0,582	396,24	600	6,215	1,756	0,33	0,90	0,40	5,582	0,237	0,1756	0,0176	Vérifie
N345 - N346	258,92	255,14	254,6	253,46	19,1	5,46	0,0597	0,582	396,41	600	6,207	1,754	0,33	0,90	0,40	5,577	0,237	0,1754	0,0175	Vérifie
N346 - N347	255,14	252,31	251,54	250,63	15,09	4,51	0,0603	0,582	395,64	600	6,239	1,763	0,33	0,90	0,39	5,600	0,237	0,1763	0,0176	Vérifie
N347 - N348	252,31	249,05	248,27	247,37	15,03	4,94	0,0599	0,582	396,17	600	6,217	1,757	0,33	0,90	0,40	5,584	0,237	0,1757	0,0176	Vérifie
N348 - N349	249,05	245,42	244,64	243,74	15,02	5,31	0,0599	0,582	396,12	600	6,220	1,758	0,33	0,90	0,40	5,586	0,237	0,1758	0,0176	Vérifie
N349 - N350	245,42	241,78	241,01	240,1	15,2	5,32	0,0599	0,582	396,18	600	6,217	1,757	0,33	0,90	0,40	5,584	0,237	0,1757	0,0176	Vérifie
N350 - N351	241,78	238,8	238,07	237,12	15,82	4,66	0,0601	0,582	395,96	600	6,226	1,760	0,33	0,90	0,39	5,590	0,237	0,1760	0,0176	Vérifie
N351 - N352	238,8	237,05	236,56	235,17	23,2	3,63	0,0599	0,582	396,13	600	6,219	1,758	0,33	0,90	0,40	5,586	0,237	0,1758	0,0176	Vérifie
N352 - N353	237,05	233,89	233,42	232,21	20,18	4,84	0,0600	0,582	396,07	600	6,222	1,758	0,33	0,90	0,40	5,587	0,237	0,1758	0,0176	Vérifie
N353 - N354	233,89	230,49	230,04	228,81	20,5	5,08	0,0600	0,582	396,02	600	6,224	1,759	0,33	0,90	0,40	5,589	0,237	0,1759	0,0176	Vérifie
N354 - N355	230,49	227,19	226,71	225,51	20,04	4,98	0,0599	0,582	396,17	600	6,217	1,757	0,33	0,90	0,40	5,584	0,237	0,1757	0,0176	Vérifie
N355 - N356	227,19	223,99	223,52	222,31	20,22	4,88	0,0598	0,582	396,22	600	6,215	1,756	0,33	0,90	0,40	5,583	0,237	0,1756	0,0176	Vérifie
N356 - N357	223,99	220,89	220,51	219,21	21,67	4,78	0,0600	0,582	396,03	600	6,223	1,759	0,33	0,90	0,40	5,588	0,237	0,1759	0,0176	Vérifie
N357 - N358	220,89	217,72	217,43	216,04	23,17	4,85	0,0600	0,582	396,03	600	6,223	1,759	0,33	0,90	0,40	5,588	0,237	0,1759	0,0176	Vérifie
N358 - N359	217,72	214,56	214,39	212,88	25,23	4,84	0,0598	0,582	396,21	600	6,216	1,757	0,33	0,90	0,40	5,583	0,237	0,1757	0,0176	Vérifie
N359 - N360	214,56	212,6	212,35	210,92	23,77	3,64	0,0602	0,582	395,82	600	6,232	1,761	0,33	0,90	0,39	5,594	0,237	0,1761	0,0176	Vérifie
N360 - N361	212,6	211,39	210,92	209,69	24,18	2,91	0,0509	0,582	408,47	600	5,731	1,619	0,36	0,91	0,41	5,239	0,249	0,1619	0,0162	Vérifie

Tableau IV.11 : Collecteur principale du N 361 – N 405

Tron	CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	pr	I (m/m)	Qt (m ³ /s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m ³ /s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	H (m)	Qps/10-0- Qeu	Qps/100- Qeu	Vitesse Autocurage
N361 - N362	211,39	209,75	209,49	208,15	28,11	1,6	0,04767	1,4	574,65	800	6,720	3,376	0,41	0,95	0,45	6,359	0,360	0,3376	0,0338	Vérifie
N362 - N363	209,75	208,58	208,15	206,98	30,07	1,6	0,038909	1,4	596,95	800	6,071	3,050	0,46	0,97	0,48	5,915	0,381	0,3050	0,0305	Vérifie
N363 - N364	208,58	207,45	206,98	205,85	40	1,6	0,02825	1,4	633,88	800	5,173	2,599	0,54	1,02	0,52	5,289	0,416	0,2599	0,0260	Vérifie
N364 - N365	207,45	205,38	205,85	203,78	40,05	1,6	0,051685	1,4	566,00	800	6,998	3,516	0,40	0,94	0,44	6,552	0,352	0,3516	0,0352	Vérifie
N365 - N366	205,38	204,03	203,78	202,42	40,1	1,61	0,033915	1,4	612,52	800	5,668	2,848	0,49	1,00	0,49	5,641	0,395	0,2848	0,0285	Vérifie
N366 - N367	204,03	203,65	202,42	202,01	40,08	1,64	0,01023	1,4	766,87	800	3,113	1,564	0,90	1,14	0,73	3,543	0,588	0,1564	0,0156	Vérifie
N367 - N368	203,65	201,6	202,01	199,99	40,05	1,61	0,050437	1,4	568,60	800	6,913	3,473	0,40	0,94	0,44	6,493	0,354	0,3473	0,0347	Vérifie
N368 - N369	201,6	199,54	199,99	197,93	40,08	1,61	0,051397	1,4	566,59	800	6,978	3,506	0,40	0,94	0,44	6,539	0,352	0,3506	0,0351	Vérifie
N369 - N370	199,54	196,81	197,53	195,23	40	1,58	0,0575	1,4	554,80	800	7,381	3,708	0,38	0,92	0,43	6,823	0,341	0,3708	0,0371	Vérifie
N370 - N371	196,81	193,77	194,02	192,09	40,09	1,68	0,048142	1,4	573,59	800	6,753	3,393	0,41	0,95	0,45	6,382	0,359	0,3393	0,0339	Vérifie
N371 - N372	193,77	191,32	191,25	189,64	40,03	1,68	0,04022	1,4	593,25	800	6,173	3,101	0,45	0,97	0,47	5,984	0,377	0,3101	0,0310	Vérifie
N372 - N373	191,32	188,52	189,25	186,84	40,09	1,68	0,060115	1,4	550,19	800	7,547	3,791	0,14	0,69	0,25	5,219	0,203	0,3791	0,0379	Vérifie
N373 - N374	188,52	185,28	185,16	183,6	40,07	1,68	0,038932	1,4	596,88	800	6,073	3,051	0,46	0,97	0,48	5,917	0,381	0,3051	0,0305	Vérifie
N374 - N375	185,28	182,84	182,17	181,16	30,2	1,68	0,033444	1,4	614,13	800	5,629	2,828	0,50	1,00	0,50	5,614	0,397	0,2828	0,0283	Vérifie
N375 - N376	182,84	181,2	180,26	179,52	20,68	1,68	0,035783	1,4	606,40	800	5,822	2,925	0,48	0,99	0,49	5,746	0,390	0,2925	0,0293	Vérifie
N376 - N377	181,2	179,48	179,02	177,77	30,07	1,71	0,04157	1,4	589,59	800	6,276	3,153	0,44	0,96	0,47	6,054	0,374	0,3153	0,0315	Vérifie
N377 - N378	179,48	177,64	177,07	175,96	30,19	1,68	0,036767	1,4	603,32	800	5,902	2,965	0,47	0,98	0,48	5,800	0,387	0,2965	0,0297	Vérifie
N378 - N379	177,64	175,25	174,57	173,57	25	1,68	0,04	1,4	593,86	800	6,156	3,093	0,45	0,97	0,47	5,973	0,378	0,3093	0,0309	Vérifie
N379 - N380	175,25	173,06	172,13	171,38	20,9	1,68	0,035885	1,4	606,07	800	5,831	2,929	0,48	0,99	0,49	5,752	0,389	0,2929	0,0293	Vérifie
N380 - N381	173,06	170,57	170,03	168,89	30,19	1,68	0,037761	1,4	600,31	800	5,981	3,005	0,47	0,98	0,48	5,854	0,384	0,3005	0,0300	Vérifie
N381 - N382	170,57	168,04	167,56	166,36	30,04	1,68	0,039947	1,4	594,01	800	6,152	3,091	0,45	0,97	0,47	5,970	0,378	0,3091	0,0309	Vérifie
N382 - N383	168,04	164,71	164,24	163,03	30,12	1,68	0,040173	1,4	593,38	800	6,169	3,099	0,45	0,97	0,47	5,982	0,377	0,3099	0,0310	Vérifie

Tron	CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	pr	I (m/m)	Qt (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	H (m)	Qps/10-Queu	Qps/100-Queu	Vitesse Autocurage
N383 - N384	164,71	161,21	160,79	159,53	32,65	1,68	0,038591	1,4	597,87	800	6,047	3,038	0,46	0,98	0,48	5,899	0,382	0,3038	0,0304	Vérifie
N384 - N385	161,21	159,01	158,26	157,33	27,16	1,68	0,034242	1,4	611,42	800	5,696	2,861	0,49	0,99	0,49	5,660	0,394	0,2861	0,0286	Vérifie
N385 - N386	159,01	155,65	155,37	153,97	40,09	1,68	0,034921	1,4	609,17	800	5,752	2,890	0,48	0,99	0,49	5,698	0,392	0,2890	0,0289	Vérifie
N386 - N387	155,65	152,56	152,3	150,88	40,24	1,68	0,035288	1,4	607,98	800	5,782	2,905	0,48	0,99	0,49	5,719	0,391	0,2905	0,0290	Vérifie
N387 - N388	152,56	148,65	148,47	146,97	40,12	1,68	0,037388	1,4	601,43	800	5,952	2,990	0,47	0,98	0,48	5,834	0,385	0,2990	0,0299	Vérifie
N388 - N389	148,65	144,04	144,06	142,36	40,02	1,68	0,042479	1,4	587,20	800	6,344	3,187	0,44	0,96	0,46	6,101	0,372	0,3187	0,0319	Vérifie
N389 - N390	144,04	140,9	140,04	139,22	18,7	1,68	0,04385	1,4	583,72	800	6,445	3,238	0,43	0,96	0,46	6,170	0,368	0,3238	0,0324	Vérifie
N390 - N391	140,9	139,23	138,11	137,55	15,91	1,68	0,035198	1,4	608,27	800	5,775	2,901	0,48	0,99	0,49	5,714	0,391	0,2901	0,0290	Vérifie
N391 - N392	139,23	135,98	134,91	134,3	20,09	1,68	0,030363	1,4	625,36	800	5,363	2,695	0,52	1,01	0,51	5,427	0,408	0,2695	0,0269	Vérifie
N392 - N393	135,98	133,65	132,77	131,97	19,97	1,68	0,04006	1,4	593,69	800	6,161	3,095	0,45	0,97	0,47	5,976	0,378	0,3095	0,0310	Vérifie
N393 - N394	133,65	129,61	129,53	127,93	40,02	1,68	0,03998	1,4	593,92	800	6,154	3,092	0,45	0,97	0,47	5,972	0,378	0,3092	0,0309	Vérifie
N394 - N395	129,61	125,79	125,81	124,11	40	1,68	0,0425	1,4	587,15	800	6,345	3,188	0,44	0,96	0,46	6,102	0,372	0,3188	0,0319	Vérifie
N395 - N396	125,79	123,22	122,66	121,54	30,28	1,68	0,036988	1,4	602,64	800	5,920	2,974	0,47	0,98	0,48	5,813	0,386	0,2974	0,0297	Vérifie
N396 - N397	123,22	123,23	121,54	121,11	25,02	2,12	0,017186	1,4	695,78	800	4,035	2,027	0,69	1,07	0,61	4,331	0,486	0,2027	0,0203	Vérifie
N397 - N398	123,23	123,96	121,11	120,88	16,21	3,08	0,014189	1,4	721,24	800	3,666	1,842	0,76	1,10	0,65	4,020	0,521	0,1842	0,0184	Vérifie
N398 - N399	123,96	121,63	119,71	119,51	15,04	2,12	0,013298	1,4	730,07	800	3,549	1,783	0,79	1,11	0,67	3,928	0,534	0,1783	0,0178	Vérifie
N399 - N400	121,63	118,35	116,81	116,23	14,73	2,12	0,039375	1,4	595,62	800	6,108	3,068	0,46	0,97	0,47	5,940	0,379	0,3068	0,0307	Vérifie
N400 - N401	118,35	115,48	113,88	113,36	15,37	2,12	0,033832	1,4	612,80	800	5,661	2,844	0,49	1,00	0,49	5,636	0,396	0,2844	0,0284	Vérifie
N401 - N402	115,48	113,33	111,71	111,21	15,11	2,12	0,033091	1,4	615,36	800	5,599	2,813	0,50	1,00	0,50	5,593	0,398	0,2813	0,0281	Vérifie
N402 - N403	113,33	110,88	109,45	108,92	15,39	1,96	0,034438	1,4	610,77	800	5,712	2,870	0,49	0,99	0,49	5,671	0,394	0,2870	0,0287	Vérifie
N403 - N404	110,88	108,56	108,22	107,44	20,03	1,12	0,038942	1,4	596,86	800	6,074	3,052	0,46	0,97	0,48	5,917	0,381	0,3052	0,0305	Vérifie
N404 - N405	108,56	107,69	107,44	107,19	25,92	0,5	0,009645	1,4	775,38	800	3,023	1,519	0,92	1,14	0,75	3,444	0,600	0,1519	0,0152	Vérifie

Tableau IV.12 : Collecteur principale du N 517 – N 505

Tron	CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	pr	I (m/m)	Qt (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	H (m)	Qps/10 - Qeu	Qps/100 - Qeu	Vitesse Autocurage
N517 - N518	107,69	107,82	106,48	106,04	21,53	1,21	0,0204	0,074	223,63	300	2,288	0,161	0,45	0,97	0,47	2,22	0,1425	0,016	0,0016	Vérifie
N518 - N519	107,82	107,69	106,04	105,56	39,84	1,78	0,0120	0,074	246,92	300	1,756	0,124	0,59	1,04	0,55	1,83	0,165	0,0124	0,0012	Vérifie
N519 - N520	107,69	105,24	105,56	104,03	36,68	2,13	0,0417	0,074	195,63	300	3,268	0,230	0,32	0,89	0,38	2,91	0,116	0,023	0,0023	Vérifie
N520 - N505	105,24	101,83	102,98	100,57	40,13	2,26	0,0600	0,074	182,70	300	3,922	0,277	0,267	0,85	0,34	3,34	0,104	0,027	0,0027	Vérifie

Tableau IV.13 : Collecteur principale du N 460 – N 516

Tron	CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	pr	I (m/m)	Qt (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	H (m)	Qps/10- Queu	Qps/100- Queu	Vitesse Autocurage
N460 - N461	110,99	110,12	109,86	108,93	44,29	1,13	0,0210	0,097	246,27	300	2,319	0,164	0,59	1,05	0,55	2,425	0,165	0,0164	0,0016	Vérifie
N461 - N462	110,12	109,52	108,93	108,33	40,11	1,19	0,0150	0,097	262,43	300	1,958	0,138	0,70	1,08	0,61	2,107	0,184	0,0138	0,0014	Vérifie
N462 - N463	109,52	108,92	108,33	107,83	40	1,19	0,0125	0,097	271,42	300	1,790	0,126	0,77	1,10	0,66	1,967	0,197	0,0126	0,0013	Vérifie
N463 - N464	108,92	108,48	107,83	107,32	40,94	1,09	0,0125	0,097	271,59	300	1,786	0,126	0,77	1,10	0,66	1,965	0,197	0,0126	0,0013	Vérifie
N464 - N465	108,48	108	107,32	106,76	33,29	1,16	0,0168	0,097	256,72	300	2,076	0,147	0,66	1,07	0,59	2,212	0,177	0,0147	0,0015	Vérifie
N465 - N466	108	107,93	106,76	106,37	27,28	1,24	0,0143	0,097	264,67	300	1,914	0,135	0,72	1,08	0,62	2,070	0,187	0,0135	0,0014	Vérifie
N466 - N467	107,93	105,32	106,37	104,08	36,32	1,56	0,0631	0,097	200,39	300	4,019	0,284	0,34	0,90	0,40	3,634	0,121	0,0284	0,0028	Vérifie
N467 - N468	105,32	103,4	104,08	102,12	35,61	1,24	0,0550	0,097	205,56	300	3,755	0,265	0,37	0,92	0,42	3,446	0,126	0,0265	0,0027	Vérifie
N468 - N469	103,4	102,51	102,12	101,26	27,76	1,28	0,0310	0,097	228,95	300	2,817	0,199	0,49	0,99	0,49	2,796	0,148	0,0199	0,0020	Vérifie
N469 - N504	102,51	102,25	101,26	100,99	22,49	1,25	0,0120	0,097	273,48	300	1,754	0,124	0,78	1,11	0,67	1,939	0,200	0,0124	0,0012	Vérifie
N504 - N505	102,25	101,83	100,99	100,57	22,1	1,26	0,0190	0,097	250,92	300	2,207	0,156	0,62	1,06	0,57	2,329	0,170	0,0156	0,0016	Vérifie
N505 - N506	101,83	100,42	100,57	99,65	40,69	1,26	0,0226	0,171	300,41	400	2,916	0,366	0,14	0,69	0,25	2,016	0,101	0,0366	0,0037	Vérifie
N506 - N507	100,42	99,89	99,65	99,04	37,64	0,77	0,0162	0,171	319,77	400	2,468	0,310	0,55	1,03	0,53	2,539	0,211	0,0310	0,0031	Vérifie
N507 - N508	99,89	99,9	99,04	98,68	27,39	0,85	0,0131	0,171	332,57	400	2,223	0,279	0,61	1,05	0,56	2,339	0,224	0,0279	0,0028	Vérifie
N508 - N509	99,9	99,4	98,68	98,24	40,48	1,22	0,0109	0,171	344,63	400	2,022	0,254	0,67	1,07	0,60	2,161	0,239	0,0254	0,0025	Vérifie
N509 - N510	99,4	99,29	98,24	97,94	33,14	1,16	0,0091	0,171	356,66	400	1,845	0,232	0,74	1,09	0,64	2,008	0,255	0,0232	0,0023	Vérifie
N510 - N511	99,29	99,05	97,94	97,68	25,93	1,35	0,0100	0,171	349,89	400	1,942	0,244	0,70	1,08	0,61	2,090	0,246	0,0244	0,0024	Vérifie
N511 - N512	99,05	98,66	97,68	97,39	27,38	1,37	0,0106	0,171	346,31	400	1,996	0,251	0,68	1,07	0,60	2,138	0,241	0,0251	0,0025	Vérifie
N512 - N513	98,66	98,48	97,39	97,01	30,17	1,27	0,0126	0,171	335,24	400	2,176	0,273	0,63	1,06	0,57	2,299	0,227	0,0273	0,0027	Vérifie
N513 - N514	98,48	98,27	97,01	96,67	30	1,47	0,0113	0,171	341,94	400	2,064	0,259	0,66	1,07	0,59	2,199	0,235	0,0259	0,0026	Vérifie
N514 - N515	98,27	98,29	96,67	96,32	28,15	1,6	0,0124	0,171	336,06	400	2,162	0,272	0,63	1,06	0,57	2,286	0,228	0,0272	0,0027	Vérifie
N515 - N516	98,29	98,09	96,32	96,02	31,89	1,97	0,0094	0,171	354,10	400	1,881	0,236	0,72	1,08	0,63	2,038	0,251	0,0236	0,0024	Vérifie

Tableau IV.14 : Collecteur principale du N 456 – N 503

Tron	CT,am (m)	CT,av (m)	CR,am (m)	CR,av (m)	Dist (m)	pr	I (m/m)	Qt (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	H (m)	Qps/10- Qeu	Qps/100- Qeu	Vitesse Autocurage
N456 - N457	110,4	109,73	109,6	109,15	40,03	0,8	0,0112	0,016	140,86	300	1,697	0,120	0,13	0,68	0,25	1,158	0,074	0,0120	0,0012	Vérifie
N457 - N458	109,73	107,86	109,15	107,06	54,02	0,58	0,0387	0,016	111,72	300	3,148	0,222	0,07	0,59	0,18	1,848	0,054	0,0222	0,0022	Vérifie
N458 - N459	107,86	106,99	107,06	106,29	39	0,8	0,0197	0,016	126,74	300	2,249	0,159	0,10	0,64	0,21	1,428	0,064	0,0159	0,0016	Vérifie
N459 - N470	106,99	106,45	106,29	105,82	40,74	0,7	0,0115	0,016	140,18	300	1,719	0,121	0,13	0,68	0,25	1,168	0,074	0,0121	0,0012	Vérifie
N470 - N471	106,45	104,74	105,82	104,04	20,09	0,63	0,0886	0,016	95,65	300	4,764	0,337	0,05	0,52	0,15	2,492	0,044	0,0337	0,0034	Vérifie
N471 - N472	104,74	104,93	104,04	103,81	19,74	0,7	0,0117	0,016	139,92	300	1,728	0,122	0,13	0,68	0,25	1,173	0,074	0,0122	0,0012	Vérifie
N472 - N473	104,93	105,04	103,81	103,36	39,87	1,12	0,0113	0,016	140,75	300	1,700	0,120	0,13	0,68	0,25	1,159	0,074	0,0120	0,0012	Vérifie
N473 - N474	105,04	103,46	103,36	102,92	39,75	1,68	0,0111	0,016	141,27	300	1,684	0,119	0,13	0,68	0,25	1,151	0,074	0,0119	0,0012	Vérifie
N474 - N475	103,46	102,8	102,92	102,46	40,02	0,54	0,0115	0,016	140,27	300	1,716	0,121	0,13	0,68	0,25	1,167	0,074	0,0121	0,0012	Vérifie
N475 - N476	102,8	102,76	102,46	102,12	30,32	0,34	0,0112	0,016	140,93	300	1,695	0,120	0,13	0,68	0,25	1,157	0,074	0,0120	0,0012	Vérifie
N476 - N477	102,76	102,56	102,12	101,61	45,01	0,64	0,0113	0,016	140,65	300	1,704	0,120	0,13	0,68	0,25	1,161	0,074	0,0120	0,0012	Vérifie
N477 - N478	102,56	102,43	101,61	101,17	40,09	0,95	0,0110	0,016	141,49	300	1,677	0,118	0,14	0,69	0,25	1,160	0,076	0,0118	0,0012	Vérifie
N478 - N479	102,43	102,27	101,17	100,55	56,3	1,26	0,0110	0,016	141,41	300	1,680	0,119	0,13	0,68	0,25	1,149	0,075	0,0119	0,0012	Vérifie
N479 - N480	102,27	101,61	100,55	100,11	40,09	1,72	0,0110	0,016	141,49	300	1,677	0,118	0,14	0,68	0,25	1,148	0,075	0,0118	0,0012	Vérifie
N480 - N481	101,61	101,18	100,11	99,66	40,85	1,5	0,0110	0,016	141,40	300	1,680	0,119	0,13	0,68	0,25	1,149	0,075	0,0119	0,0012	Vérifie
N481 - N482	101,18	100,96	99,66	99,35	28,32	1,52	0,0109	0,016	141,56	300	1,675	0,118	0,14	0,68	0,25	1,147	0,075	0,0118	0,0012	Vérifie
N482 - N483	100,96	100,6	99,35	99,01	31,16	1,61	0,0109	0,016	141,65	300	1,672	0,118	0,14	0,68	0,25	1,145	0,075	0,0118	0,0012	Vérifie
N483 - N484	100,6	100,46	99,01	98,68	30	1,59	0,0110	0,016	141,44	300	1,679	0,119	0,13	0,68	0,25	1,149	0,075	0,0119	0,0012	Vérifie
N484 - N485	100,46	100,62	98,68	98,35	30,02	1,78	0,0110	0,016	141,45	300	1,678	0,119	0,13	0,68	0,25	1,148	0,075	0,0119	0,0012	Vérifie
N485 - N486	100,62	100,27	98,35	98,02	30,02	2,27	0,0110	0,016	141,45	300	1,678	0,119	0,13	0,68	0,25	1,148	0,075	0,0119	0,0012	Vérifie
N486 - N487	100,27	100,1	98,02	97,69	30,2	2,25	0,0109	0,016	141,61	300	1,673	0,118	0,14	0,68	0,25	1,146	0,075	0,0118	0,0012	Vérifie
N487 - N488	100,1	100,38	97,69	97,36	30,09	2,41	0,0110	0,016	141,51	300	1,676	0,118	0,14	0,68	0,25	1,147	0,075	0,0118	0,0012	Vérifie

Tron	CT _{am} (m)	CT _{av} (m)	CR _{am} (m)	CR _{av} (m)	Dist (m)	pr	I (m/m)	Qt (m ³ /s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m ³ /s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	H (m)	Qps/10- Qeu	Qps/100- Qeu	Vitesse Autocurage
N488 - N489	100,38	100,56	97,36	97,03	30,34	3,02	0,0109	0,016	141,73	300	1,669	0,118	0,14	0,69	0,25	1,144	0,075	0,0118	0,0012	Vérifie
N489 - N490	100,56	100,36	97,03	96,72	27,66	3,53	0,0112	0,016	140,94	300	1,694	0,120	0,13	0,68	0,25	1,156	0,074	0,0120	0,0012	Vérifie
N490 - N491	99,36	98,82	96,72	96,36	32,66	2,64	0,0110	0,016	141,38	300	1,680	0,119	0,13	0,68	0,25	1,149	0,075	0,0119	0,0012	Vérifie
N491 - N492	98,82	98,72	96,72	96,31	31,37	2,1	0,0131	0,016	136,94	300	1,830	0,129	0,12	0,67	0,24	1,223	0,071	0,0129	0,0013	Vérifie
N492 - N493	98,72	98,95	96,31	96,09	20,18	2,41	0,0109	0,016	141,67	300	1,671	0,118	0,14	0,69	0,25	1,145	0,075	0,0118	0,0012	Vérifie
N493 - N494	98,95	99,07	96,09	95,92	20,81	2,86	0,0082	0,016	149,55	300	1,447	0,102	0,16	0,72	0,27	1,035	0,080	0,0102	0,0010	Vérifie
N494 - N495	99,07	99,01	95,92	95,88	21,67	3,15	0,0018	0,016	197,65	300	0,688	0,049	0,33	0,90	0,39	0,617	0,118	0,0049	0,0005	Non vérifie
N495 - N496	99,01	98,6	95,88	95,87	15,06	3,13	0,0007	0,016	239,42	300	0,412	0,029	0,55	1,03	0,53	0,424	0,158	0,0029	0,0003	Non vérifie
N496 - N497	98,6	99,08	95,87	95,65	20,04	2,73	0,0110	0,016	141,49	300	1,677	0,118	0,14	0,68	0,25	1,148	0,075	0,0118	0,0012	Vérifie
N497 - N498	99,08	98,96	95,65	95,42	20,81	3,43	0,0111	0,016	141,31	300	1,683	0,119	0,13	0,68	0,25	1,151	0,074	0,0119	0,0012	Vérifie
N498 - N499	98,96	98,94	95,42	95,19	20,15	3,54	0,0114	0,016	140,46	300	1,710	0,121	0,13	0,68	0,25	1,164	0,074	0,0121	0,0012	Vérifie
N499 - N500	98,94	99,04	95,19	94,96	20,24	3,75	0,0114	0,016	140,58	300	1,706	0,121	0,13	0,68	0,25	1,162	0,074	0,0121	0,0012	Vérifie
N500 - N501	99,04	98,45	94,96	94,74	20,21	4,08	0,0109	0,016	141,71	300	1,670	0,118	0,14	0,69	0,25	1,144	0,075	0,0118	0,0012	Vérifie
N501 - N502	98,45	98,23	94,74	94,52	20,08	3,71	0,0110	0,016	141,54	300	1,675	0,118	0,14	0,68	0,25	1,147	0,075	0,0118	0,0012	Vérifie
N502 - N503	98,23	97,95	94,52	94,2	28,73	3,71	0,0111	0,016	141,10	300	1,689	0,119	0,13	0,68	0,25	1,154	0,074	0,0119	0,0012	Vérifie

IV.5 Conclusion :

D'après le dimensionnement du réseau d'évacuation d'eaux usées et pluviales on peut conclure que :

- Les diamètres des collecteurs principaux varient de 300 mm jusqu'à 800 mm.
- Les regards de chutes sont placés dans les sous bassins à forte pente pour diminuer la vitesse d'écoulement dans les conduites
- Regards de jonction sont utilisés au niveau des raccordements.
- La vitesse d'auto curage est vérifiée dans tous les tronçons.
- La vitesse max admissible pour le béton armé type 2 n'est pas dépassé alors y aura pas un risque d'abrasion ou d'érosion des conduites.

Chapitre V

Pompage des eaux usées

Chapitre V

Pompage des eaux usées

V.1. Introduction :

En assainissement, Les stations de relevage sont destinées à élever les eaux d'un niveau à un autre, soit pour le franchissement d'un obstacle, soit pour modifier des tracés devenus économiquement inacceptables avec les données d'aval.

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.

Dans ce chapitre nous allons développer tous détails sur les stations de pompage, ainsi les raisons de la conception et le dimensionnement de poste de relevage ou de refoulement.

V.2. Exigences principales soumises à la station de relevage :

Tout projet de station de pompage doit tenir compte des recommandations suivantes :

- Diminution possible du coût de génie civil.
- Organisation de l'exécution des travaux en phases.
- Détermination du nombre de stations après des calculs technico- économique.
- Utilisation des matériaux de conception récente.
- Normalisation des solutions techniques.
- Utilisation des projets-types.
- L'éloignement des zones inondables.

V.3. Choix de l'emplacement de la station de relevage :

Critère de choix de la station de pompage :

- Le site du projet doit être géologiquement stable.
- Rapprocher la station de pompage du déversoir d'orage.
- Éviter les zones inondables.
- Tenir compte des variations du débit d'arrivé.
- Accès au réseau électrique.
- Prévoir un revêtement routier pour l'accès à la station de pompage.
- Réduire les travaux de terrassement.
- Éviter les contres pentes.
- Prévoir un réseau de drainage des eaux de pluies.
- Prendre une distance entre l'aéroport et la station de pompage.

V.4. Le choix de la variante du tracé de l'adduction :

V.4.1. Choix du tracé :

Le choix du tracé de la conduite d'adduction doit tenir compte de certains impératifs que l'on se forcera dans la mesure du possible de respecter :

- Avoir un itinéraire aussi direct que possible.
- Respecter les impératifs du profil en long avec le moins possible de sur profondeurs.
- Éviter la multiplication des ouvrages couteux ou fragiles (traversées de rivière, De route, De chemin de fer etc...).
- Éviter dans la mesure du possible la traversée des massifs boisés.

- Entraîner des dépenses de construction aussi faibles que possible en évitant les points hauts sur le refoulement.
- Le choix d'un tracé en bordure des routes et chemins.
- On essaye toujours d'éviter les contres pentes qui donnent des cantonnements d'air, de plus, en période d'arrêt de pompe, il y peut avoir une cavitation entraînant une rupture de la veine liquide pouvant occasionner des éclatements de canalisation.

V.4.2. Données de base :

- Plan topographique.
- Débit des eaux usées à refouler ($Q=84.57$ l/s).
- Sol argileux.
- Cote de la station de pompage CSP = 94 m.
- Cote du regard d'équilibre = 109.5 m.
- Hauteur géométrique Hg = 15.5 m.

Le choix du tracé a donné une longueur de refoulement égale à 1878.529 m.

V.5. Dimensionnement des conduites d'aspiration et de refoulement :

V.5.1. Collecteur d'aspiration :

Le diamètre d'aspiration est donné par le catalogue $d_a = 150$ mm.

On a une électropompe submersible.

V.5.2. Collecteur de refoulement :

V.5.2.1. Détermination du diamètre économique de la conduite de refoulement :

Le choix de la gamme des diamètres sur laquelle portera notre étude sera donné par les relations suivantes :

- Formule de BRESSE :

$$D_{ec} = 1.5\sqrt{Q} \quad \text{V.1}$$

- Formule de BONNIN :

$$D_{ec} = \sqrt{Q} \quad \text{V.2}$$

D_{ec} : diamètre économique de la conduite (m).

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

La station de refoulement d'El-Flaye (cote = 96.5 m) refoule un débit total de 84.57 l/s vers le regard d'équilibre (cote = 109 m) sur une longueur de 1878.529 m. Le diamètre calcul et donné par la formule de BONIN :

$$D_{ec} = \sqrt{Q} = \sqrt{84.57 \times 10^{-3}} = 0.2908 \text{ m}$$

$$D_{ec} = 315 \text{ mm.}$$

V.5.2.2. Frais d’amortissement :

1- Cout de l’investissement amorti :

$$F_{\text{investissement}} = A \times Pu \times L_{\text{refoulement}}$$

$$A = \frac{i}{(i + 1)^n - 1} + i = \frac{0.1}{(0.1 + 1)^{30} - 1} + 0.1 = 0,00608 = 0.608 \%$$

Avec :

A : Coefficient d’amortissement.

i : Varie [0.08 – 0.12] Annuité.

n= nombre d’années d’amortissement de la conduite.

Tableau V.1 : les prix des conduites en PEHD D 80 PN 6 :

Diamètre (mm)	Prix (DA)
125	1483,66
140	1861,53
160	2436,36
180	3063,66
200	3791,57
225	4792,45
250	5862,91
280	7406,51
315	9759,37
355	12390,56
400	15798,91
450	19980,12
500	24649,46
560	30850,63
630	38973,28

Source : Algérie construction

Tableau V.2 : prix unitaire de conduite avec la pose :

Diamètre (mm)	Prix (DA)
125	1854,58
140	2326,91
160	3045,45
180	3829,58
200	4739,46
225	5990,56
250	7328,64
280	9258,14
315	12199,2
355	15488,2
400	19748,6
450	24975,2

Diamètre (mm)	Prix (DA)
500	30811,8
560	38563,3
630	48716,6

Tableau V.3 : frais d'amortissement

Diamètre [mm]	A	L refoulement (m)	Prix unitaire de la conduite avec pose en (DA/m)	F amortissement (DA)
125	0,00608	1878,529	1854,58	21179,3
140	0,00608	1878,529	2326,91	26573,4
160	0,00608	1878,529	3045,45	34779,2
180	0,00608	1878,529	3829,58	43733,9
200	0,00608	1878,529	4739,46	54124,9
225	0,00608	1878,529	5990,56	68412,5
250	0,00608	1878,529	7328,64	83693,4
280	0,00608	1878,529	9258,14	105728
315	0,00608	1878,529	12199,2	139316
355	0,00608	1878,529	15488,2	176876
400	0,00608	1878,529	19748,6	225530
450	0,00608	1878,529	24975,2	285217
500	0,00608	1878,529	30811,8	351872
560	0,00608	1878,529	38563,3	440394
630	0,00608	1878,529	48716,6	556346

V.5.2.3. Frais d'exploitation :

Il faut d'abord déterminer les pertes de charge (ΔH) engendrées dans les canalisations. Connaissant la hauteur géométrique (H_g), on peut déterminer les hauteurs manométriques totales (H_{mt}) correspondant à chaque canalisation.

Calcul des pertes de charge :

Les pertes de charges présentent une portion de l'énergie mécanique de l'eau qui se transforme en chaleur sous l'effet du frottement entre les particules de l'eau et les parois de la canalisation, elles se présentent sous deux formes :

- Les pertes de charge linéaires
- Les pertes de charge singulières

- **Pertes de charge linéaires :**

Pour un tronçon donné, les pertes de charge linéaires dépendent de :

- Diamètre D de la conduite en (m) ;
- Débit Q en (m³/s) ;
- La rugosité absolue Ks exprimée en mm ;
- La longueur du tronçon L en (m).

Elles sont déterminées à partir de la formule de DARCY –WEISBECH suivante :

$$\Delta H = \frac{\lambda L v^2}{D 2g} \quad \text{V.3}$$

Le coefficient de frottement interne a été calculé par la formule de Nikuradse :

$$\lambda = (1.14 - 0.86 \ln\left(\frac{\epsilon}{D}\right))^{-2} \quad \text{V.4}$$

• **Pertes de charge singulières :**

On appelle pertes de charge singulières, celles occasionnées par des singularités dans une conduite (coudes, vannes, clapets, etc.). Ces pertes sont estimées à 10 % des pertes de charge linéaires.

$$\Delta H_s = 0.10 \times \Delta H_{lin} \quad \text{V.5}$$

Tableau V.4 : Calcul HMT de la conduite de refoulement

D ext (mm)	D int (m)	Longueur (m)	Débit (m3/s)	Vitesse (m/s)	λ /	ΔH_{lin} (m)	ΔH_{totale} (m)	Hg (m)	HMT (m)
125	113	1878,529	0,0845765	8,4377	0,0119	718,0044	789,805	15,5	805,305
140	126,6	1878,529	0,0845765	6,7222	0,0117	398,2340	438,057	15,5	453,557
160	144,6	1878,529	0,0845765	5,1528	0,0114	199,8993	219,889	15,5	235,389
180	162,8	1878,529	0,0845765	4,0651	0,0111	108,1406	118,955	15,5	134,455
200	180,8	1878,529	0,0845765	3,2960	0,0109	62,8123	69,0935	15,5	84,5935
225	203,4	1878,529	0,0845765	2,6042	0,0107	34,1300	37,5431	15,5	53,0431
250	226,2	1878,529	0,0845765	2,1057	0,0105	19,6907	21,6598	15,5	37,1598
280	253,2	1878,529	0,0845765	1,6806	0,0103	10,9855	12,0841	15,5	27,5841
315	285	1878,529	0,0845765	1,3263	0,0101	5,9566	6,55225	15,5	22,0522
355	321,2	1878,529	0,0845765	1,0443	0,0099	3,2094	3,53034	15,5	19,0303
400	361,8	1878,529	0,0845765	0,8231	0,0097	1,7345	1,90793	15,5	17,4079
450	407	1878,529	0,0845765	0,6504	0,0095	0,9439	1,03831	15,5	16,5383
500	452,2	1878,529	0,0845765	0,5269	0,0093	0,5478	0,60258	15,5	16,1026
560	506,6	1878,529	0,0845765	0,4198	0,0091	0,3046	0,33511	15,5	15,8351
630	570	1878,529	0,0845765	0,3316	0,0090	0,1657	0,18229	15,5	15,6823

Puissance absorbée par la pompe :

C'est la puissance fournie à la pompe, définie comme suit:

$$P = \frac{\rho g Q H_{mt}}{\eta} [W] \quad \text{V.6}$$

η : rendement de la pompe en (%) ($\eta=69.6\%$).

Q: débit refoulé par la pompe en (0.08457 m3/s).

g : Accélération de pesanteur (9.81 m/s²).

ρ : Masse volumique de l'eau (1400 kg/ m³).

Énergie consommée par la pompe :

$$E = P * t * 365 [KWh] \quad \text{V.7}$$

t: c'est le temps de pompage par jour en (heure); dans notre cas t =19 h

P: puissance de la pompe en (kW).

Dépense annuelle de l'énergie

Les dépenses annuelles de l'énergie sont le produit du prix unitaire du KWh par l'énergie consommée dans l'année.

$$F_{\text{exploitation}} = E * e \text{ [DA]} \quad \text{V.8}$$

E: énergie consommée par la pompe en (KWh).

e: prix unitaire KWh = 6.8 DA.

Tableau V.5 : Frais d'exploitation.

Diamètre	HMT	E	e	Exploitation
(mm)	(m)	(Kwh)	Kwh	(Da)
125	805,305	1540319,454	6,8	10474172,3
140	453,557	867526,442	6,8	5899179,81
160	235,389	450232,8538	6,8	3061583,41
180	134,455	257173,6486	6,8	1748780,81
200	84,5935	161803,366	6,8	1100262,89
225	53,0431	101456,3009	6,8	689902,846
250	37,1598	71076,09682	6,8	483317,458
280	27,5841	52760,50093	6,8	358771,406
315	22,0522	42179,68868	6,8	286821,883
355	19,0303	36399,63456	6,8	247517,515
400	17,4079	33296,42011	6,8	226415,657
450	16,5383	31633,08521	6,8	215104,979
500	16,1026	30799,67025	6,8	209437,758
560	15,8351	30288,07415	6,8	205958,904
630	15,6823	29995,76505	6,8	203971,202

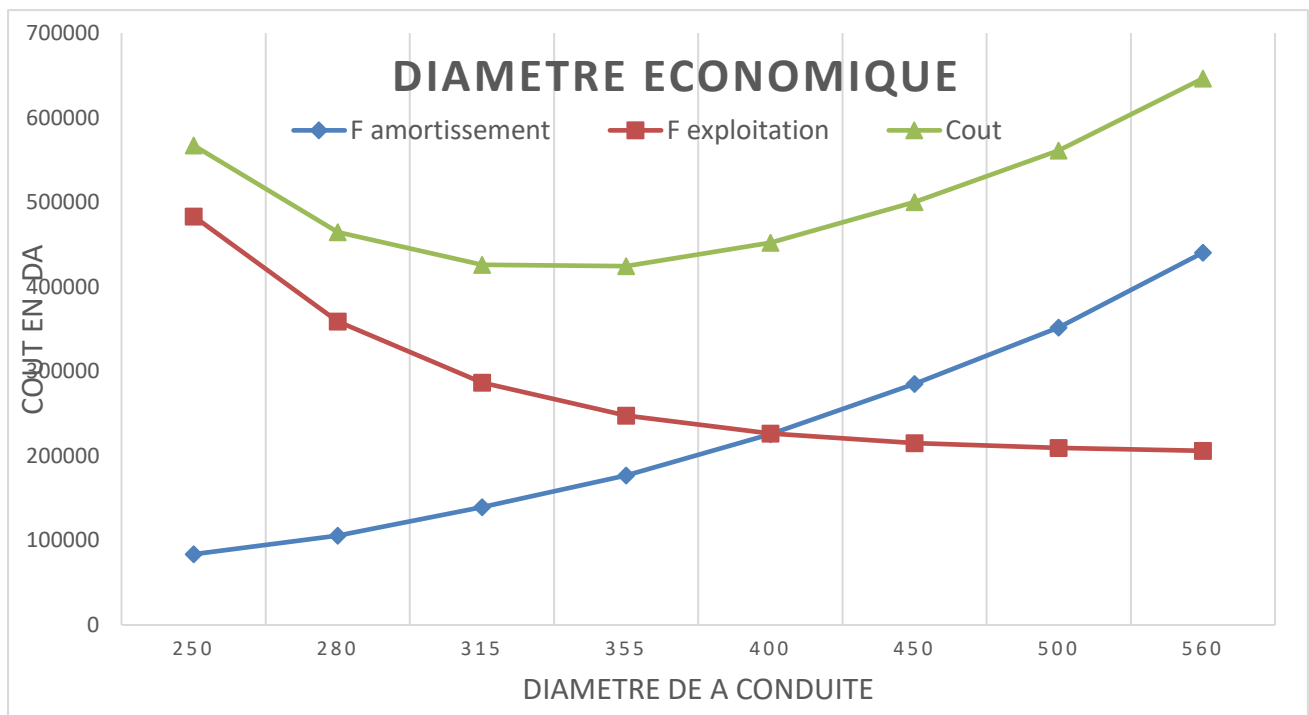


Figure V.1 : courbe de choix du diamètre économique

Interprétation des résultats et choix du diamètre de la conduite:

Sachant que la vitesse de l'écoulement dans les conduites doit vérifier les fourchettes suivantes :

$$V_a = (0,7 - 1) \text{ m/s pour } Da < 250 \text{ mm.}$$

$$V_a = (1 - 1,5) \text{ m/s pour } 250 < Da < 800 \text{ mm.}$$

$$V_a = (1,5 - 1,8) \text{ m/s pour } Da > 800 \text{ mm.}$$

Dans notre cas on a :

$$V_{ref} = \frac{4Q}{\pi D^2} \quad \mathbf{V.9}$$

$$V_{ref} = \frac{4 \times 0.08457}{\pi \times 0.285^2} = 1.3264 \frac{m}{s}$$

Puisque la vitesse : $0.2 < v \text{ (m/s)} < 2.6$ pour un PEHD

Donc la vitesse de refoulement est vérifiée.

Alors on prend un **diamètre de 315 mm.**

V.5.3. Caractéristique technique du refoulement :

V.5.3.1. Débit :

Pour le repos des pompes et l'entretien de la station de pompage ; nous avons opté pour un fonctionnement de cette dernière de 24/24 heures, mais avec

$$Q_{pompe} = 84.57 \frac{l}{s}$$

V.5.3.2. Diamètre :

On prend le diamètre économique

$$\mathbf{D_{ext} = 315 \text{ mm}}$$

V.5.3.3. Hauteur manométrique totale :

Le coefficient de frottement interne a été calculé par la formule de Nikuradsé :

$$\lambda = (1.14 - 0.86 \ln\left(\frac{\epsilon}{D}\right))^{-2}$$

$$\lambda = 0.0101$$

La vitesse d'écoulement :

$$V = 1.3264 \text{ m/s}$$

Les pertes de charge sont déterminées à partir de la formule de DARCY –WEISBECH suivante :

$$\Delta H_{lin} = \frac{\lambda L v^2}{D 2g}$$

$$\Delta H_{lin} = 5.9566 \text{ m}$$

$$\Delta H_{singulière} = (0.05 - 0.10) * \Delta H$$

$$\Delta H_{singulière} = 0.59566 \text{ m}$$

$$\Delta H_{totale} = \Delta H_{linéaire} + \Delta H_{singulière}$$

$$\Delta H_{totale} = 6.5522 \text{ m}$$

$$H_{mt} = H_g + \Delta H_{totale} = 15.5 + 6.5522$$

$$\mathbf{H_{mt} = 22.0522 \text{ m}}$$

Hmt ≥ 10 Alors on est face à un refoulement

V.6. Simulation du réseau avec EPANET

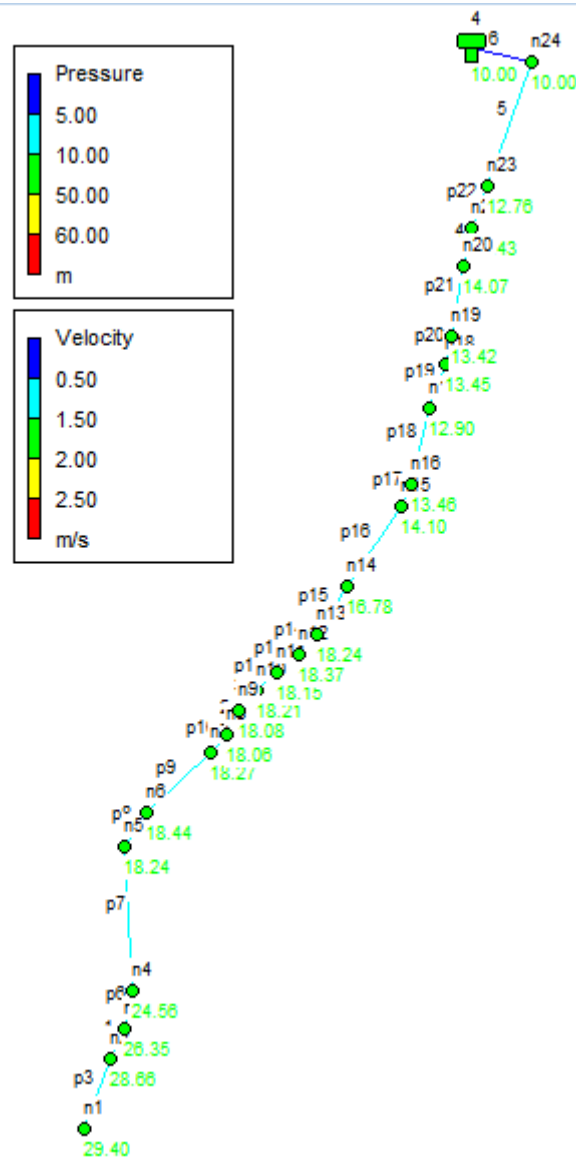


Figure V.2 : Réseau du refoulement d’El-Flaye sur l’interface d’EPANET

Remarque :

Les nœuds représentent les points hauts et bas de la conduite de refoulement.

V.6.1. Interprétation des résultats de la simulation :

On a fait la simulation pour voir la charge dans les points haut de la conduite de refoulement et aussi pour tracer la ligne de charge dynamique.

D’après le résultat de la simulation avec le logiciel EPANET, la valeur de la pression dans les nœuds se trouve dans l’intervalle de [10 m – 29.40 m] et la vitesse dans chaque tronçon de canalisation de type PEHD ne dépasse pas le seuil de 1.32 m/s .

V.7. Choix de l'équipement principale hydromécanique et énergétique :

V.7.1. Critère de choix du nombre de pompe :

- Nombre de pompe minimal.
- Meilleur rendement.
- (NPSH)_r Minimal
- Vitesse de rotation élevé.
- Puissance absorbé minimal.

V.7.2. Critère de choix de la pompe :

- Assurer le débit appelé et la hauteur Hmt.
- Meilleur rendement.
- Vérifier la condition de non cavitation.
- Encombrement et poids les plus faibles.
- Vitesse de rotation la plus élevé.
- Puissance absorbé minimal.
- Être fabriqué en série.

V.7.3. Critère de choix du moteur électrique :

- Puissance absorbé de la pompe.
- Position de l'arbre de transmission horizontale ou verticale.
- Tension d'alimentation en fonction de la puissance du moteur et de l'investissement.
- Vitesse de rotation de la pompe.

V.7.4. Couplage des pompes

Dans le cas où la pompe placée dans la station de pompage ne fournit pas le débit et la charge nécessaire pour l'élévation d'eau au point voulu, nous ferons appel au couplage des pompes. Le couplage des pompes se fait soit en série dans le cas où la charge fournie par une seule pompe est insuffisante, ou en parallèle dans le cas où le débit fourni par une seule pompe est insuffisant.

V.7.5. Le choix du nombre de pompe principales :

Les données requises pour choisir le nombre de sont pompe :

$$Q = 0.8457 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{Hmt} = 22.05 \text{ m}$$

Donc on aura les variantes suivantes qui sont données par le Logiciel « CAPRARI » :

- **Pour n=1 :**

Pour La pompe **KKCM150NA+025042N1** on a :

$$Q = 79.9 \text{ l/s}$$

$$\text{Hmt} = 21.1 \text{ m}$$

$$\text{Rendement} = 73.5 \%$$

- **Pour n=2 :**

Pour La pompe **KCM150ND+020042N1** on a :

$$Q = 83.8 \text{ l/s}$$

$$\text{Hmt} = 23.3.6 \text{ m}$$

$$\text{Rendement} = 60.5 \%$$

D'après les résultats, cette variante de 2 pompes n'assure pas le refoulement du débit
Donc on doit passer à une autre variante

- **Pour n=3 :**

Pour La pompe **KCM080LA+011022N1** on a :

$$Q=88.7 \text{ l/s}$$

$$\text{Hmt} = 26.0 \text{ m}$$

$$\text{Rendement} = 69.6 \%$$

D'après les résultats du logiciel on trouve que cette variante de 3 pompe assure le débit et le Hmt demandés.

Remarque :

D'après les résultats obtenus par le logiciel de la marque CAPRARI, notre choix tombe sur la troisième variante qui fonctionne avec 3 pompes identiques en parallèle du modèle **KCM080LA+011022N1** qui assure $Q= 88.7 \text{ l/s}$, $\text{Hmt} = 26 \text{ m}$ et un rendement de l'ordre de 69.6 %

V.7.5.1. Description de la pompe choisie (KCM150ND+020042N1)

ELECTROPOMPE submersible composée de :

- corps de pompe, chambre à huile et carcasse moteur en fonte.
- roue monocanal en fonte, bloquée sur l'arbre par clavette.
- Bague d'étanchéité en caoutchouc.
- arbre, visserie et bouchons d'huile en acier inoxydable.
- orifice de refoulement, avec joint d'étanchéité.
- double garniture mécanique sur l'arbre, lubrifiée par immersion dans la chambre à huile:
 - *garniture mécanique côté pompe en carbure de silicium/oxyde d'alumine;
 - *garniture mécanique côté moteur en graphite/stéatite.
- moteur asynchrone, triphasé, isolement classe F, protection IP68, rotor guidé par roulements à bille lubrifiés à la graisse.
- protections :
 - *sondes thermiques couplées en série et incorporées dans l'enroulement moteur.
 - *sonde de conductivité incorporée dans la chambre à huile pour détecter la présence d'eau.
- câble d'alimentation NSSHÔU-J.

Données techniques / Caractéristiques de la pompe :

Tableau V.6 : Caractéristique technique de la pompe

Q	H	Rendement %	Vitesse de rotation	Monophasé / Triphasé	Puissance absorbé	Tension	Diamètre refoulement	Installation
84.57 l/s	26 m	69.6 %	2900	3~	10.8 kW	400 V	DN 80	Accouplement automatique immergé

Données techniques / Caractéristiques du moteur électrique :**Tableau V.7 :** Caractéristique technique du moteur électrique

Fréquence	Tension nominale	Vitesse de rotation	Nombre de pole	Puissance moteur P2	Intensité nominale	Type de moteur
50 Hz	400 v	2900	2	11 kW	22 A	3~

V.7.6. Le choix du nombre de pompe de secours :

Si $1 \leq n < 4 \rightarrow$ une pompe de secours.

$4 \leq n < 6 \rightarrow$ deux pompes de secours.

$6 \leq n \rightarrow$ trois pompes de secours.

Avec :

n : nombre de pompes principales.

Remarque :

Dans notre cas $n=2$, donc on prend **une seule pompe de secours**.

V.8. Équipement en amont et en aval des pompes :**V.8.1. En amont :**

Comme notre pompe est immergée alors nous n'avons pas d'équipement dans le coté d'aspiration.

V.8.2. En aval :

-On a le diamètre de refoulement D_r égale à 315 mm.

-Le diamètre de refoulement de la pompe d_r égale à 80 [mm].

-La longueur de tranquillisation : $L_{tr} > 2D_r$

$$L_{tr} = 2 * 315 = 630 \text{ mm}$$

$$L_{tr} = 630 \text{ mm.}$$

-la longueur Divergent :

$$L_d = (3,5 \text{ à } 4) * (D_r - d_r) = 3.75 * (315 - 80)$$

$$L_d = 881.25 \text{ mm.}$$

-diamètre de la conduite de vidange :

$$D_{\text{vidange}} = \frac{D_r}{4} = \frac{315}{4} = 78.75 \text{ mm}$$

$$D_{\text{vidange normalisé}} = 125 \text{ mm}$$

-clapet de refoulement : $D_n = D_r = 315 \text{ mm.}$

-vanne de refoulement : $D_n = D_r = 315 \text{ mm.}$

V.9. Équipement auxiliaire :

Pour le bon fonctionnement d'une station de pompage et pour assurer la sécurité du matériel et du personnel, un ensemble d'équipements doit être prévue de manière à ce que leur utilisation soit facile, rapide, et parfois automatique. On peut citer donc :

- Un système anti-incendie.
- Un système de commande automatique et de contrôle.
- Un système d'alimentation en énergie ainsi qu'un système d'éclairage.
- Dégrilleur.
- Un système de levage et de ventilation.

V.9.1. Système anti incendie :

- Extincteurs.
- Détecteur d'incendie.
- Bouches d'incendies.
- Pompe d'incendie (Q=120 l/s)

V.9.2. Dégrilleur :

Calcul de la section du dégrilleur :

$$S = \frac{Q}{v \cdot c} \quad \text{V.10}$$

Tel que :

Q : débit arrivé à la station de pompage.

V : vitesse de l'effluent (égale 0.414 m/s).

O : coefficient de passage ou de contraction (on le prend égal à 30mm).

c : coefficient de colmatage(on le prend égale à 0.5).

Application numérique :

$$S = \frac{0,08457}{1.3264 \times 0.03 \times 0.5}$$

$$S = 4.25 \text{ m}^2.$$

V.9.3. Système de levage :

Le pont roulant est un appareil de manutention permettant le levage et le transfert de charges lourdes. Il sera dimensionné par rapport au poids le plus lourd dans la station c'est-à-dire la pompe + son moteur, et le résultat est majoré de 30 % c'est-à-dire

$$P_{dim} = 1.3 \times (P_{pompe} + P_{moteur})$$

Avec :

P_{dim} : le poids du dimensionnement.

Vu que la pompe **KCM250RD+042062N1** et son moteur pèsent tous deux 673 kg, alors le pont roulant devra être dimensionné pour soulever 874 kg.

Le pont roulant est choisi en fonction du poids du groupement électromoteur :

$$\text{On a: } P_{pompe} + P_{moteur} = 137 \text{ kg}$$

$$P_{dim} = 1.3 \cdot (137 \cdot 3) = 534.3 \text{ kg}$$

$$P_{dim} = 534.3 \text{ kg}$$

$$P_{total} < 1000 \text{ kg}$$

Donc on a un pont roulant à commande manuel.

V.10. Protection de la conduite contre le coup de bélier :

V.10.1. Définition du coup de bélier :

Le coup de bélier est une onde de pression, positive ou négative, provoquée par une variation du régime hydraulique, et se propageant dans le milieu constitué par l'eau et par la conduite qui la contient. Cette onde est caractérisée par une vitesse de propagation ou célérité, Elle se réfléchit sur les obstacles, et en particulier sur les extrémités de la conduite.

V.10.2. Les causes du coup de bélier :

Le coup de bélier est un phénomène oscillatoire dont les causes sont les suivantes :

- L'ouverture ou la fermeture des vannes dans les conduites en charge à écoulement gravitaire.
- La mise en marche ou l'arrêt des pompes dans les conduites en charge par refoulement.
- Le remplissage ou la vidange d'un système d'AEP.
- Modification de la vitesse d'une pompe.
- Variation d'un plan d'eau.
- La disparition de l'alimentation électrique dans une station de pompage qui est la cause la plus répandue du coup de bélier.

V.10.3. Les conséquences du coup de bélier :

Les conséquences du coup de bélier peuvent être néfastes, elles deviennent de plus en plus dangereuses à mesure que les paramètres modificateurs deviennent importants (variation de pressions et de débits dans le temps).

Ces phénomènes se produisant dans une conduite en charge, peuvent provoquer des risques d'une dépression ou d'une surpression engendrée par les manœuvres brusques.

V.10.4. Dimensionnement de l'anti bélier:

V.10.4.1. Méthode de Vibert :

Calcul du réservoir d'air formule d'Alliévi (Carlier, 1972)

$$C = \frac{9900}{\left(48.3 + k \times \frac{D}{e}\right)^{0.5}}$$

$$C = \frac{9900}{\left(48.3 + 83 \times \frac{315}{15}\right)^{0.5}} = 233.91 \frac{m}{s}$$

Avec :

C : célérité d'ondes m/s.

e : épaisseur de la conduite en mm

D : diamètre de la conduite en mm

K : coefficient dépendant du matériau constituant la canalisation pour notre cas c'est le PEHD alors $K = 83$ (K est la fonction inverse du module d'élasticité E).

Le phénomène de surpression qui accompagne une fermeture brusque est un phénomène périodique :

Dans le cas de la surpression : $H_s = H_g + \Delta H_{\max}$.

Dans le cas de dépression : $H_d = H_g - \Delta H_{\max}$.

Calcul des pertes de charges maximales :

$$\Delta H = \frac{C \times V_0}{g} = \frac{233.91 \times 1.3264}{9.81}$$

$$\Delta H = \pm 31.6267 \text{ m}$$

V_0 : Vitesse d'écoulement en régime normale.

Après on procède selon l'abaque de Vibert pour trouver le volume d'air contenue dans la cloche sous un régime de marche à la vitesse V_0 :

- La charge statique absolue : $Z_0 = H_g + 10 = 25.5 \text{ m}$
- La charge tenant compte du coup de bélier : $Z = H_g + (C \cdot V_0 / g) = 47.1267 \text{ m}$
- La charge maximale absolue : $Z_{\max} = Z_0 + (C \cdot V_0 / g) = 57.1267 \text{ m}$

$$h_0 = (V_0)^2 / 2g = 0.08967 \text{ m}$$

Tableau V.8 : récapitulatif des résultats des paramètres nécessaire au dimensionnement de l'anti bélier

C (m/s)	Q (l/s)	D int (mm)	S (m ²)	L (m)	E (mm)	V0 (m/s)	Hg (m)	Hmt (m)	Z0 (m)	Habs (m)
233.91	84.57	285	0.07	1878.529	15	1.3264	15.5	22.05	25.5	32.05

Les paramètres qu'on a besoin dans l'abaque sont :

$$Z_{\max} / Z_0 = 2.24$$

$$\zeta = \frac{v_0^2}{2g} \times \frac{1}{Z_0} = \frac{h_0}{z_0} = 0.003516$$

On constate que les valeurs de Z_{\max} / Z_0 et ζ ne figures pas sur l'abaque de Vibert, et pour cela la méthode de Vibert ne peut pas être utilisé pour ce cas

$$U_0 / L \cdot S = /$$

$$Z_{\min} / Z_0 = /$$

$$U_{\max} = \frac{U_0}{Z_{\min} / Z_0} \text{ m}^3$$

Ces valeurs ne peuvent pas être tiré de l'abaque

On majore le volume par 30 % pour prendre en considération le volume d'eau

Alors le volume du réservoir :

$$V = U_0 * 1.30$$

V.10.4.2. Méthode Puech et Meunier (Morel, 1994) :

1- Calcul de la célérité d'onde par la formule d'Allievi :

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48,3 + k \frac{D}{e}}}$$

D : diamètre intérieur de la conduite.

e : épaisseur de la conduite.

k : coefficient dépendant de la nature du matériau (k=83 pour PEHD) (Morel, 1994)

a : célérité de l'onde en m/s.

Application numérique :

$$C = \frac{9900}{\left(48.3 + k \times \frac{D}{e}\right)^{0.5}}$$

$$C = \frac{9900}{\left(48.3 + 83 \times \frac{315}{15}\right)^{0.5}} = 233.91 \frac{m}{s}$$

2- Calcul des paramètres A, K et choix de la courbe enveloppe adéquate B :

$$A = \frac{a \cdot v}{g \cdot H_0}$$

$$K = \frac{H_{abs} - H_0}{H_0}$$

$$B = \frac{v^2}{g \cdot H_{abs}} \cdot \frac{L \cdot S}{U_0}$$

- v: Vitesse d'écoulement en m/s.
- H₀= Hauteur géométrique absolue (+10mce : pression atmosphérique).
- H_{abs}= Pression de service absolue (HMT+10mce).
- S: Section d'écoulement en m².
- L: Longueur totale de la conduite en m.

Application numérique :

$$A = \frac{a \cdot v}{g \cdot H_0} = \frac{233.91 \times 1.3264}{9.81 \times 25.5} = 1.2402$$

$$K = \frac{H_{abs} - H_0}{H_0} = \frac{32.05 - 25.5}{25.5} = 0.2568$$

Nous considérons la famille de courbe B pour A=1 et K=0.4 mais comme nous ne disposons pas de ces abaques, nous allons superposer le profil en long « absolu » aux familles des courbes

$$K=0.4 \quad A=1$$

- 3- Superposition du profil en long relatif ($P/H_0=f(X/L)$) : le choix se porte sur la courbe au-dessus du point le plus défavorable du profil, avec une pression minimale de 4 mce au-dessus de ce dernier.

Tableau V.9 : Profil adimensionnel de la conduite de refoulement

Numéro pt	1	2	3	4	5	6	7
Cote z	94	96,71	105,6	105,14	107,13	104,85	109,5
Longueur conduite	0	117,706	457,211	908,505	1308,415	1556,01	1878,529
(delta z + 10) / (Hg + 10)	0,392157	0,498431	0,847059	0,82902	0,907059	0,817647	1
x/L	0	0,062659	0,243388	0,483626	0,69651	0,828313	1

Présentation des résultats sur l'abaque de Puech et Meunier

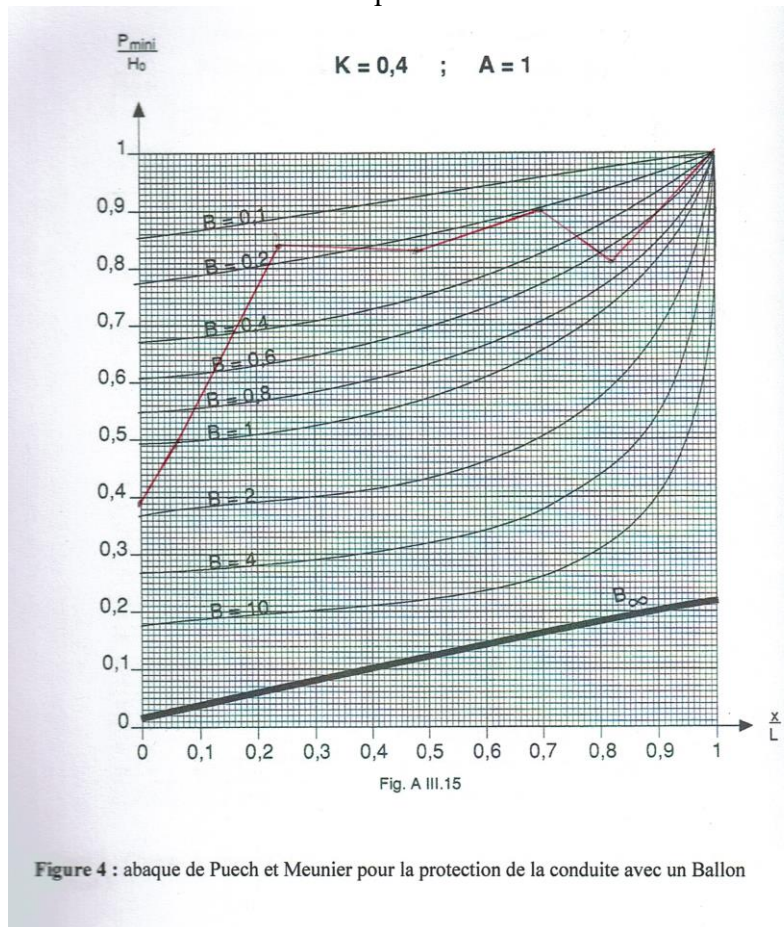


Figure V.3 : Abaque de Puech et Meunier avec le profil Adimensionnel

On remarque que pour $B=0.1$, la conduite est entièrement protégée contre les dépressions absolues et laisse au-dessus du point le plus défavorable du profil (à $\frac{x}{L} = 0.696$) une pression absolue de 3m d'eau. Cette valeur de B nous permet de calculer le volume d'air comprimé U_0 en régime permanent.

Alors

$$U_0 = \frac{v^2}{g \cdot H_{abs}} \cdot \frac{L \cdot S}{B} = \frac{1.3264^2}{9.81 \times 32.05} \times \frac{1878.529 \times 0.07}{0.1} = 7.3581 \text{ m}^3$$

4- Détermination du volume d'air U_0 en régime permanent : $P_{min} \cdot U_{max}^{1.2} = H_{abs} \cdot U_0^{1.2}$
Le plus grand volume d'air sera pour la plus faible pression et nous lisons sur le graphique

$$\frac{P_{mini}}{H_0} = 0.907 \Rightarrow P_{mini} = 23.12 \text{ m d'eau}$$

Et nous avons

$$P_{min} \cdot U_{max}^{1.2} = H_{abs} \cdot U_0^{1.2}$$

Alors

$$U_{max} = U_0 \left(\frac{H_{abs}}{P_{mini}} \right)^{\frac{1}{1.2}}$$

$$U_{max} = 8.6633 \text{ m}^3$$

Le volume de l'anti bélier nécessaire à la protection de la conduite de refoulement est égale à : **8.6633 m³**

Normalisation du volume :

On choisit un anti bélier de 10 m³ Pour la protection de l'installation contre le coup de bélier.

V.11. Détermination du volume du réservoir de la station de refoulement :

Le volume utile de la bache des eaux résiduaires qui contient 4 pompes par CAPRARI :

$$V=4.44 \text{ m}^3$$

On ajoute une marge de sécurité de 10 % au volume utile pour avoir le volume total de la bache :

$$V=4.89 \text{ m}^3$$

Le volume de la bache externe implanté en cas de panne ou d'entretien de la station de relevage est calculé par la formule suivante :

$$V_{bache} = \frac{Q_{max,j}}{T \times 1h}$$

$$V_{bache} = \frac{7306.848}{24 * 1} = 304.452 \text{ m}^3$$

On choisit un volume normalisé de 350 m³.

V.12. Rendement global de la station de pompage :

$$\eta_{global} = \eta_{moteur} \times \eta_{pompe} \times \eta_{accouplement} \times \eta_{rendement\ du\ r\u00e9seau}$$

$$\eta_{global} = 0.93 \times 0.759 \times 1 \times 0.99 = 0.6988$$

$$\eta_{global} = 69.88 \%$$

V.13. Conclusion :

La nécessité du transport des eaux usées vers la station d'épuration nous a obligé de passer vers le refoulement.

La station de pompage refoule un débit de 84.5 l/s sur une longueur de 1879 m avec une Hmt de 22.05 m. Pour satisfaire ces conditions de refoulement, 3 pompes sont installés en parallèle et travaille en 24h/24h.

Le volume utile totale de la b\u00e2che d'aspiration est de l'ordre de 4.89 m³

La b\u00e2che d'aspiration externe en cas de panne ou d'entretien peut contenir 350 m³ d'eau us\u00e9e.

La station de relevage et ses \u00e9quipements sont prot\u00e9g\u00e9s contre le coup de b\u00e9lier avec un anti b\u00e9lier de 10 m³ de volume total.

Chapitre VI

Ouvrages annexes

Chapitre VI

Ouvrages annexes

VI.1. Introduction :

L'écoulement des eaux dans les réseaux d'assainissement est un facteur très important à considérer dès la conception des ouvrages, il se fait à l'aide du réseau d'égouts conçue pour fonctionner de préférence en écoulement gravitaire.

Les éléments constitutifs d'un réseau d'égouts représentent un ensemble de canalisation et d'ouvrages dont chacun est le complémentaire des autres en fonction du rôle qu'il joue.

L'ensemble des canalisations est caractérisé par des conduites amont (égout), collecteur et des émissaires ; En ce qui concerne les ouvrages annexes, ils ont pour but d'améliorer le fonctionnement du réseau (déversoir d'orage, bassin de rétention...), ainsi que les ouvrages principaux ayant pour effet de faire la liaison surface-réseau.

VI.2. Ouvrages principaux :

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

VI.2.1. Canalisations :

Elles se présentent sous plusieurs formes :

- Cylindriques préfabriquées en usine, elles sont désignées par leurs diamètres intérieurs, dit diamètres normalisés exprimés en millimètres.
- Ovoïdes préfabriqués, désignés par leur hauteur exprimée en centimètres.

VI.2.1.1. Matériau des canalisations :

Il existe plusieurs types de conduites qui diffèrent suivant leur matériau constitutif et leur destination :

1. Conduite en fonte :

Ce type de conduite a été imposé à titre de sécurité pour la traversée d'un bassin hydrominéral par un collecteur d'eau usée. Les raffineries de pétrole utilisent couramment ce type de matériau pour évacuer les eaux usées industrielles.

2. Conduites en béton non armé :

Les tuyaux en béton non armé sont fabriqués mécaniquement par un procédé assurant une compacité élevée du béton. La longueur utile ne doit pas dépasser 2,50m. Ces types de tuyaux ont une rupture brutale. Il est déconseillé de les utiliser pour les canalisations visitables.

3. Conduites en béton armé :

L'armature formant la conduite en béton armé se compose :

- De génératrices disposées en parallèle. On peut parfois rencontrer plusieurs couches de génératrices en fonction des conditions de pose.
- De cerces disposées de telle façon à former des grilles avec les génératrices et écartées d'environ 15 cm les unes des autres.

- Les conduites type BONNA comportent en plus des armatures, une âme en tôle pour assurer l'étanchéité et augmenter la résistance de la conduite.

4. Conduites en grès artificiels :

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

5. Conduite en amiante ciment :

Les conduites en amiante ciment à utiliser sont celles de série « assainissement » du type sans emboîtement, le revêtement intérieur de la paroi est à base d'enduit antiacide.

6. Conduite en matières plastique :

On distingue :

- Les conduites en matières thermodurcissables.
- Les conduites en matières thermoplastiques. Elles présentent les caractéristiques suivantes :
 - Résistance aux chocs.
 - Résistance au gel.
 - Résistance à la corrosion chimique.
 - Adaptation à la déformation.
 - Facilité de pose et de transport.

VI.2.1.2. Choix du type de canalisation :

Le matériau des conduites est choisi en fonction :

- De la nature du sol (agressivité, stabilité).
- De la nature chimique des eaux usées transportées par la conduite.
- Des efforts extérieurs auquel les conduites sont soumises.
- Du milieu à traverser.

Dans notre projet, nous avons opté pour :

- Les conduites en PVC pour les extensions pour les conduites des diamètres inférieur ou égale 500 mm ($\varnothing \leq 500\text{mm}$).
- Les conduites en béton et béton armé pour les conduites des diamètres supérieur 500mm ($\varnothing > 500\text{mm}$).

VI.2.1.3. Les joints :

Les joints utilisés généralement sont : les joints Rocla, torique, à demi emboîtement, à collet, les joints plastique et Les joints des conduites en béton.

1. Joint type Rocla:

C'est des joints à emboîtement ou l'étanchéité est assurée grâce à l'anneau en élastomère. Ce joint s'adapte pour les terrains en pente grâce à l'immobilité d'un anneau placé dans son longis, Le jeu de 1cm permet le non transmission des contraintes longitudinales. Il est valable pour tous les diamètres. Ce type de joint assure une très bonne étanchéité pour les eaux transitées.

2. Joint à demi-emboîtement :

La liaison entre deux bouts se fait par bourrage de ciment, utilisé uniquement dans les terrains durs et pour la canalisation sans charge. Le déboîtement est très facile pour les terrains qui tassent et en pente.

3. Joint torique :

Il est remplacé dans la plupart des cas par le Rocla. Il s'adapte pour les sols faibles à condition que la pression ne soit pas très élevée. Il s'adapte également pour les terrains en pente grâce au jeu de 1cm.

4. Joint à collet :

C'est un joint à emboîtement rigide avec coulage en ciment, utilisé uniquement dans les bons sols et à éviter dans les terrains argileux.

5. Joint plastique :

Ce joint est étanche et résistant même si la conduite est en charge. La présence du cordon en bitume et la bague ou manchon en matière plastique contribue à la bonne étanchéité. Il s'adapte presque à tous les sols si la confection est bien faite.

6. Les joints des conduites en béton :

Pour avoir une bonne étanchéité quel que soit la nature du sol, les joints doivent être confectionnés en élastomère, contre les eaux intérieures et extérieures.

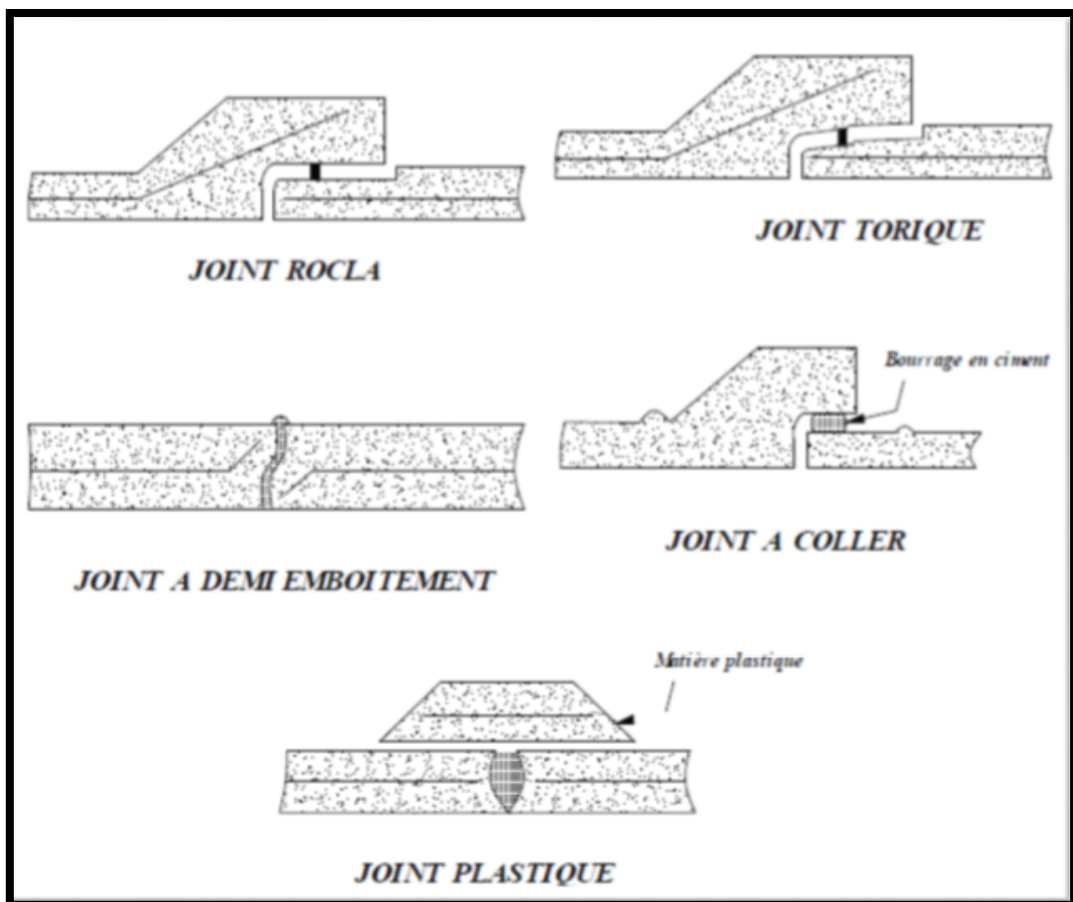


Figure VI.1: Différents types des joints

VI.3. Ouvrages annexes

Les ouvrages annexes ont une importance considérable dans l'exploitation rationnelle des réseaux d'égout.

Ils sont nombreux et obéissent à une hiérarchie de fonction très diversifiée : fonction de recette des effluents, de fenêtres ouvertes sur le réseau pour en faciliter l'entretien, du système en raison de leur rôle économique en agissant sur les surdimensionnements et en permettant l'optimisation des coûts.

Les ouvrages annexes sont considérés selon deux groupes :

- Les ouvrages normaux.
- Les ouvrages spéciaux.

VI.3.1. Les ouvrages normaux :

VI.3.1.1. Branchements :

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

- Un regard de façade qui doit être disposé en bordure de la voie publique et au plus près de la façade de la propriété raccordée pour permettre un accès facile aux personnels chargés de l'exploitation et du contrôle du bon fonctionnement du réseau.
- Des canalisations de branchement qui sont de préférence raccordées sous un angle de 45° ou 60° par rapport à l'axe général du réseau public.
- Les dispositifs de raccordement de la canalisation de branchement qui sont liés à la nature et aux dimensions du réseau public.

Le tracé de la conduite de branchement doit avoir une pente d'environ 3% pour favoriser un écoulement avec rinçage interne de la conduite.

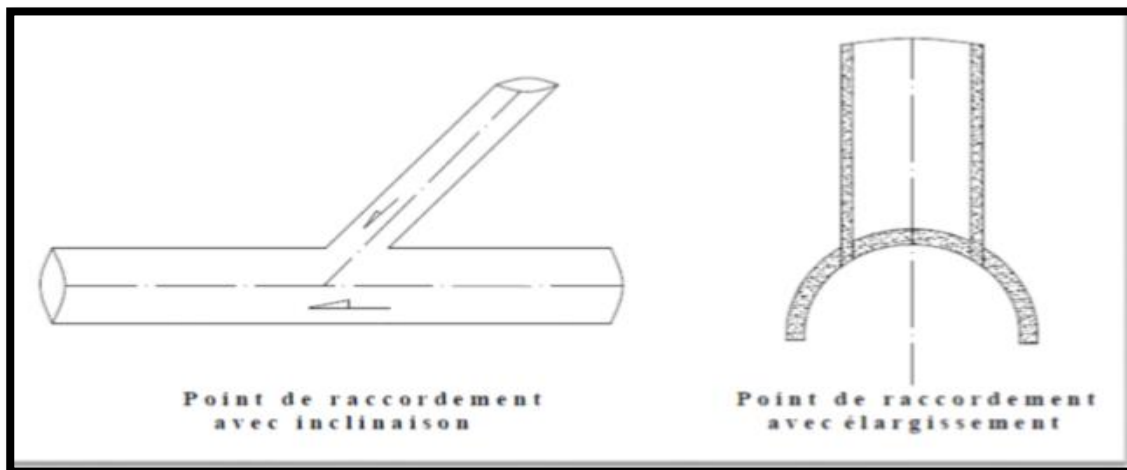


Figure VI.2: Schéma qui représente les types des branchements

VI.3.1.2. Bouches d'égout :

Les bouches d'égout sont destinées à collecter les eaux de surface (Pluviale et de lavage des chaussées). On les trouve :

- Au point bas des caniveaux, soit sous le trottoir. La distance entre deux Bouches d'égout est en moyenne de 50m, la section d'entrée est en fonction de l'écartement

Elles peuvent être classées selon deux critères :

- La manière de recueillir les eaux :
 - Bouche à accès latéral aménagées au bord des trottoirs.
 - Bouche à accès, par le dessus situées sous les promenades, parcs de stationnement ou sous caniveaux dans le cas de trottoirs étroits ou particulièrement encombrés de câbles et de canalisations diverses ou en bordure des voies à forte pente.
- La manière dont les déchets sont retenus :
 - Avec décantation
 - Sans décantation (dans ce cas les bouches doivent être sélectives, c'est-à-dire comporter un panier amovible permettant d'arrêter les déchets)

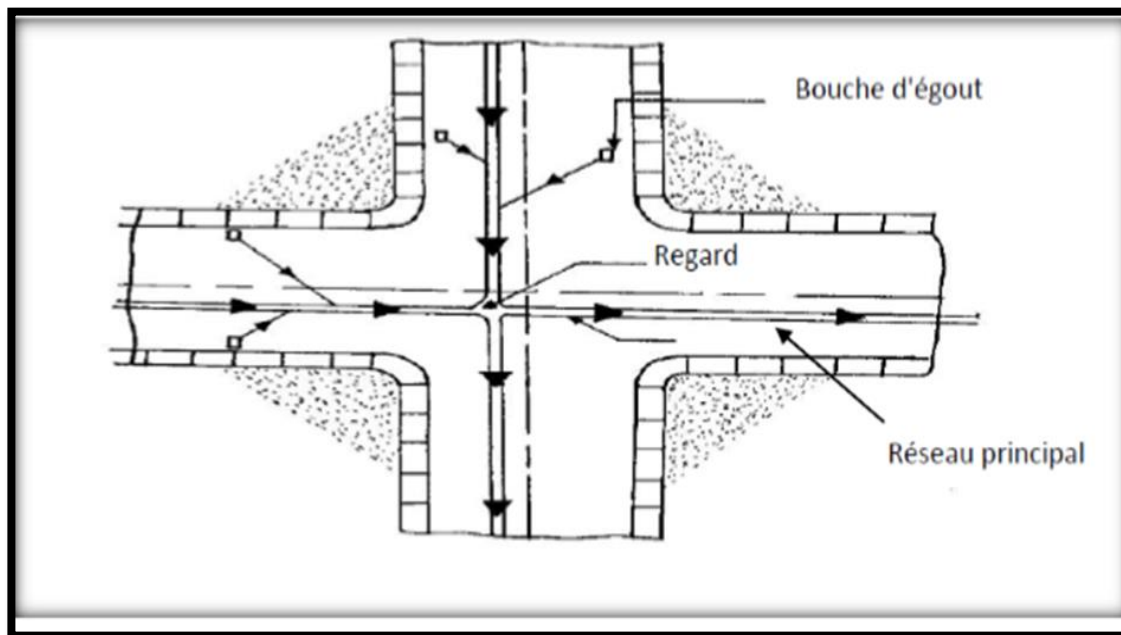


Figure VI.3 : Schéma représente emplacement des bouches d'égout

VI.3.1.3. Les fossés :

Les fossés sont destinés à recueillir les eaux provenant des chaussées en milieu rural ; suivant les caractéristiques du relief, ils sont soit des ouvrages de transport à faible pente, soit des ouvrages de stockage d'eaux lesquelles sont soumise au double phénomène de l'évaporation et de l'infiltration dans le sol. Il faut procéder à un entretien périodique afin de débarrasser des déchets putrescibles qui peuvent s'y accumuler et provoquer notamment des odeurs de fermentation.

VI.3.1.4. Les regards :

Les regards sont en fait des fenêtres par les quelles le personnel d'entretien pénètre pour assurer le service et la surveillance du réseau. Ce type de regard varie en fonction de l'encombrement et de la pente du terrain ainsi que du système d'évacuation.

Le type de regard varie en fonction de l'encombrement et de la pente du terrain ainsi que du système d'évacuation.

- Regard simple : pour raccordement des collecteurs de mêmes diamètres ou de diamètres différents.

- Regard latéral : en cas d'encombrement du V.R.D ou collecteurs de diamètre important.
- Regard double : pour un système séparatif.
- Regard toboggan : en cas d'exhaussement de remous.
- Regard de chute : pour réduire une forte pente.

La distance entre deux regards est variable :

- 35 à 50 m en terrain accidenté.
- 50 à 80 m en terrain plat

→ Emplacement des regards :

Les regards doivent être installés Sur les canalisations :

- Au début de tout réseau.
- A chaque changement direction.
- A chaque jonction de canalisation.
- Aux points de chute.
- A chaque changement pente.
- A chaque changement diamètre.

→ Types de regards :

On distingue différents types de regard qui sont :

- Regard de tête : il est impératif que le réseau d'assainissement débute par un regard qu'on appelle regard de tête qui sert à :
 - Un éventuel curage mécanique.
 - Un éventuel branchement.
 - Protéger la conduite des apports solides (il sert de bouchon pour la conduite).
- Regard de jonction : c'est le point de rencontre de deux canalisations de mêmes diamètres ou de diamètres différents.
- Regard de visite : il convient de prévoir des regards de visite à des distances assez rapprochées pour pouvoir procéder à l'entretien et au curage régulier des canalisations ; de plus ils assurent la ventilation des égouts.
- Regard de ventilation : la présence d'air dans les égouts est la meilleure garantie contre la fermentation et la production du sulfure d'hydraulique gazeux ; la ventilation s'opère par :
 - Les tampons des regards munis d'orifices appropriés.
 - Les tuyaux de chute qui doivent être prolongés jusqu'à l'air libre.
 - Les cheminées placées sur l'axe de la canalisation.
- Regard de chute : ils sont installés dans le cas des terrains à forte pente, ils permettent d'obtenir une dissipation d'énergie en partie localisée, ils sont généralement utilisés pour deux différents types de chutes :
 - La chute verticale profonde : utilisée pour un diamètre faible et un débit important ; leur but est de réduire la vitesse.
 - La chute toboggan : utilisée pour des diamètres assez importants, elle assure la continuité d'écoulement et permet d'éviter les remous.

Remarque :

Pour notre agglomération, les regards de jonction sont indispensables, ce sont les plus rependus, car les pistes existantes suivent plusieurs directions, d'où l'utilité de projeter ce genre de regards, aussi que les regards de chute sont projetés dans le cas des terrains à forte pente, ils permettent d'obtenir une dissipation d'énergie en partie localisée.

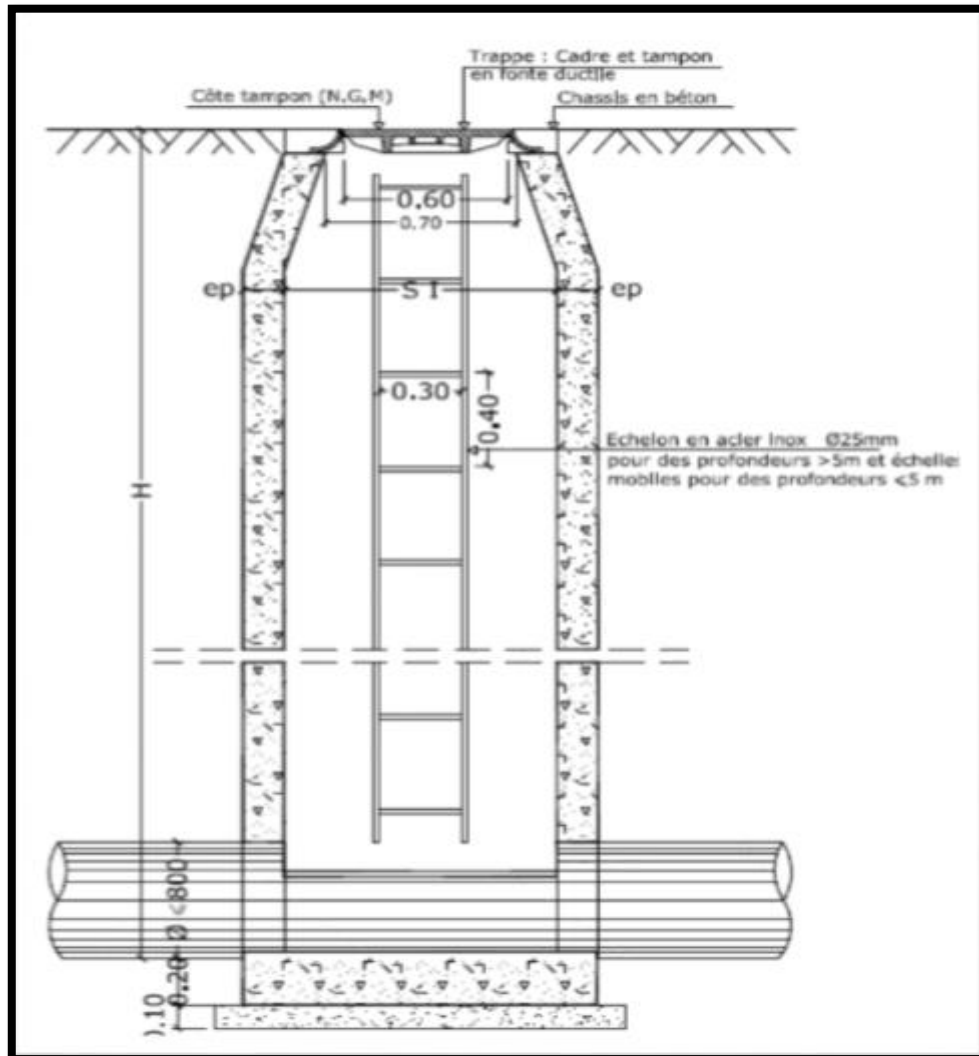


Figure VI.4 : Schéma représentant un regard de visite

VI.3.2. Ouvrages spéciaux :

A la différence des ouvrages normaux, ces ouvrages ne sont pas systématiquement obligatoires dans le concept général des réseaux. Cependant, dans de nombreux cas, il convient de recourir à tel ou tel ouvrage :

- Soit pour résoudre certains problèmes qui apparaissent au stade de l'étude, comme l'incapacité d'auto-curage et le risque d'ensablement des sections à faible pente

- Soit pour optimiser le projet sous le double aspect technique ou (et) financier avec la création de déversoir d'orage, de bassin de stockage.
- Soit encore pour tourner certaines difficultés physiques ou topographiques.

VI.3.2.1. Les déversoirs d'orage :

Un déversoir d'orage est un ensemble de dispositifs permettant d'évacuer par surverse les pointes de ruissellement de manière à décharger le réseau aval. Les déversoirs jouent un rôle essentiel notamment dans la conception des réseaux en système unitaire.

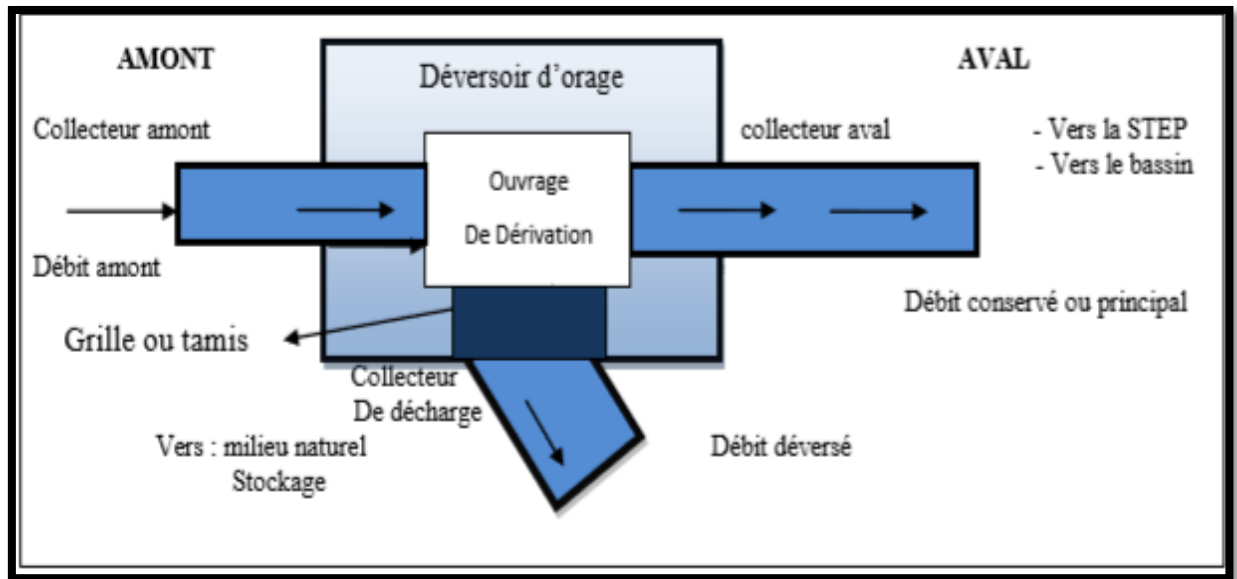


Figure VI.5 : Schéma du principe de fonctionnement d'un déversoir d'orage

→ Avant la projection des déversoirs d'orage il faut vérifier :

- Le milieu récepteur et son équilibre après le rejet des effluents dont il faut établir un degré de dilution en fonction du pouvoir auto épurateur du milieu récepteur.
- Les valeurs du débit compatibles avec la valeur de dilution et avec l'économie générale du projet, c'est à dire rechercher le facteur de probabilité de déversement de façon à limiter la fréquence des lâchers d'effluents dans le milieu récepteur.
- La capacité et les surfaces des ouvrages de la station d'épuration pour éviter les surcharges et le mauvais fonctionnement.
- Le régime d'écoulement de niveau d'eau dans la canalisation amont et aval.
- La Topographie du site et la variation des pentes.

→ Type de déversoirs d'orage :

Le choix de type de déversoir se fera en tenant compte du paramètre de régime d'écoulement et de niveau d'eau de l'émissaire, Les déversoirs d'orage sont placés avant la station d'épuration pour la régularisation de débit, Au milieu du réseau pour réduire les diamètres des collecteurs.

On distingue différentes type de déversoirs :

1. Déversoir a seuil latéral

➤ Déversoir à seuil latéral simple :

C'est pour des terrains relativement plats qu'on utilise ce type des déversoirs. Le seuil peut être placé d'un seul côté ou de chaque côté de la conduite d'amenée. La conduite avale peut

être étranglée à condition que l'écoulement à l'amont soit fluvial ou que le seuil soit élevé pour empêcher le reflux d'eau provenant de l'émissaire.

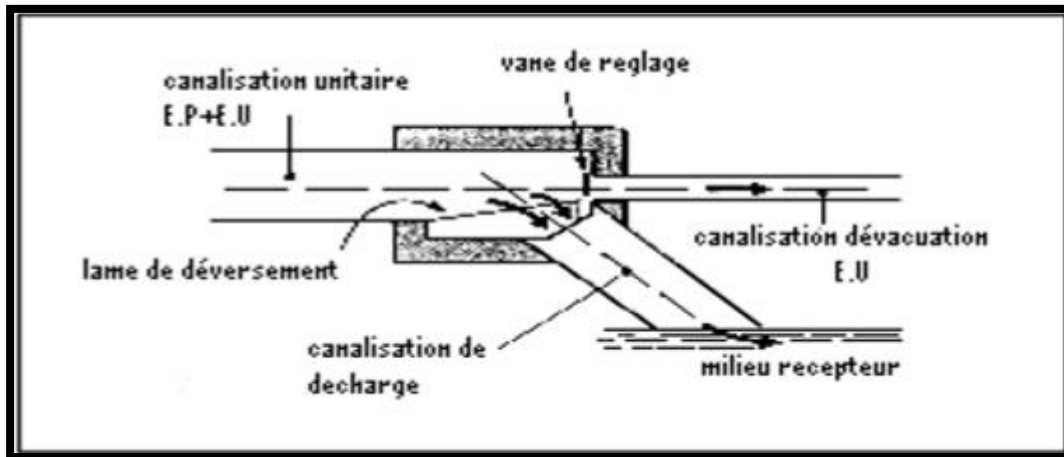


Figure VI.6: Déversoir latéral à seuil latéral simple

➤ Déversoir à seuil double

Le seuil est placé de chaque côté de l'ouvrage, ce type est installé dans le cas d'insuffisance d'espace pour aménagement de la longueur souhaitée.

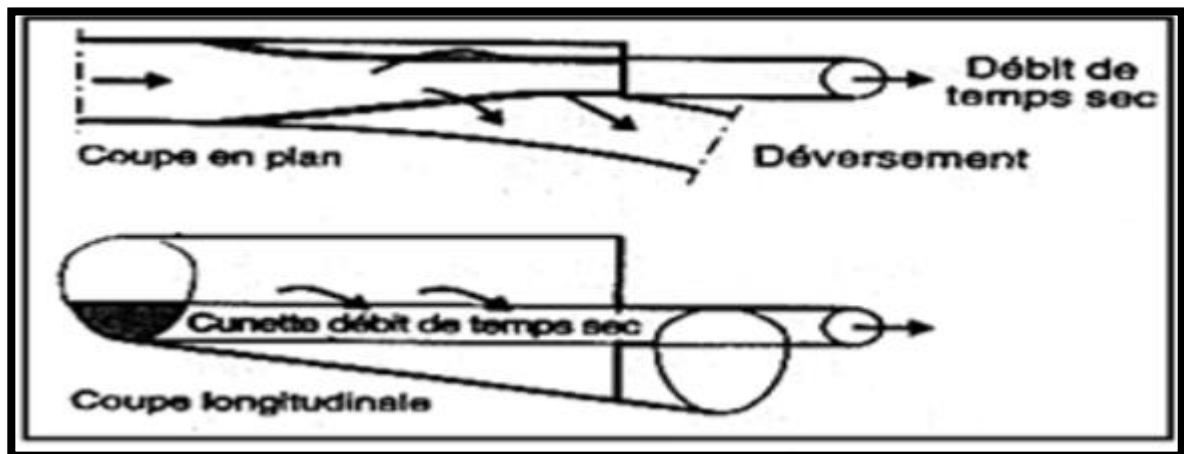


Figure VI.7 : Déversoir latéral à seuil double

2. Déversoir a seuil frontal :

Ce genre de déversoirs est utilisé dans les terrains à forte pente. il est placé en face du collecteur d'aménagé lors d'un changement de direction, le seuil ne doit pas être élevé pour ne pas réduire la section d'écoulement. C'est-à-dire L'implantation de ce type de déversoir d'orage est tout indiquée sur une branche de réseau adjacente à un collecteur de berge, à condition de n'être pas perturbée, par les mises en charge imposées à l'aval.

3. Déversoir à ouverture de fond

Ce type de déversoirs est utilisé pour un terrain accidenté, les débits d'eau usée de temps sec et le débit d'eau usée chute à travers une ouverture pratique dans le radier de la canalisation. Le régime d'écoulement en amont sera obligatoirement torrentiel.

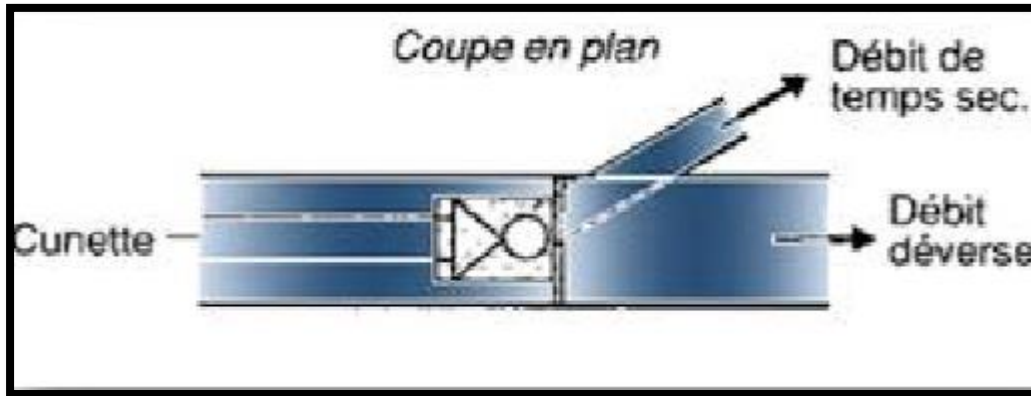


Figure VI.8 : Déversoir avec ouverture de fond

Il existe d'autres types de déversoirs comme :

- Les déversoirs à évacuation retardée et prolongée.
- Les déversoirs automatiques.
- Les déversoirs siphoniques.

Remarque : Dans notre étude nous avons prévu un déversoir d'orage de type frontal car l'écoulement est perpendiculaire par rapport à la position de la STEP projeté et aussi que Ce genre de déversoirs est utilisé dans les terrains à forte pente et il représente une facilité d'entretien et d'exploitation.

VI.3.3. Dimensionnement des déversoirs d'orage 1 :

Pour le dimensionnement des déversoirs d'orage à seuil latéral ou frontal, On doit déterminer :

1. Le débit total de dimensionnement qui est égal à la somme des débits de pointe en temps sec ($Q_{usée}$) et du débit pluvial ($Q_{pluvial}$) :

$$Q_T = Q_{pluvial} + Q_{usée} + Q_{public} \quad \text{VI.1}$$

2. Le débits critique se compose du débit total fois le coefficient de retardement

$$Q_{critique} = Q_{total} \times Z \quad \text{VI.2}$$

$$Z = 1 - \frac{t_c}{100} \quad \text{VI.3}$$

Avec :

- Z : Coefficient de retardement.
- T_c : Temps e concentration total au déversoir considéré.

3. Débit de pointe transité vers le collecteur de rejet qui transporte les eaux vers la station de relevage :

$$Q_{station} = D \times Q_{(pt\ usée)} \quad \text{VI.4}$$

Avec :

- D : représente la dilution.

- Q (pte usée) : Débit de pointe d'eaux usées

4. Le débit déversé vers l'oued :

$$Q_{dev} = Q_{critique} - Q_{station} \quad \text{VI.5}$$

5. Les hauteurs d'eau correspondant aux débits à l'amont du déversoir :

$$R_{Q(station)} = \frac{Q_{station}}{Q_{ps}} \rightarrow \text{abaque} \rightarrow R_h = \frac{h_{station}}{D} \text{ et } R_v = \frac{v}{v_{ps}} \rightarrow h_{station} = R_h \times D$$

$$R_{Q_{cr}} = \frac{Q_{cr}}{Q_{ps}} \rightarrow \text{abaque} \rightarrow R_{h_{cr}} = \frac{h_{t_{cr}}}{D} \rightarrow h_{t_{cr}} = R_{h_{cr}} \times D$$

- $h_{station}$: correspond à la hauteur du seuil du déversoir appelé à envoyer le débit $Q_{station}$ vers la conduite qui amène à la station de relevage.
- $h_{dev} = h_{t_{cr}} - h_{station}$: correspond à la hauteur d'eau déversée (lame déversée) par le déversoir vers le milieu naturel.

6. Déduction de la largeur du seuil « L » :

$$Q_{dev} = mLh_{dev}\sqrt{2gh_{dev}} \rightarrow L = \frac{Q_{dev}}{m\sqrt{2gh_{dev}}^{\frac{2}{3}}} \quad \text{VI.6}$$

Déversoirs d'orage type frontal :

➤ Les données de base sont les suivantes :

- Diamètre d'entrée : $D_e = 1000 \text{ mm}$
- Débit pluvial $Q_{pluvial} = 1.37531 \text{ m}^3/\text{s}$
- Débit de pointe d'eaux usées $Q_{pte\ usée} = 0.02469 \text{ m}^3/\text{s}$
- Débit total à l'entrée : $Q_{total} = 1.40 \text{ m}^3/\text{s}$
- Débit à pleine section : $Q_{ps} = 90 \times \frac{(\pi \times 0.6^2)^{\frac{5}{3}}}{(\pi \times 1.2)^{\frac{2}{3}}} \times \sqrt{\frac{1.64}{100}} = 5.84182 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$
- Débit de pointe allant vers la station :

$$Q_{Station} = 3 \times Q_{usée} = 3 \times 0.02466 = 0.074 \text{ m}^3/\text{s}$$

VI.3.3.1. Calcul du débit critique :

- Calcul du coefficient de retardement :

Le coefficient de retardement est un facteur qui traduit la diminution des débits pluviaux par retardement, cette diminution doit être prise en considération dans le dimensionnement des déversoirs d'orage.

$$Z = 1 - \frac{t_c}{100}$$

Avec :

- t_c = temps de concentration (mn)

$$t_c = t_{c13} + t_{c14} + t_{c\text{reste}} = 0.1526 + 0.1112 + 0.2194 = 0.4833$$

$$t_c = 29 \text{ min}$$

$$\text{Donc } Z = 0.71$$

→ Le débit critique :

$$Q_{cr} = Z \times Q_{tot} = 0.71 \times 1.40 = 0.994 \frac{m^3}{s}$$

Le débit critique : $Q_{cr} = 0.994 \text{ m}^3/\text{s}$

Débit rejeté vers l'oued : $Q_d = Q_{cr} - Q_{station} = 0.994 - 0.074 = 0.92 \text{ m}^3/\text{s}$

VI.3.3.2. Détermination des hauteurs d'eau :

1- $h_{station}$:

$$R_{Q(station)} = \frac{Q_{station}}{Q_{ps}} = \frac{0.074}{5.84182} = 0.01266 \rightarrow R_h = 0.02$$

$$\text{Alors } h_{station} = R_h \times D = 0.02 \times 1.2 = 0.024 \text{ m} = 2.4 \text{ cm}$$

2- h_{tcr} :

$$R_{Qcr} = \frac{Q_{cr}}{Q_{ps}} = \frac{0.994}{5.84182} = 0.17 \rightarrow R_{hcr} = 0.26$$

$$\text{Alors } h_{tcr} = R_{hcr} \times D = 0.26 \times 1.2 = 0.312 \text{ m}$$

3- $h_{dév}$:

$$h_{dév} = h_{tcr} - h_{station} = 0.312 - 0.024 = 0.288 \text{ m} = 28.8 \text{ cm}$$

VI.3.3.3. Détermination de seuil déversant :

On applique la formule de BAZIN :

$$L = \frac{Q_{dév}}{m\sqrt{2gh_{dév}^{\frac{3}{2}}}} = \frac{0.92}{0.37 \times \sqrt{2 \times 9.81 \times 0.288^{\frac{3}{2}}}} = 3.63201 \text{ m}$$

VI.3.4. Dimensionnement des déversoirs d'orage 2 :

Déversoirs d'orage type latérale :

Les données de base sont les suivantes :

- Diamètre d'entrée : $D_e = 300 \text{ mm}$
- Débit pluvial $Q_{pluvial} = Q_{bv15} + Q_{bv16}$
 $Q_{pluvial} = 0.093598 + 0.0110631 = 0.1046611 \text{ m}^3/\text{s}$
- Débit de pointe d'eaux usées $Q_{pte usée} = Q_{pte 15} + Q_{pte 16}$
 $Q_{pte usée} = (1.9831 + 1.5424) \times 10^{-3} = 0.0035255 \text{ m}^3/\text{s}$
- Débit total à l'entrée : $Q_{total} = 0.108187 \text{ m}^3/\text{s}$
- Débit à pleine section : $Q_{ps} = 90 \times \frac{(\pi \times 0.25^2)^{\frac{5}{3}}}{(\pi \times 0.5)^{\frac{3}{2}}} \times 0.2794 \frac{m^3}{s}$
- Débit de pointe allant vers la station :
 $Q_{station} = 3 \times Q_{usée} = 3 \times 0.0035255 = 0.0105765 \text{ m}^3/\text{s}$

VI.3.4.1. Calcul du débit critique :

- Calcul du coefficient de retardement :

Le coefficient de retardement est un facteur qui traduit la diminution des débits pluviaux par retardement, cette diminution doit être prise en considération dans le dimensionnement des déversoirs d'orage.

$$Z = 1 - \frac{t_c}{100}$$

t_c = temps de concentration (mn)

Dans notre cas les tronçons sont placés en parallèles, on utilise la formule suivante pour calculer la pente moyenne équivalente :

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

I_i : Pente du tronçon i

Q_i : Débit du tronçon i m³/s

N : Nombre des tronçons.

$$I_{eq} = \frac{0,01985 \times 0,09707 + 0,01347 \times 0,01610}{0,09707 + 0,01610}$$

$$I_{eq} = 0.01894$$

Avec la méthode de Kiripich

$$t_c = 0,256051 (h)$$

$$t_c = 15.3630 \text{ min}$$

Donc $Z = 0.84637$

- Le débit critique :

$$Q_{cr} = Z \times Q_{tot} = 0.84637 \times 0.108187 = 0.091566 \frac{m^3}{s}$$

Le débit critique : $Q_{cr} = 0.091566$ m³/s

Débit rejeté vers l'oued : $Q_d = Q_{cr} - Q_{station} = 0.091566 - 0.0105765 = 0.080989$ m³/s

VI.3.4.2. Détermination des hauteurs d'eau :

4- $h_{station}$:

$$R_{Q(station)} = \frac{Q_{station}}{Q_{ps}} = \frac{0.0105765}{0.279} = 0.037908 \rightarrow R_h = 0.08$$

$$\text{Alors } h_{station} = R_h \times D = 0.08 \times 0.5 = 0.04 \text{ m} = 4 \text{ cm}$$

5- $h_{t cr}$:

$$R_{Q cr} = \frac{Q_{cr}}{Q_{ps}} = \frac{0.091566}{0.279} = 0.328 \rightarrow R_{h cr} = 0.41$$

$$\text{Alors } h_{t cr} = R_{h cr} \times D = 0.41 \times 0.5 = 0.205 \text{ m} = 20.5 \text{ cm}$$

6- $h_{dév}$:

$$h_{dév} = h_{t cr} - h_{station} = 0.205 - 0.04 = 0.165 \text{ m} = 16.5 \text{ cm}$$

VI.3.4.3. Détermination de seuil déversant :

On applique la formule de BAZIN :

$$L = \frac{Q_{dév}}{m\sqrt{2gh_{dév}^{\frac{3}{2}}}} = \frac{0.080989}{0.37 \times \sqrt{2 \times 9.81} \times 0.165^{\frac{3}{2}}} = 0.7373 \text{ m}$$

VI.4. Conclusion :

On a pu voir dans ce chapitre les différents éléments constitutifs du réseau d'assainissement de notre projet ainsi que ses ouvrages annexes, ces éléments ont pour but de faciliter les opérations de curage et d'assurer la meilleure sécurité possible.

Vu l'état du terrain très accidenté, des regards de chute se sont avérés nécessaires pour briser l'effet de la forte pente.

Le type de canalisation utilisée est le béton armé de type 2 pour tous les diamètres.

Chapitre VII

Organisation de chantier et sécurité de travail

Chapitre VII

Organisation de chantier et sécurité de travail

VII.1. Introduction :

L'organisation de chantier consiste à déterminer et à coordonner la mise en œuvre des moyens nécessaires pour accomplir dans les meilleures conditions possibles les travaux à exécuter avant d'aller sur chantier et avant le commencement de la réalisation. Pour cela il faut toujours commencer par une étude théorique et ensuite la partie pratique. Dans la première on détermine le temps de réalisation avec précision, le matériel à utiliser, la main d'œuvre nécessaire et les matériaux de construction nécessaires. Dans la deuxième partie on passe à l'exécution des travaux sur terrain.

Organiser un chantier revient donc à calculer tous les éléments ventilés en temps et de prendre toutes les mesures pour que la réalisation du projet se fasse :

- En conformité avec le projet.
- De bonne qualité.
- Au moindre délai.
- Au moindre coût.
- Sans accidents humains

VII.2. Organisation du chantier :

VII.2.1. Exécution des travaux :

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

- Vérification, manutention des conduites.
- Décapage de la couche de goudron (si elle existe) ou celle de végétation.
- Emplacement des jalons des piquets.
- Exécution des tranchées et des fouilles pour les regards.
- Aménagement du lit de pose.
- La mise en place des canalisations en tranchée.
- Assemblage des tuyaux.
- Essais d'étanchéité pour les conduites et les joints.
- Construction des regards.
- Remblai des tranchées.

VII.2.2. Emplacement des canalisations :

Dans les rues de moins de 15m de largeur, les conduites sont placées en général dans l'axe de la chaussée.

Dans les rues plus larges, la pose d'un égout sous chaque trottoir s'impose.

Dans le système séparatif, il n'est, cependant, posé en général, qu'une seule canalisation d'eaux pluviales en fouille commune avec une des canalisations d'eaux usées.

VII.2.2.1. Manutention et stockage des conduites :

✓ Chargement et transport :

Le chargement des véhicules doit être effectué de façon à ce qu'aucune détérioration ou déformation des tubes et des accessoires ne se produise pendant le transport. Il faut éviter :

- Les manutentions brutales, les flèches importantes, les ballants.
- Tout contact des tubes et des raccords avec des pièces métalliques saillantes. les tubes avec emboîture doivent être alternés. les emboîtures doivent dépasser la pile.

✓ Déchargement :

Le déchargement brutal des tubes et des raccords sur le sol est à proscrire

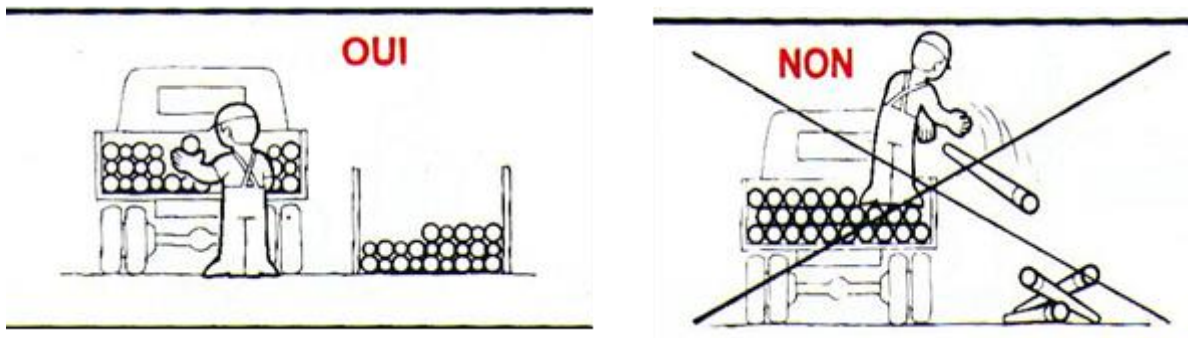


Figure VII.1 : Déchargement des canalisations

✓ Stockage :

- L'aire destinée à recevoir les tubes et les raccords doit être nivelée et plane.
- L'empilement doit se faire en alternant les emboîtures et en laissant celles-ci dépasser la pile.
- La hauteur de gerbage doit être limitée à 1.50m.
- Les tubes et les accessoires doivent être stockés à l'abri du soleil. (La décoloration du tube n'affecte en rien ses caractéristiques mécaniques).
- Les accessoires ne doivent être déballés qu'au moment de leur utilisation.
- Éviter le contact avec l'huile les solvants et autres substances chimiques.
- Le stockage des tubes doit assurer leur protection mécanique et contre la chaleur.

VII.2.3. Décapage de la couche de terre végétale :

L'opération se fait par un dozer sur une couche de 10 cm, le volume (V) de terre décapé est :

$$V = bHL \text{ (m}^3\text{)} \quad \text{(VII.1)}$$

H : Epaisseur de la couche végétale.

b : Largeur de la couche végétale.

L : Longueur totale de tranché.

VII.2.4. Exécution des tranchées et des fouilles pour les regards :✓ Largeur du tranché :

La largeur de la tranchée, doit être au moins égale au diamètre extérieur de la conduite avec des sur largeurs entre (0.3-0.5) cm de part et d'autre.

La largeur de tranchée est donnée par la formule :

$$B = D + (2 \times C) \quad (\text{VII.2})$$

B : largeur de la tranchée en (m).

D : diamètre de la conduite en (m).

C : largeur entre conduite et parois de tranché.

✓ Profondeur du tranché :

La profondeur est donnée par la formule suivante :

$$H = e + D + h \quad (\text{VII.3})$$

Avec :

H : profondeur de la tranchée en (m).

e : épaisseur de lit de sable en (m), e = 10 cm.

D : diamètre de la conduite en (m).

h : la hauteur du remblai au-dessus de la conduite en (m).

VII.2.5. Aménagement du lit de pose :

Les conduites seront posées sur un lit de pose de sable d'épaisseur égale au moins à 10 cm. Ce dernier sera bien nivelé suivant les côtes du profil en long.

Le lit de pose doit être constitué de sable contenant au moins 12% de particules inférieures à 0,1mm.

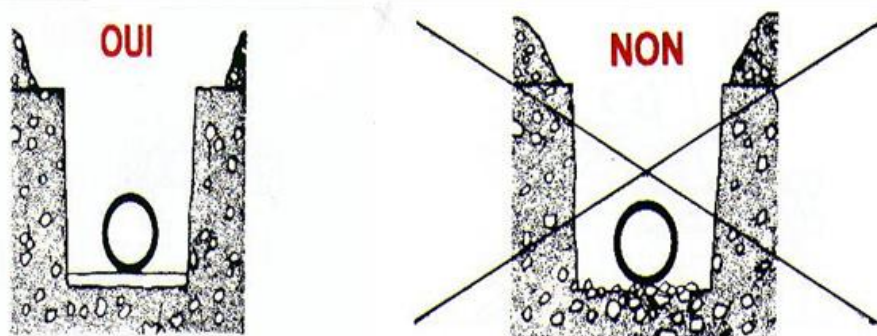


Figure VII.2 : Image en travers de la pratique de pose de canalisation sur le lit de sable

Le volume du sable est calculé par la formule suivante :

$$V_s = L. B. e \quad (\text{VII.4})$$

Avec :

V_s = volume du sable en (m³).

L : Longueur de la tranchée en (m).

B : Largeur de la tranchée en (m)

e : épaisseur du sable, e = 10 cm.

VII.2.6. Pose canalisations dans la tranchée :

De plus, des règles de bonne pratique sont à respecter ; ainsi, il est conseillé :

- D'éviter de poser les tuyaux sur des tasseaux qui concentrent les efforts d'écrasement et les font travailler en flexion longitudinale.
- De réaliser un fond de fouille bien rectiligne pour que les tuyaux y reposent sur toute leur longueur.
- De creuser le fond de fouille, lorsque les tuyaux sont à emboîtement par collet extérieur sur tout leur pourtour, de façon à éviter que les collets ne portent sur le sol.
- De placer toujours les tuyaux sur des fouilles sèches.
- D'éliminer du fond des fouilles tous les points durs (grosses pierres, crêtes rocheuses, vieilles maçonneries, ...) qui constituent des tasseaux naturels.
- En sol rocheux, d'approfondir la fouille de 15 à 20 cm et de confectionner un lit de pose bien damé avec des matériaux pulvérulents ou de procéder à une pose sur un bain fluant de mortier.

VII.2.7. Exécution des tranchées et les regards

La largeur de la tranchée dépend essentiellement des dimensions extérieures et du type d'emboîtement des tuyaux, de la fondation, de l'espace minimum nécessaire entre la canalisation et la paroi de la tranchée pour réaliser une pose correcte et un remblayage latéral de compacité adéquate, de la profondeur de pose de la place disponible pour l'exécution des fouilles, de la nature des terrains rencontrés, notamment si les terrassements ne sont pas réalisés à l'abri d'un blindage. Economiquement, il n'est pas intéressant d'établir des tranchées trop larges, vu le coût des terrassements ; on s'oriente donc vers l'exécution de fouilles de largeurs minimales.

L'exécution des fouilles pour les regards et les tranchées est réalisée par une pelle mécanique équipée en rétro de l'aval vers l'amont du réseau.

Les aptitudes de la pelle rétro sont :

- ✓ Creuser au-dessous de la surface d'appui ;
- ✓ Creuser rapidement et précisément les tranchées à talus vertical ;
- ✓ Creuser à une profondeur importante ;
- ✓ Creuser dans la direction de la machine.

- ✓ Profondeur de la tranchée

$$H = e + D + h \quad (\text{m}) \quad (\text{VII.5})$$

Avec : H : Profondeur de la tranchée.

e : Epaisseur du lit de sable.

D : Diamètre de la conduite.

h : Hauteur du remblai

- ✓ Largeur de la tranchée

$$B = D + 2c \quad (\text{VII.6})$$

Avec : B : Largeur de la fouille au fond.

D : Diamètre de la conduite.

c : Espacement entre les parois de la tranchée et la conduite (c = 0,5 m)

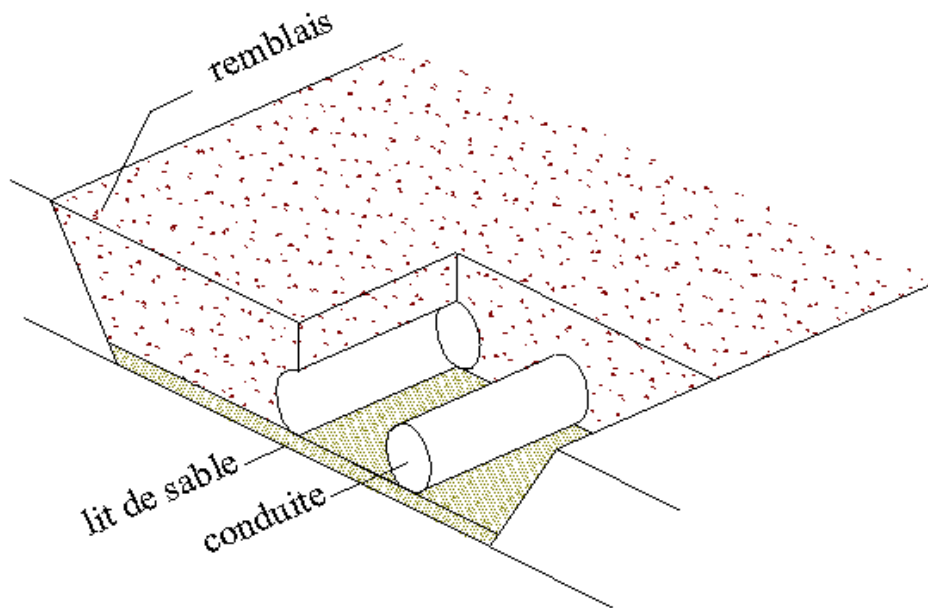


Figure VII.3 : Coupe transversale d'une tranchée avec la mise en place de la conduite

VII.2.8. Mise en place des conduites

La mise en place des conduites se fait par des engins appropriés « pipelayers ».

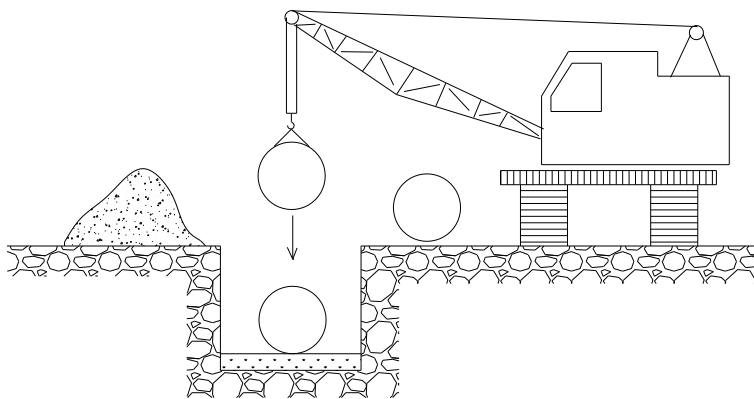


Figure VII.4 : le pipelayers (pour la pose de la canalisation)

VII.2.9. Assemblage des conduites :

Les joints des conduites circulaires à emboîtement sont effectués à l'aide d'une bague renforcée d'une armature et coulée sur place à l'intérieur d'un moule.

VII.2.10. Remblaiement et compactage des tranchées :

Après avoir effectué la pose des canalisations dans les tranchées, un remblayage de qualité est nécessaire sur une certaine hauteur au-dessus de la génératrice supérieure pour assurer, d'une part la transmission régulière des charges agissant sur la canalisation et, d'autre part, sa protection contre tout dégât lors de l'exécution du remblai supérieur.

Le matériau utilisé est similaire à celui mis en œuvre pour le remblayage latéral. L'exécution d'un remblayage de qualité doit être effectuée sur une hauteur minimale de 10 cm au-dessus de la génératrice supérieure.

VII.2.10.1. Choix des engins :

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

1. Le Bulldozer :

Pour le décapage de la couche de la terre végétale :

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



Figure VII.5 : Bulldozer

2. La niveleuse :

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

- Débroussaillage en terrain léger ne comportant pas des gros arbustes ou de grosses pierres.
- Décapage des terrains végétaux sur une faible épaisseur.
- Creusement ou Curage des fossés en inclinant la lame sur le côté, les terres extraites par la lame remontent le long de celle-ci et viennent de déposer en cavalier sur le bord du fossé.



Figure VII.6 : Niveleuse automotrice.

3. Le chargeur :

Pour le remblaiement des tranchées :

Pour les grands travaux de ce type, l'engin qui convient c'est le chargeur.

Les chargeurs : ce sont des tracteurs sur lesquels on monte à l'avant deux bras articulés, actionnés par des vérins et porte un godet.

Si les travaux ne sont pas très importants, on utilise le chargeur



Figure VII.7 : Chargeur

4. Le compacteur :

Pour le compactage :

L'engin qui convient à cette opération c'est le rouleau lisse, il comprend :

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



Figure VII.8 : Compacteur

VII.2.11. Devis quantitatif et estimatif :

Afin d'avoir une idée sur le coût de réalisation de notre projet, il faut passer par le calcul du devis quantitatif et estimatif.

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

Les différentes tâches effectuées par ordre chronologique sont :

- Les travaux de décapage de la couche de terre végétale.
- L'exécution des tranchées.
- La fourniture et la pose du lit de sable.
- La fourniture et la pose des buses en béton ou en béton armé.
- La construction des regards et des déversoirs d'orage en béton armé.
- Les Travaux de remblaiement de la tranchée.

Le transport des sols excédentaires.

VII.2.11.1. Détermination des différents volumes :

➤ Volume de la couche de terre végétale :

$$V_{cv} = H_v . L . B \quad (\text{VII.7})$$

- V_{cv} : Volume de la couche de terre végétale en (m³).
- H_v : Profondeur la couche de terre végétale (on prend $H_v = 0,1$ m).
- L : Longueur totale de la tranchée en (m).
- B : Largeur de la couche de terre végétale en (m).
-

➤ Volume des déblais des tranchées :

$$V_{ded} = B . L . H \quad (\text{VII.8})$$

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

➤ Volume du lit du sable :

$$V_{ls} = e.L.B \quad (\text{VII.9})$$

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

➤ Volume occupé par les conduites :

$$V_{condt} = L.\pi.D^2/4 \quad (\text{VII.10})$$

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

➤ Volume du remblai :

$$V_r = V_{deb} - [V_{condt} + V_{cv} + V_{ls}] \quad (\text{VII.11})$$

- V_r : Volume du remblai en (m³)

➤ Volume excédentaire :

$$V_{exc} = V_f - V_{remb} \quad (\text{VII.12})$$

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

Tel que $V_f = V_{deb} \cdot K_f$

- K_f : Coefficient de foisonnement dépend de la nature de sol pour notre cas on a :
 $K_f = 1,5$.

Tableau VII.1 : devis quantitatif du projet

Désignation	Unité	Quantité
AEP		
Canalisation adduction eau potable		
AEP Longueur 3D totale	ml	1878.703
AEP Fourniture et pose des canalisations PEHD 80 - PN 6 - 315	ml	1878.703
Travaux de génie civil		
Terrassements		
Protection contre les éboulements		
Longueur 2D blindée	ml	1843.346
Surface de blindage	m ²	6136.438
Volume de blindage	m ³	613.644
Tranchées		
Volume de fouille	m ³	1568.315
Enrobage et lit de pose		
Volume d'enrobage	m ³	1.000
Remblais et apports		
Volume de remblai	m ³	1278.377
Volume total	m ³	1.000
Travaux préparatoires		
Installation du chantier		1.000
Piquetage, implantation, sondage		1.000
Désignation	Unité	Quantité
EP		
Canalisation EP		
Longueur 3D des canalisations	ml	0.000
Longueur 3D des canalisations (Réseau BV 16)	ml	1413.531
Longueur 3D des canalisations (Réseau BV 15)	ml	861.582
Longueur 3D des canalisations (Réseaux principale Leflyae)	ml	7690.590
Longueur 3D des canalisations (Réseau Sud ouest)	ml	4560.697
Fourniture et pose des canalisations 0300	ml	0.000
Fourniture et pose des canalisations 0300 (Réseau BV 16)	ml	1413.531
Fourniture et pose des canalisations 0300 (Réseau BV 15)	ml	198.660
Fourniture et pose des canalisations 0300 (Réseaux principale Leflyae)	ml	2019.289
Fourniture et pose des canalisations 0300 (Réseau Sud ouest)	ml	71.323
Fourniture et pose des canalisations 0400	ml	0.000
Fourniture et pose des canalisations 0400 (Réseau BV 15)	ml	250.081
Fourniture et pose des canalisations 0400 (Réseaux principale Leflyae)	ml	1896.949

Fourniture et pose des canalisations 0400 (Réseau Sud ouest)	ml	1073.410
Fourniture et pose des canalisations 0500	ml	0.000
Fourniture et pose des canalisations 0500 (Réseau BV 15)	ml	274.531
Fourniture et pose des canalisations 0500 (Réseaux principale Leflyae)	ml	1150.847
Fourniture et pose des canalisations 0500 (Réseau Sud ouest)	ml	315.032
Fourniture et pose des canalisations 0600	ml	1232.178
Fourniture et pose des canalisations 0800	ml	1730.761
Nombre de tuyaux 0300		0.000
Nombre de tuyaux 0300 (Réseau BV 16)		469.000
Nombre de tuyaux 0300 (Réseau BV 15)		66.000
Nombre de tuyaux 0300 (Réseaux principale Leflyae)		676.000
Nombre de tuyaux 0300 (Réseau Sud ouest)		24.000
Nombre de tuyaux 0400 (Réseau BV 15)		83.000
Nombre de tuyaux 0400 (Réseaux principale Leflyae)		635.000
Nombre de tuyaux 0400 (Réseau Sud ouest)		357.000
Nombre de tuyaux 0500		0.000
Nombre de tuyaux 0500 (Réseau BV 15)		91.000
Nombre de tuyaux 0500 (Réseaux principale Leflyae)		385.000
Nombre de tuyaux 0500 (Réseau Sud ouest)		106.000
Nombre de tuyaux 0600		414.000
Nombre de tuyaux 0800		590.000
Fourniture et pose des canalisations de diamètre 300	ml	0.000
Fourniture et pose des canalisations de diamètre 300 (Réseau BV 16)	ml	1413.531
Fourniture et pose des canalisations de diamètre 300 (Réseau BV 15)	ml	198.660
Fourniture et pose des canalisations de diamètre 300 (Réseaux	ml	2019.289
Fourniture et pose des canalisations de diamètre 300 (Réseau Sud	ml	71.323
Fourniture et pose des canalisations de diamètre 400	ml	0.000
Fourniture et pose des canalisations de diamètre 400 (Réseau BV 15)	ml	572.301
Fourniture et pose des canalisations de diamètre 400 (Réseaux	ml	1896.949
Fourniture et pose des canalisations de diamètre 400 (Réseau Sud	ml	1073.410
Fourniture et pose des canalisations de diamètre 500	ml	0.000
Fourniture et pose des canalisations de diamètre 500 (Réseau BV 15)	ml	274.531
Fourniture et pose des canalisations de diamètre 500 (Réseaux	ml	1150.847
Fourniture et pose des canalisations de diamètre 500 (Réseau Sud	ml	315.032
Fourniture et pose des canalisations de diamètre 600	ml	1232.178
Fourniture et pose des canalisations de diamètre 800	ml	1730.761
Regard EP		
Regards REG		0.000
Regards REG (Réseau BV 16)		38.000

Regards REG (Réseau BV 15)		27.000
Regards REG (Réseaux principale Leflyae)		322.000
Regards REG (Réseau Sud ouest)		195.000
Tampons (Réseau BV 16)		38.000
Tampons (Réseau BV 15)		27.000
Tampons (Réseaux principale Leflyae)		322.000
Tampons (Réseau Sud ouest)		195.000
Systèmes de chutes Système de chute SansNom (Réseau BV 16)		0.000
Systèmes de chutes Système de chute SansNom (Réseau BV 15)		1.000
Systèmes de chutes Système de chute SansNom (Réseaux principale Leflyae)		193.000
Systèmes de chutes Système de chute SansNom (Réseau Sud ouest)		133.000
Sur-profondeur des regards REG (Réseau BV 16)	ml	2.986
Sur-profondeur des regards REG (Réseau BV 15)	ml	0.763
Sur-profondeur des regards REG (Réseaux principale Leflyae)	ml	327.814
Sur-profondeur des regards (Réseau Sud ouest)	ml	260.606
Travaux de génie civil		
Terrassements		
Protection contre les éboulements		
Longueur 2D blindée (Réseau BV 15)	ml	708.222
Longueur 2D blindée (Réseau BV 16)	ml	1247.471
Longueur 2D blindée (Réseaux principale Leflyae)	ml	7465.200
Longueur 2D blindée (Réseau Sud ouest)	ml	4479.529
Surface de blindage	m ²	0.000
Surface de blindage (Réseau BV 15)	m ²	2098.150
Surface de blindage (Réseau BV 16)	m ²	4076.889
Surface de blindage (Réseaux principale Leflyae)	m ²	33152.208
Surface de blindage (Réseau Sud ouest)	m ²	20909.281
Volume de blindage	m ³	0.000
Volume de blindage (Réseau BV 16)	m ³	407.689
Volume de blindage (Réseau BV 15)	m ³	209.815
Volume de blindage (Réseaux principale Leflyae)	m ³	3315.221
Volume de blindage (Réseau Sud ouest)	m ³	2090.928
Tranchées		
Volume de fouille (Réseau BV 16)	m ³	3212.689
Volume de fouille (Réseau BV 15)	m ³	1877.142
Volume de fouille (Réseaux principale Leflyae)	m ³	29685.449
Volume de fouille (Réseau Sud ouest)	m ³	20784.307
Enrobage et lit de pose		
Volume de lit de pose (Réseau BV 15)	m ³	129.597

Volume de lit de pose (Réseau BV 16)	m ³	200.252
Volume de lit de pose (Réseaux principale Leflyae)	m ³	1559.913
Volume de lit de pose (Réseau Sud ouest)	m ³	1213.128
Volume d'enrobage (Réseau BV 15)	m ³	738.742
Volume d'enrobage (Réseau BV 16)	m ³	994.179
Volume d'enrobage (Réseaux principale Leflyae)	m ³	8310.268
Volume d'enrobage (Réseau Sud ouest)	m ³	6818.164
Remblais et apports		
Volume de remblai (Réseau BV 15)	m ³	838.657
Volume de remblai (Réseau BV 16)	m ³	1864.887
Volume de remblai (Réseaux principale Leflyae)	m ³	17724.625
Volume de remblai (Réseau Sud ouest)	m ³	10477.841
Volume total (Réseau BV 15)	m ³	1706.996
Volume total (Réseau BV 16)	m ³	3059.318
Volume total (Réseaux principale Leflyae)	m ³	27594.806
Volume total (Réseau Sud ouest)	m ³	18509.133

VII.3. Protection et Sécurité de travail :

VII.3.1. Introduction sur la protection et sécurité au travail :

La protection et sécurité au travail désigne diverses disciplines visant à supprimer ou à limiter certains effets nuisibles du travail sur l'être humain (santé physique ou mentale) et sur son environnement (santé environnementale).

Ces notions, apparues relativement récemment dans le champ du droit du travail — au XIX^{ème} siècle avec le développement industriel autour duquel s'est progressivement construit le droit du travail, ont été mises en œuvre avec des premières mesures de protection au bénéfice des travailleurs les plus vulnérables : les femmes et les enfants. L'appellation « Protection et sécurité au travail » désigne ce qu'on appelait autrefois « hygiène, sécurité et conditions de travail ».

VII.3.2. Accident de travail et maladie professionnelle :

VII.3.2.1. Un accident du travail :

Un accident de travail est défini comme celui qui survient pendant le travail (y compris les pauses) et sur le lieu de travail alors que le salarié est sous l'autorité de l'employeur (article L. 411-1 du Code de la Sécurité sociale et, notamment, arrêt de la Cour de cassation, chambre sociale, 2 avril 2003, n° 00-21.768). Il peut survenir dans l'enceinte de l'entreprise (parking, cantine), ou lorsque le salarié est en déplacement professionnel à la demande de l'employeur.

L'accident doit avoir causé une lésion corporelle ou psychologique (certains cas de dépression nerveuse sont reconnus). Tous les salariés en bénéficient, quel que soit leur contrat de travail (CDI, CDD, travail temporaire...).

VII.3.2.2. La maladie professionnelle :

Est présumée professionnelle la maladie inscrite dans l'un des tableaux répertoriant ces maladies. Le salarié doit justifier qu'il a été exposé de façon habituelle au risque de la maladie. Une maladie peut également être reconnue professionnelle par recours à une expertise individuelle, confiée à un Comité régional de reconnaissance des maladies professionnelles, dans deux hypothèses : la maladie dont se plaint le salarié figure bien dans un tableau, mais il ne remplit pas toutes les conditions décrites ; la maladie n'est pas désignée dans un tableau, mais elle a été directement et essentiellement causée par le travail habituel du salarié et a entraîné son décès ou une incapacité permanente de travail d'au moins 25 %. Régulièrement mis à jour, ces tableaux figurent en annexe du Code de la Sécurité sociale.

VII.3.2.3. Les indicateurs statistiques des AT et MP.

Les indicateurs d'accident du travail sont très nombreux mais les plus couramment utilisés sont les suivants :

Le taux de fréquence (TF), qui rapporte le nombre d'accidents du travail avec arrêt au nombre d'heures travaillées. Il mesure le degré d'exposition des salariés aux risques, en neutralisant l'effet de l'évolution de la durée du travail et du nombre de salariés ;

L'indice de fréquence (IF), qui rapporte le nombre d'accidents de travail pour 1.000 salariés ;

Le taux de gravité (TG), qui vise principalement à exprimer la gravité des accidents en fonction de la durée de l'arrêt de travail ;

L'indice de gravité (IG) qui exprime la gravité des accidents ayant donné lieu à l'attribution d'une incapacité permanente.

Indicateur	Abréviation	Formule de calcul	Définition
Taux de fréquence	TF	$TF = (\text{nb d'accident du travail avec arrêt} / \text{nb d'heures travaillées}) \times 1.000.000$	Il mesure le degré d'exposition des salariés aux risques, en neutralisant l'effet de l'évolution de la durée du travail et du nombre de salariés.
Indice de fréquence	IF	$IF = (\text{nb d'accidents du travail avec arrêt} / \text{effectif salarié}) \times 1.000$	Il indique le nombre d'accidents du travail pour 1.000 salariés.
Taux de gravité	TG	$TG = (\text{nb de jours perdus} / \text{nb d'heures travaillées}) \times 1.000$	Les taux de gravité visent principalement à exprimer la gravité des accidents en fonction de la durée de l'arrêt de travail.
Indice de gravité	IG	$IG = (\text{somme des taux d'incapacité permanente} / \text{nb d'heures travaillées}) \times 1.000$	Il exprime la gravité des accidents ayant donné lieu à l'attribution d'une incapacité permanente.

Figure VII.9 : Les indicateurs statistiques des AT et MP.

Les taux de fréquence et de gravité ne sont pas liés aux maladies professionnelles. Il est donc nécessaire de suivre les maladies professionnelles avec d'autres indicateurs :

Nombre de maladies déclarées au total ;

Nombre de maladies déclarées par tableau ;

Nombre de maladies par tableau ayant conduit à un arrêt de travail ;

Nombre de maladies ayant conduit à un arrêt de travail ;

Nombre de maladies ayant donné lieu à un taux d'incapacité permanente ;

Nombre de maladies ayant conduit à un décès ;

Nombre de maladies reconnues au total ;

Nombre de maladies reconnues par tableau ;

Coût associé : direct ou indirect comme les aménagements des postes de travail qui en découleraient, etc.

VII.3.2.4. Les causes des AT et MP :

Cause d'accident de travail :

Malgré les nombreuses mesures de sécurité, certains métiers et environnements de travail demeurent vraiment dangereux. Bien sûr, il y a aussi des employés téméraires, qui n'ont pas froid aux yeux.

Dès lors, il n'est pas surprenant de voir les accidents du travail se produire trop souvent. Selon les chiffres les plus récents du Fonds des Accidents du Travail, en 2011, il y a eu 147.854 accidents en Belgique. Ce chiffre représente une baisse de 2% par rapport à l'année dernière.

Le Fonds reprend aussi des statistiques relatives aux différentes causes à l'origine de ces accidents. Avec 22%, la perte de contrôle est la cause la plus fréquente des accidents du travail. Dans la plupart des cas, cela concerne les objets portés ou manipulés (8,4%), l'outillage manuel (6,6%) et les moyens de transport et d'acheminement (3,2%).

Cause	Cas en 2011	%
1 Perte de contrôle d'une machine, d'un moyen de transport, d'un objet ou d'un animal	32.481	22%
2 Mauvais mouvements corporels	26.970	18,2%
3 Glissade, trébuchement et chute	26.083	17,6%
4 Soulever, pousser ou déposer une charge	19.412	13,1%
5 Quelque chose qui casse, tombe ou s'effondre	17.923	12,1%
6 Un produit qui se déverse (fuite, écoulement, évaporation ...)	8.067	5,5%
7 D'autres événements inhabituels	6.799	4,6%
8 Violence, agression, surprise et peur	4.749	3,2%
9 Cause inconnue	4.460	3%
10 Panne d'électricité, explosion ou incendie	910	0,6%
Total	147.854	100%

Figure VII.10 : Exemple de cause d'accident de travail variant d'action dangereuse et condition dangereuse

Tout en bas de la liste, nous retrouvons l'explosion, qui est donc la cause la moins fréquente des accidents du travail. Elle fut à l'origine de 131 accidents (0,1%)

Cause de maladies professionnelles :

L'approche des grandes causes de pathologies professionnelles peut se faire de deux façons différentes :

Par facteurs de risques comme les contraintes physiques (bruit, rayonnements), les agents chimiques (amiante, plomb, solvants), les agents biologiques, les contraintes musculosquelettiques ou les contraintes psychologiques (le harcèlement moral)

Par pathologie d'organes qui sont les pathologies respiratoires professionnelles, les pathologies ostéoarticulaires et musculaires, les atteintes hépatiques...

Elles dépendent des secteurs d'activité professionnels :

Les affections péri-articulaires représentent 2/3 de toutes les MP : les épicondylites, les épaules douloureuses et raides, le syndrome du canal carpien, dominant ce groupe.

Les affections du rachis lombaire dues au port de charges lourdes (tableau 98) avec 1798 cas, représentent 7,42% de toutes les MP, avec des critères diagnostiques exigeants.

Les affections causées par les poussières d'amiante (tableau 30) et les cancers broncho-pulmonaires isolés par inhalation de fibres d'amiante (tableau 30 bis) sont en rapide progression avec un total de 3354 cas, soit (13,85%). Cette progression doit se poursuivre encore durant de nombreuses années pour les plaques pleurales, les cancers dont les mésothéliomes chez les chauffagistes, électriciens, mécaniciens, anciens travailleurs du bâtiment...

D'autres affections sont plus faiblement représentées globalement, mais le sont fortement pour certains postes de travail. Affections provoquées par le bruit (n=494), les eczémas allergiques (n=304), les affections respiratoires de mécanismes allergiques du tableau 66 (n=255) auxquelles il faut rajouter les asthmes en rapport avec les polyuréthanes (iso cyanates), par les brouillards d'huile.... Enfin, les urticaires rhinites et asthmes par allergie au latex croissent rapidement depuis quelques années.

Une meilleure connaissance des MP est apportée par le Réseau national de vigilance des pathologies professionnelles (alimenté par les 28 Centres de consultations de pathologie professionnelle en France), les registre du cancers, l'observatoire national des asthmes professionnel...

Il est vu l'émergence de nouvelles formes de pathologie liées aux conditions de travail comme le harcèlement moral sur les lieux de travail, les effets d'un stress exagéré, le rôle des formes de travail (polyvalence, horaires, sous-traitance)

Toutes ces pathologies professionnelles ont un coût humain, social et financier considérable. Seule la prévention technique d'amont est à même de les stabiliser ou de les faire diminuer.

VII.3.3. Le système algérien de prévention des risques professionnels**VII.3.3.1. Acteurs de la prévention au niveau national :**

En Algérie, la prévention des risques professionnels est placée sous la responsabilité du Ministère chargé du Travail de l'emploi et de la Sécurité sociale et du Ministère de la santé.

Le Ministère chargé du Travail est chargé :

- de l'élaboration de la politique nationale de prévention des risques professionnels.
- de la préparation et de l'initiation de textes législatifs et réglementaires
- de l'évaluation et du contrôle de l'exécution des programmes de prévention des risques professionnels.

Structures Centrales du Ministère :

□ Direction des Relations de Travail (D.R.T) : structure centrale chargée essentiellement de la coordination, du suivi et de l'évaluation des programmes de P.R.P, de l'animation des organismes de prévention, ainsi que de l'élaboration de textes législatifs et réglementaires.

Direction Générale de la Sécurité Sociale (DGSS) : Elle a pour rôle, entre autres, de fixer les règles de tarification et les modalités de réparation des accidents du travail et des maladies professionnelles. Elle participe, à l'élaboration de la politique de prévention et s'appuie au niveau National sur la Caisse nationale des assurances sociales des travailleurs salariés (CNAS).

Organe spécialisé du Ministère du travail**L'Inspection Générale du Travail IGT :**

Les missions de surveillance et de contrôle, ainsi que d'information et de conseil, pour tout ce qui concerne l'application des dispositions législatives et réglementaires relatives aux conditions de travail, à la santé et la sécurité en milieu de travail, sont principalement assurées par l'inspection du travail.

Organismes sous Tutelle :**Institut National de la Prévention des Risques Professionnels :**

La création de « Institut National de la Prévention des Risques Professionnels » est consacrée par le décret **2000-253 du 23 Août 2000** portant statut de l'établissement sus-dénommé.

Cet institut a été créé en remplacement de l'Institut National d'Hygiène et de Sécurité dissous par décret exécutif du 98-266 du 29 Août 1998.

Il est sous tutelle du Ministère du Travail de l'emploi et de la Sécurité Sociale et exerce ses activités au profit des salariés et des entreprises. Il apporte une aide technique aux entreprises en général : études et recherches, formation en matière de prévention, assistance technique et documentaire, information (journaux, affiches, brochures, audiovisuels, site web).

Objectifs de l'INPRP :

- coordonner toute action de prévention des risques professionnels ;
- contribuer à l'étude de leurs causes par des enquêtes et des analyses scientifiques ;
- apporter sa contribution aux travaux de normalisation et de toxicité des produits et substances avec la collaboration de plusieurs partenaires (CNAS, Ministère de la santé ...).

VII.3.4. Organisation de La prévention des accidents du travail :

L'INPRP fournit des prestations de service à tout Organisme privé ou public, l'Institut est administré par un conseil d'administration dirigé par un directeur général et il est doté d'un conseil scientifique.

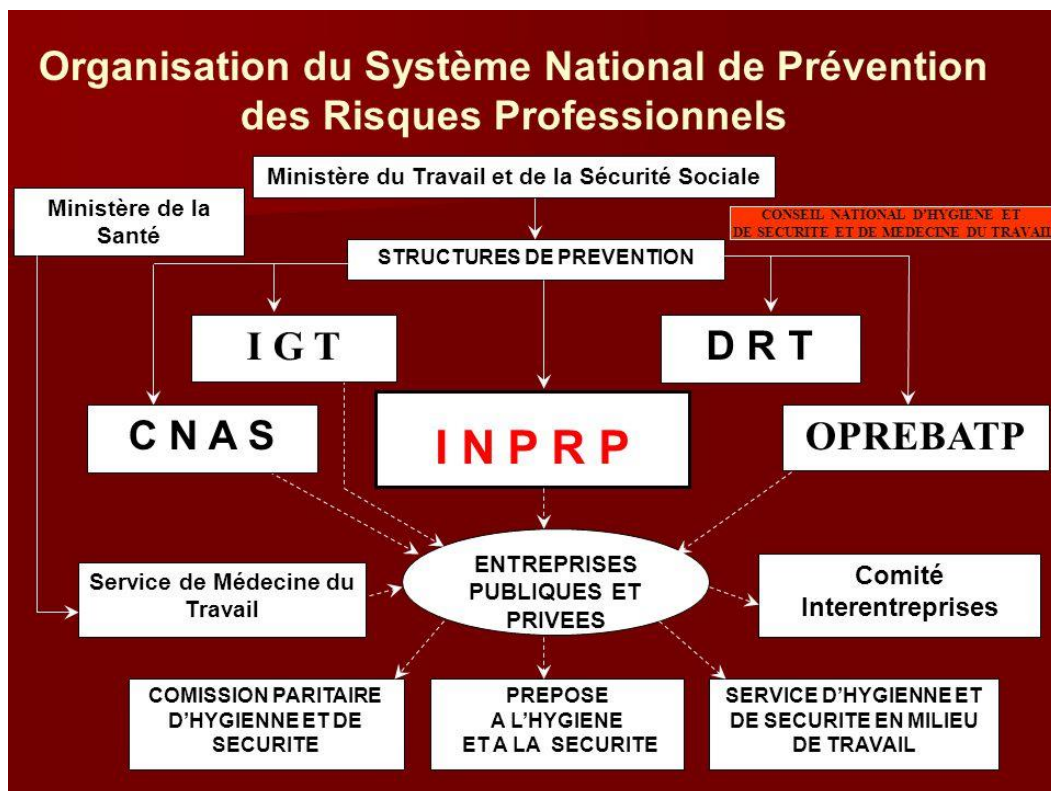


Figure VII.11 : Organisation de La prévention des accidents du travail

Parmi les principales fonctions du service de protection :

- Etudes, participation au comité d'hygiène et de sécurité.
- Exécution, mesures légales d'hygiène et de sécurité (code de travail, réalisations pratiques des suggestions et des études).
- Les mesures de prévention collective sont la suite logique de l'étude de sécurité. Les mesures de prévention collectives peuvent être classées en deux catégories distinctes
- Respect de la réglementation, la législation, les contrôles techniques.
- Les moyens techniques (protection des éléments de machines et mécanismes en mouvement).

Devant les dangers constatés dans l'exercice de certaines professions ou dans l'emploi de nouveaux produits, la législation a de plus en plus tendance à compléter la prévention collective par des moyens de protection individuelle.

- La protection des membres supérieurs est assurée par le port de gants, moufles, maniques, épaulières, doigtiers ;
- Protection des membres inférieurs.
- Protection des yeux.
- Protection du tronc.
- Protection de la tête.
- Protection des voies respiratoires.

L'équipement de protection est nécessaire lorsque les risques auxquels est exposé le personnel n'ont pu être éliminés ou supprimés à la source.

Cet équipement doit remplir les conditions suivantes :

- Correspondre au danger considéré.
- Être pratique et confortable.
- Être solide.

VII.3.5. Prévention sur les chantiers de terrassement :

VII.3.5.1. Évaluation des risques :

- Dans les fouilles de tranchées, même de faible profondeur, les risques d'éboulement peuvent provoquer l'effondrement de l'engin au bas du talus.
- En terrain très accidenté, les engins risquent de se renverser.
- Le danger de collision avec d'autres engins de chantier dans la même zone de travail est possible.
- Des obstacles cachés en creusant une tranchée, peuvent conduire à des catastrophes s'il s'agit de câbles électriques, de canalisations d'eau et surtout de gaz.
- Le contact direct avec une ligne électrique aérienne peut être dangereux.
- L'exposition quotidienne du conducteur aux vibrations transmises à l'ensemble du corps, le bruit permanent du moteur et des manœuvres de l'engin sont préjudiciables à sa santé, hors protection individuelle
- Nombreuses contraintes posturales dues au travail sur sol accidenté
- Le déplacement des engins sur chantier peut générer des risques de heurts avec les Travailleurs à pied ou le public.
- Des blessures peuvent être occasionnées au cours du changement sur le porte-engins de l'équipement de travail, par les godets ou les lames ou par les câbles ou les sangles d'arrimage, par la manutention lourde de patins de calage, de pièces détachées...
- Traumatismes suite à une chute lors de la descente de l'engin.
- Projection de corps étrangers dans les yeux du fait d'un environnement particulièrement poussiéreux.
- Travail aux intempéries (chaleur, froid, vent, givre, pluie)

VII.3.5.2. Protection collective :

Ergonomie de l'engin :

- Sécurisation de l'accès et de la cabine : marchepied antidérapant et échelle d'accès complétée par des poignées ou des mains courantes.
- Cabine insonorisée et climatisée.
- Poste de conduite ergonomique avec siège adapté.
- Entretien régulier de l'engin : les engins de terrassement doivent faire l'objet de vérifications annuelles consignées sur le registre de sécurité.

Sécurité du chantier :

- Entretien des pistes de circulation
- Signalisation temporaire et balisage du chantier.

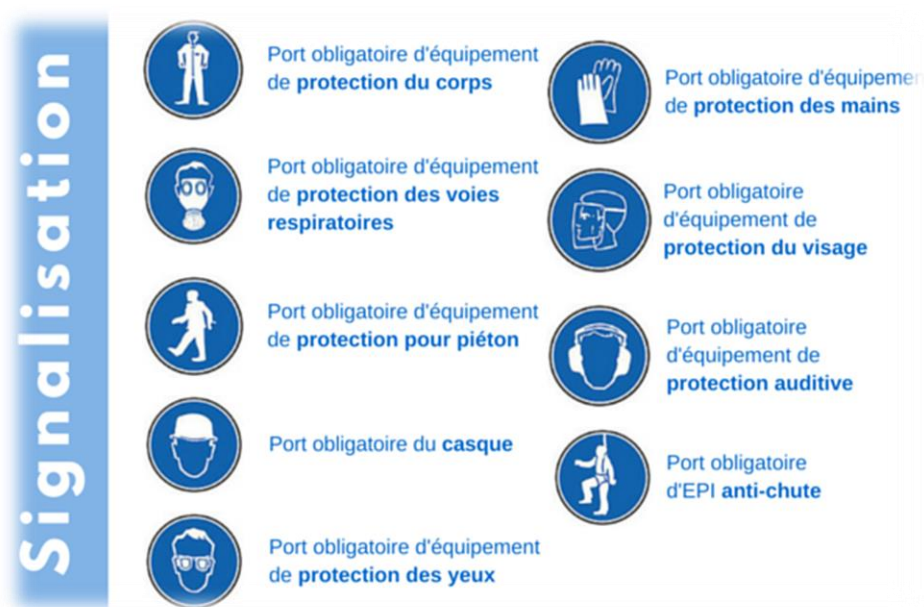


Figure VII.12 : Plaques de signalisation avec définition.

- Plan de circulation du chantier (engins, véhicules légers, piétons) : définition des zones d'évolution nécessaires à l'utilisation en sécurité de l'engin, règles de priorités vitesses autorisées, limitation des charges.
- Consignes de sécurité propres au chantier précisées aux conducteurs : cas particuliers des travaux réalisés à proximité d'une ligne électrique ou à proximité de réseaux enterrés : délimitation matérielle de la zone de sécurité par une signalisation appropriée ou l'installation de gabarits de protection.
- Adéquation de l'engin à son usage (exemple : pas d'emploi abusif d'une tractopelle comme grue).

Réglementations routières :

- Les engins doivent être acheminés sur le chantier à l'aide de porte-engins. Sur la remorque l'engin doit être immobilisé par des cales et arrimés par des câbles, et les équipements (godets ou lames) doivent être abaissés. Tout déplacement exige une reconnaissance préalable de l'itinéraire à suivre afin de s'assurer qu'aucun obstacle n'entravera le passage du porte-engin et de son chargement.
- Court déplacement sur route : Les chargeuses-pelleteuses peuvent circuler sur la route à condition de respecter les règles générales de circulation définies par le code de la route, de circuler à vitesse lente (moins de 25 km/h) et d'allumer les gyrophares. Il convient alors de vérifier que les verrous d'immobilisation des équipements sont bien en place.

La formation du conducteur :

Le Code du travail fait obligation de délivrer une autorisation de conduite au personnel pour tous les engins de chantier mobiles à conducteur porté : en effet, le chef d'établissement doit se conformer aux obligations en matière de contrôle de connaissances et savoir-faire du conducteur pour la conduite en sécurité.

VII.3.5.3. Protection individuelle :

- ✓ La conduite d'engins de chantier soumet les conducteurs à des vibrations qui, à la longue, peuvent provoquer des problèmes de dos. La récente réglementation impose de limiter l'exposition des travailleurs à ce type de vibrations. Des mesures de prévention peuvent permettre d'éviter des lombalgies qui sont reconnues comme maladies professionnelles. Afin de limiter leur apparition, de nombreuses mesures de prévention peuvent être mise en place : réduction des amplitudes vibratoires, choix du matériel et amélioration des conditions d'utilisation, port d'une ceinture de maintien lombaire.
- ✓ Le gilet de signalisation à haute visibilité de classe II fait partie des équipements de protection individuelle et doit être porté en permanence si le personnel travaille à proximité de la circulation routière.

**Figure VII.13 :** gilet de signalisation

- ✓ Gants de manutention pour les opérations de changement d'équipement.

**Figure VII.14 :** Gants de manutention

- ✓ Casque de chantier de protection de la tête.



Figure VII.15 : casque de protection de la tête.

- ✓ Protection auditive.



Figure VII.16 : casque de protection auditive.

- ✓ Chaussures ou bottes de sécurité.



Figure VII.17 : Botte de sécurité.

- ✓ Lunettes de sécurité.



Figure VII.18 : lunette de sécurité.

VII.4. Conclusion :

D'après ce chapitre on peut conclure que :

L'organisation de chantier est nécessaire avant le commencement des travaux, car l'étude estimative des volumes des travaux, nous permet d'établir une estimation du coût total du projet. D'autre part, elle définit aussi tous le matériel nécessaire à l'effectuation des travaux sur le chantier.

Les bonnes conditions du travail et la sécurité sur chantier joue un rôle capital dans le bon déroulement des travaux et la protection des ouvriers pour une bonne exécution des travaux de réalisation du projet.

Conclusion générale

L'assainissement occupe une place non négligeable dans la ville, compte tenu des volumes fluides pollués qui sont véhiculés au quotidien. Dans cette étude on a dimensionné le réseau d'assainissement de la commune d'El-Flaye en passant par plusieurs étapes qui nous ont paru nécessaire.

Premièrement on a commencé par la collecte des informations sur la région d'étude ensuite on a fait une étude hydrologique pour la détermination de l'intensité pluviale.

Deuxièmement on a procédé par la méthode SCS pour le calcul de la lame d'eau ruisselé dans la surface, cette dernière est utilisé pour le calcul du débit de pointe dans chaque surface élémentaire.

Troisièmement on a dimensionné hydraulique les canalisations d'assainissement en tenant compte des conditions réelles de l'écoulement, en outre on a trouvé nécessaire de faire un relevage des eaux usées dans zone basse situé au sud-ouest de la commune d'El-Flaye pour permettre le traitement d'épuration des eaux de la ville dans la STEP de Sidi Aich.

Enfin, la prise en compte de la qualité du milieu récepteur et les besoins de l'évacuation des ruissellements et des eaux usées d'origine domestique d'une part, et les conditions spécifiques à la région d'étude qui est parfois exceptionnelle d'autre part, conduisent à l'élaboration d'une stratégie d'assainissement optimal pour la ville.

Référence bibliographique :

BEAULIEU, CLAUDIE, OUARDA, TAHA B. M. J. et SEIDOU, OUSMANE, 2007. A review of homogenization techniques for climate data and their applicability to precipitation series. In : *Hydrological Sciences Journal*. 1 février 2007. Vol. 52, n° 1, p. 18-37. DOI 10.1623/hysj.52.1.18.

BOURRIER, Régis, 2008. *Les réseaux d'assainissement - calculs, applications, perspectives (5e éd.)*. S.l. : Lavoisier. ISBN 978-2-7430-1871-9.

CARLIER, Michel, 1972. *Hydraulique générale et appliqué*. Eyrolles. S.l. : s.n. ISBN 0399-4198.

CERIB, FIB et CIMMBÉTON, 2004. *Assainissement collectif Conception et réalisation*. S.l. : s.n. Collection technique Cimbéton.

CIE, [sans date]. L'assainissement de l'eau : fonctionnement du réseau d'assainissement des eaux usées. In : *Centre d'Information sur l'eau* [en ligne]. [Consulté le 6 juillet 2019]. Disponible à l'adresse : <https://www.cieau.com/le-metier-de-leau/ressource-en-eau-eau-potable-eaux-usees/assainissement-eau-usees/>.

CRONSHEY, Roger, 1986. *Urban_Hydrology_Small_Watersheds_tr55.pdf*. juin 1986. S.l. : U.S. Dept. of Agriculture, Soil Conservation Service, Engineering Division.

CRTIB, 2002. *La NORME EN 1916 : Tuyaux et pièces complémentaires en béton non armé, béton de fibres métalliques et béton armé pour canalisations et chenaux de collecte des eaux usées*. 16 juin 2002. S.l. : s.n.

LAPLACE, Cyril, 2016. Système séparatif. In : *SAGYRC, Syndicat Intercommunal du Bassin de l'Yzeron* [en ligne]. 9 août 2016. [Consulté le 28 juin 2019]. Disponible à l'adresse : <https://www.riviere-yzeron.fr/glossaire/systeme-separatif/>.

MEYLAN, Paul, FAVRE, Anne-Catherine et MUSY, André, 2008. *Hydrologie fréquentielle: une science prédictive*. S.l. : PPUR presses polytechniques. ISBN 978-2-88074-797-8.

MISHRA, Surendra Kumar et SINGH, Vijay P., 2003. *Soil Conservation Service Curve Number (SCS-CN) Methodology* [en ligne]. Dordrecht : Springer Netherlands.. Water Science and Technology Library. ISBN 978-90-481-6225-3. Disponible à l'adresse : <http://link.springer.com/10.1007/978-94-017-0147-1>.

MONFRONT, Lionel, 2009. *Dimensionner les canalisations d'assainissement pour assurer leur performance hydraulique*. S.l. : s.n. CERIB.

MOREL, Michel A, 1994. *Exercice de mécanique des fluides turbomachines-construction graphiques phénomènes transitoires*. Eyrolles. S.l. : s.n. ISBN 2-212-02309-X.

MUSY, André, HIGY, Christophe et REYNARD, Emmanuel, 2014. *Hydrologie 1 - Une science de la nature. Une gestion sociétale*. 2e édition. S.l. : PPUR presses polytechniques. Science et ingénierie de l'environnement. ISBN 978-2-88915-026-7.

OMM, 2017. *Glossaire météorologique Eumtecal*. S.l. : s.n.

SALAH, Boualem, 2014. *Assainissement des eaux usées et pluviales des agglomérations*. 2014. S.l. : s.n.

SCHMITT, Theo G., THOMAS, Martin et ETTRICH, Norman, 2004. Analysis and modeling of flooding in urban drainage systems. In : *Journal of Hydrology*. 1 décembre 2004. Vol. 299, n° 3, p. 300-311. DOI 10.1016/j.jhydrol.2004.08.012.

TOUAIBIA, Bénina, 2004. *Manuel Pratique d'hydrologie*. S.l. : s.n. ISBN 9947-0-0367-1.

Annexe

Annexe 1

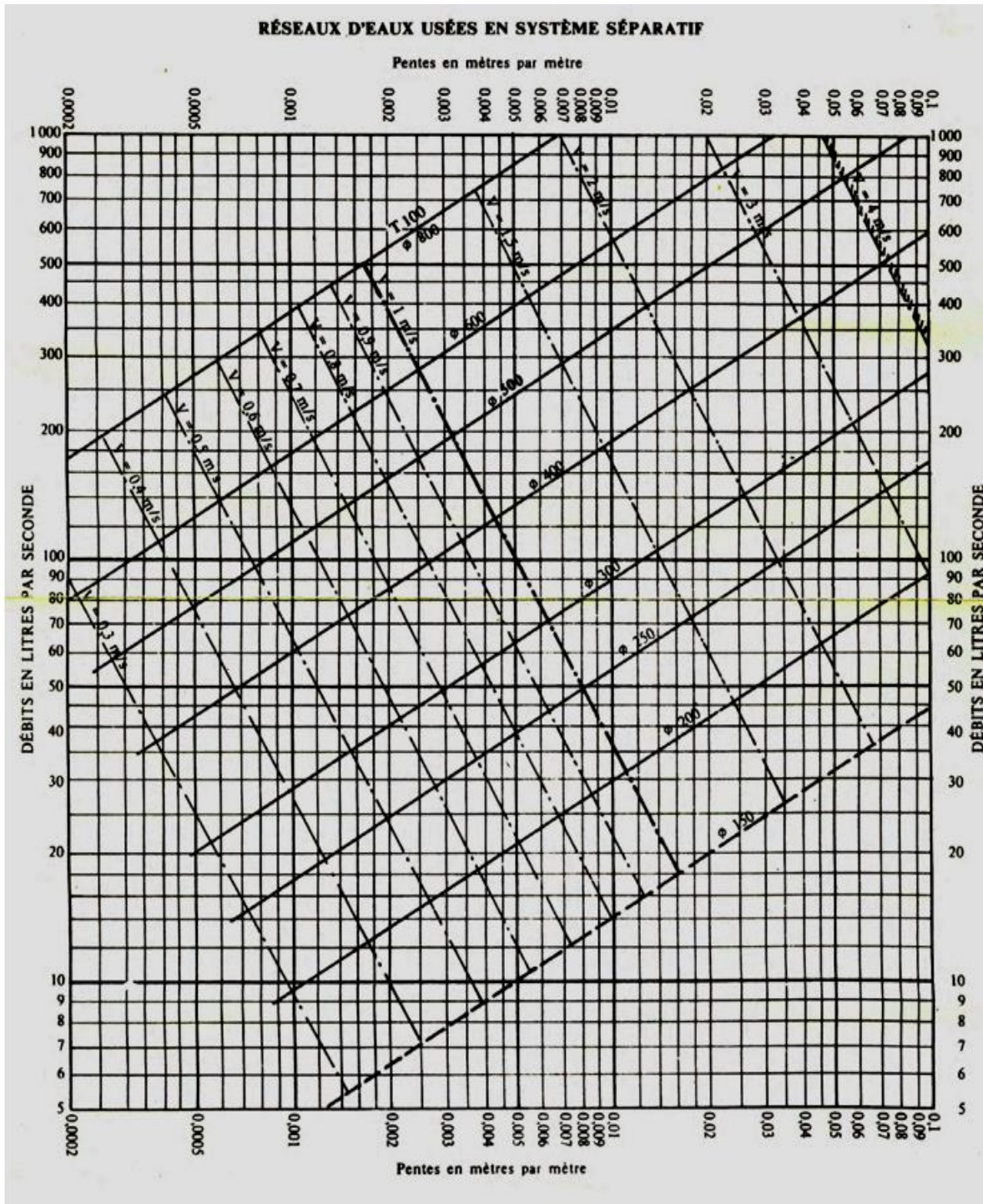
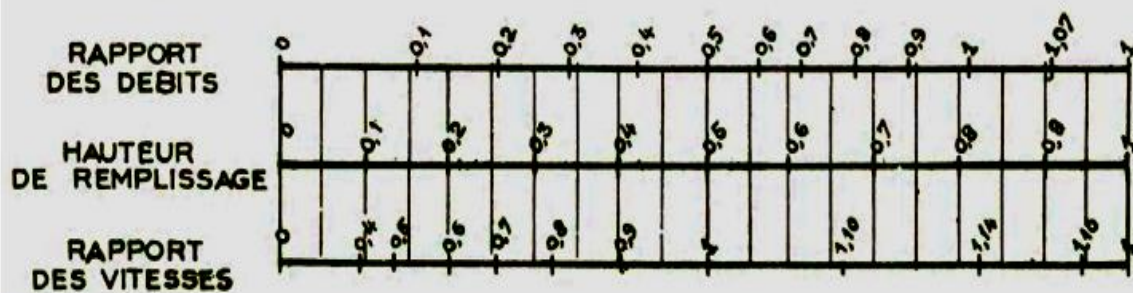


Figure 1: Abaque de variation des diamètres et des vitesses en fonction de débit et de la pente (D'après la formule de Bazin)

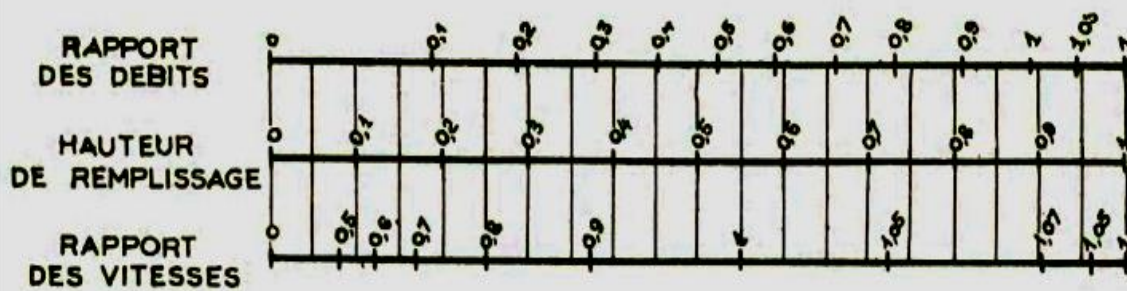
Annexe 2

VARIATIONS DES DÉBITS ET DES VITESSES
EN FONCTION DE LA HAUTEUR DE REMPLISSAGE
(d'après la formule de Bazin)

a) Ouvrages circulaires



b) Ouvrages ovoïdes normalisés



Exemple - Pour un ouvrage circulaire rempli aux 3/10, le débit est les 2/10 du débit à pleine section et la vitesse de l'eau est les 78/100 de la vitesse correspondant au débit à pleine section

Figure 2 : Abaque de variation des débits et des vitesses en fonction de la hauteur de remplissage (D'après la formule de Bazin)

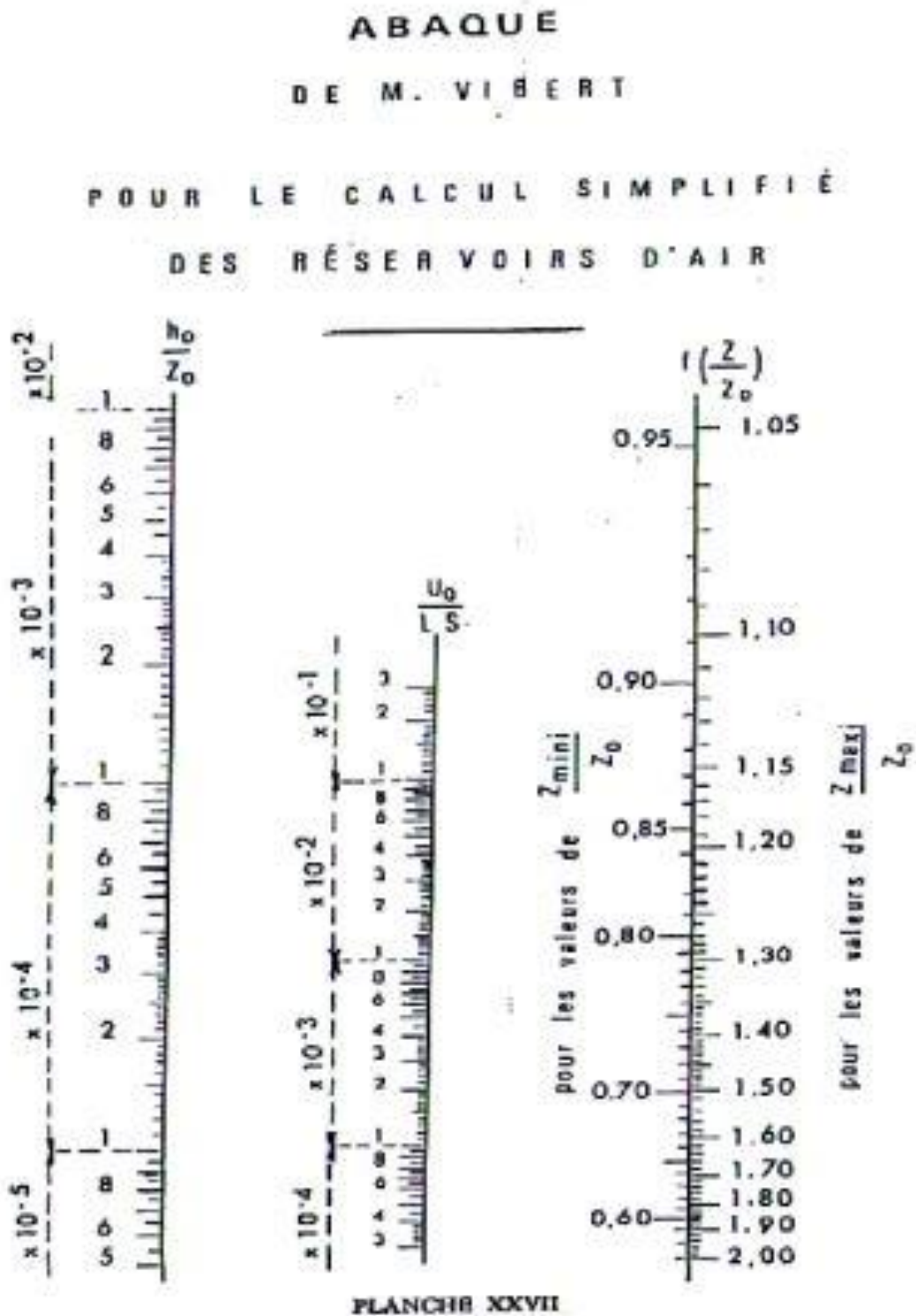


Figure 3 : Abaque de Vibert pour le dimensionnement d'anti bélièr

Annexe 4

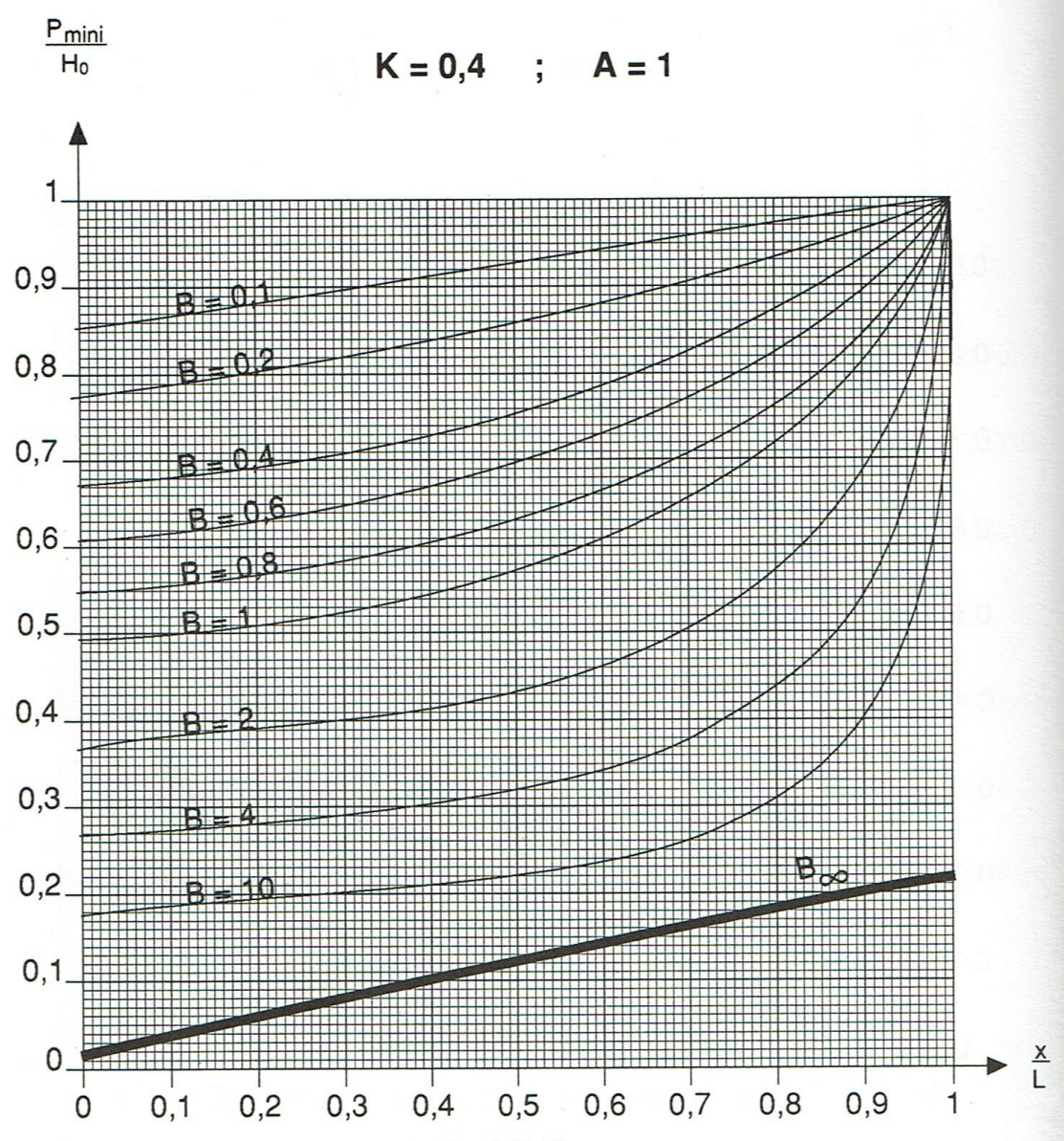


Fig. A III.15

Figure 4 : abaque de Puech et Meunier pour la protection de la conduite avec un Ballon

Annexe 5

**Tableau M.2 — Classes de charge et épaisseur minimale des parois
pour le type d'action exercée M
Recouvrement de terre h = 0,5 m – 5,0 m, Charge mobile poids lourd 60 (SLW 60)**

Colonne	1	2	3	4	5			6
Diamètre nominal	Épaisseur minimale des parois	Type d'action exercée	Recouvrement de terre	Correspondant à la valeur de dimensionnement de l'action exercée	Tuyau en béton armé EN 1916 & DNA EN 1916 avec armature acier déterminée par calcul statique et dimensionnée			Tuyau en béton armé EN 1916 avec armature minimale non dimensionnée
DN	s [mm]		h [m]	Classe de charge LC _{Ed} (kN/m)	Classe de charge LC (kN/m)	Armature Circul. Minimale dimensionnée (cm ² /m)	Armature Longét. Minimale dimensionnée (cm ² /sect.tuy.)	Série (kN/m)
DN 300	70	moyen	0,5 – 5,0	187	300	2,4	2,9	S 400 A
DN 400	70	moyen	0,5 – 5,0	137	200	2,6	2,9	S 300 A
DN 500	75	moyen	0,5 – 5,0	129	200	3,7	2,9	S 300 A
DN 600	80	moyen	0,5 – 5,0	126	200	4,7	2,9	S 300 A
DN 700	90	moyen	0,5 – 5,0	122	200	6,0	2,9	S 300 A
DN 800	100	moyen	0,5 – 5,0	118	200	7,1	2,9	S 300 A
DN 900	115	moyen	0,5 – 5,0	114	200	7,8	4,0	S 250 A
DN 1000	120	moyen	0,5 – 5,0	112	165	5,7 / 3,3	4,0 / 4,0	S 250 A
DN 1100	125	moyen	0,5 – 5,0	108	165	6,3 / 3,7	4,0 / 4,0	S 250 A
DN 1200	135	moyen	0,5 – 5,0	105	165	6,7 / 4,9	4,0 / 4,0	S 250 A
DN 1300	150	moyen	0,5 – 5,0	105	165	6,7 / 3,9	4,0 / 4,0	S 250 A
DN 1400	160	moyen	0,5 – 5,0	84	135	5,7 / 3,4	4,0 / 4,0	S 200 A
DN 1500	170	moyen	0,5 – 5,0	83	135	6,0 / 3,6	4,0 / 4,0	S 200 A
DN 1600	170	moyen	0,5 – 5,0	81	135	7,1 / 4,2	4,0 / 4,0	S 200 A
DN 1800	180	moyen	0,5 – 5,0	78	120	7,1 / 4,2	6,0 / 6,0	S 175 A
DN 2000	200	moyen	0,5 – 5,0	75	110	7,1 / 4,2	6,0 / 6,0	S 165 A
DN 2200	220	moyen	0,5 – 5,0	73	110	7,6 / 4,4	6,0 / 6,0	S 165 A
DN 2400	240	moyen	0,5 – 5,0	72	110	8,1 / 4,7	12,0 / 12,0	S 165 A
DN 2500	250	moyen	0,5 – 5,0	71	110	8,7 / 5,1	12,0 / 12,0	S 165 A
DN 2600	260	moyen	0,5 – 5,0	70	110	8,7 / 5,1	12,0 / 12,0	S 165 A
DN 2800	280	moyen	0,5 – 5,0	69	110	9,3 / 5,6	12,0 / 12,0	S 165 A
DN 3000	300	moyen	0,5 – 5,0	68	100	9,2 / 6,3	12,0 / 12,0	S 150 A

Figure 5 : Classes de charges et épaisseur minimale de parois pour le béton type 2 dans la colonne 5

Table 2-2a Runoff curve numbers for urban areas ^{1/}

Cover type and hydrologic condition	Cover description	Average percent impervious area ^{2/}	Curve numbers for hydrologic soil group			
			A	B	C	D
Fully developed urban areas (vegetation established)						
Open space (lawns, parks, golf courses, cemeteries, etc.) ^{3/} :						
Poor condition (grass cover < 50%)			68	79	86	89
Fair condition (grass cover 50% to 75%)			49	69	79	84
Good condition (grass cover > 75%)			39	61	74	80
Impervious areas:						
Paved parking lots, roofs, driveways, etc. (excluding right-of-way)			98	98	98	98
Streets and roads:						
Paved, curbs and storm sewers (excluding right-of-way)			98	98	98	98
Paved, open ditches (including right-of-way)			83	89	92	93
Gravel (including right-of-way)			76	85	89	91
Dirt (including right-of-way)			72	82	87	89
Western desert urban areas:						
Natural desert landscaping (pervious areas only) ^{4/}			63	77	85	88
Artificial desert landscaping (impervious weed barrier, desert shrub with 1- to 2-inch sand or gravel mulch and basin borders)			96	96	96	96
Urban districts:						
Commercial and business		85	89	92	94	95
Industrial		72	81	88	91	93
Residential districts by average lot size:						
1/8 acre or less (town houses)		65	77	85	90	92
1/4 acre		38	61	75	83	87
1/3 acre		30	57	72	81	86
1/2 acre		25	54	70	80	85
1 acre		20	51	68	79	84
2 acres		12	46	65	77	82
Developing urban areas						
Newly graded areas (pervious areas only, no vegetation) ^{5/}			77	86	91	94

Idle lands (CN's are determined using cover types similar to those in table 2-2c).

Figure 6 : Tableau des Curve Numbers pour une zone urbaine et en fonction du groupe de sol hydrologique