

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 : Conception des systèmes d'assainissement

THEME :

**Dimensionnement du réseau d'assainissement du parc industriel
OULED SABER (W.Sétif)**

Présenté Par :

M^r MERABET KHALED

Devant les membres du jury

Nom et Prénoms	Grade	Qualité
M ^{me} : H.MEDDI	M.C.A	Présidente
M ^{me} : S.HOULI	M.A.A	Examinatrice
M ^r : A.HACHEMI	M.C.B	Examineur
M ^{me} : C.SALHI	M.A.A	Examinatrice
M ^{me} : F.DERNOUNI	M.A.A	Promotrice

Juin- 2018

Dédicace

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

Ma mère Akila

Mon père Abd El Hak

Pour tous les sacrifices et leur soutien moral et matériel dont ils ont fait preuve pour que je réussisse.

Je le dédie également à

Mon frère et mes sœurs qui seront toujours présent dans mes pensées

Mes chers amis et tous les étudiants de l'ENSH

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

Khaled Merabet

Remerciements

Au terme de cette modeste étude, je tiens à exprimer ma profonde gratitude et mes vifs remerciements à Mme DERNOUNI.F (ma promotrice) pour l'aide précieuse, qu'ils m'ont apporté durant l'élaboration, merci d'être toujours à mes cotes.

Je remercie également tous mes professeurs qui ont contribué à ma formation, le personnel de la bibliothèque et toute la famille de l'E.N.S.H.

Aussi, je me permets d'exprimer tout mon respect aux membres de jury qui me feront l'honneur d'apprécier notre travail.

Enfin, je ne saurais pas oublier de remercier tous mes amis qui m'ont été d'un soutien que soit moral ou matériel, et qui ont contribué de près ou de loin à m'aider.

Merci

Merabet Khaled

ملخص

تعتبر ولاية سطيف مركزا اقتصاديا وتجاريا كبيرا خلال السنوات الأخيرة، مما أدى إلى إنشاء مناطق صناعية وتجارية عديدة من أهمها المنطقة الصناعية الجديدة بأولاد صابر، تعتبر واحدة من أكبر المشاريع الاقتصادية في الولاية. في هذه الدراسة سنقوم بوضع تصميم فعال لشبكة صرف المياه عن طريق نظام منفصل الذي يضخ المياه القذرة إلى محطة التطهير بالإضافة إلى إخلاء الفائض من مياه الأمطار إلى الأودية، من أجل لتأمين النقل السريع للمياه الملوثة إلى خارج المنطقة.

Résumé

Récemment, La wilaya de Sétif est devenue un important centre économique, ce qui se traduit par la création de nombreuses zones industrielles et commerciales. Notre travail concerne la nouvelle zone industrielle d'Ouled Saber. A ce jour, cette zone est connue comme étant la plus importante et se traduit par l'un des plus grands projets économiques de la wilaya. Dans cette étude nous tâcherons de dimensionner un réseau d'assainissement efficace par l'implantation d'un système séparatif qui refoulera les eaux usées vers la step et se chargera d'évacuer les eaux pluviales vers les oueds existant, pour assurer le transfert rapide de l'eau polluée en dehors de cette zone.

Summary

The wilaya of Setif has recently become an important economic and commercial center which resulted in the creation of many industrial and commercial areas like Ouled Sabor; one of the most important economic projects of the wilaya. In this study, we will try to size an effective sanitation network by the implementation of a separation system that will reprocess the wastewater to the step and will be responsible for evacuating the rainwater to the existing valley, to ensure the rapid transfer of polluted water outside this area.

Introduction générale

Chapitre I : Présentation de la zone d'étude

Introduction	02
I-1 Présentation de la commune d'Ouled Saber	02
I-2 Situation géographique d la zone d'étude	03
I-2-1 Dessertes et accessibilités	04
I-3 Situation climatique	04
I-3-1 Climat	04
I-3-2 Humidité relative	05
I-3-3 La pluviométrie	05
I-4 Situation topographique	05
I-5 Sismicité	06
I-6 Situation géologique	06
I-7 Situation hydraulique	06
Conclusion	06

Chapitre II : Etude hydrologique

Introduction	07
II-1 Choix de la période de retour	07
II-2 Détermination de l'intensité moyenne de précipitation	07
II-2-1 Analyse des données pluviométriques et choix du type de la loi d'ajustement	08
II-3 Choix de la loi d'ajustement	10
II-3-1 Ajustement de la série pluviométrique à la loi de Gumbel	10
II-3-2 Ajustement de la série pluviométrique à la loi de Gumbel (logiciel hyfran)	12
II-3-3 Ajustement de la série pluviométrique à la loi de Galton	13
II-3-4 Ajustement de la série pluviométrique à la loi de Galton (logiciel hyfran)	13
II-4 L'intensité de pluie pour les deux méthodes	14
II-5 Le teste d'adéquation (Khi 2)	15
Conclusion	15

Chapitre III : Calcul de Base

Introduction	16
III-1 Découpage de l'aire d'étude en sous bassins	16
III-1-1 Définition	16

III-1-2 Choix de la limite des sous bassins	16
III-2 Systèmes d'assainissement	16
III-3 Choix du système d'évacuation	19
III-4 Schémas d'évacuation	19
III-4-1 Schéma perpendiculaire	19
III-4-2 schéma par déplacement latéral	20
III-4-3 schéma de collecteur par zones étagées	20
III-4-4 schéma radial	20
III-4-5 schéma à collecte transversale oblique	21
III-5 Choix du schéma du réseau d'évacuation	21
III-6 Principe du tracé du réseau	22
III-7 Evaluation du coefficient de ruissellement	22
III-8 Coefficient de ruissellement pondéré	25
Conclusion	25

Chapitre IV : Evaluation des débits à évacuer

Introduction	26
IV-1 Evaluation des débits d'eaux usées	26
IV-1-1 Généralités	26
IV-1-2 Nature des eaux usées à évacuer	26
IV-1-3 Evaluation de la quantité d'eaux usées à évacuer	27
IV-1-4 Estimation des débits des eaux usées domestique	27
IV-2 Evaluation des débits d'eaux pluviales	30
IV-2-1 La méthode rationnelle	30
IV-2-2 La méthode superficielle (méthode de Caquot)	32
IV-3 Choix de la méthode	33
Conclusion	34

Chapitre V : Calcul Hydraulique

Introduction	35
V-1 Conditions d'écoulement et de dimensionnement	35
V-1-1 Mode de calcul	35
V-2 Dimensionnement du réseau d'assainissement	38
Conclusion	39

Chapitre VI : Ouvrages et éléments du réseau d'égout

Introduction	40
VI-1 Les ouvrages principaux	40
VI-1-1 Canalisation	40
VI-1-1-1 Type de canalisations	40
VI-1-1-2 Choix du type de canalisations	41
VI-1-2 Les Joints	42

VI-1-2-1 Les joints des conduites en béton armé	42
VI-1-3 Différentes actions supportées par la conduite	43
VI-1-4 Protection des conduites en béton armé	43
VI-1-5 Essais des tuyaux préfabriqués	44
VI-2 Les ouvrages annexes	45
VI-2-1 Les branchements	45
VI-2-2 Les caniveaux	46
VI-2-3 Les bouches d'égout	46
VI-2-4 Regards	46
VI-2-4-1 Dimensionnement des regards des chutes	47
VI-2-4-2 Emplacement des regards	48
VI-3 Bassin de stockage des eaux pluviales	48
VI-3-1 Bassins : rétention et stockage d'eau, défense incendie	49
VI-3-2 Types de bassins et disposition d'ensemble	49
VI-3-3 Dimensionnement du bassin de rétention	50
VI-3-3-1 Méthode des pluies	50
VI-3-3-2 Méthode des volumes	51
VI-3-3-3 Le calcul de bassin de retenue des eaux pluviales	52
VI-4 Déversoirs d'orage	55
VI-4-1 Types des déversoirs	56
VI-4-1-1 Ouvrages ne possédant pas de seuil	56
VI-4-1-2 Ouvrages à seuil(s)	58
VI-4-2 Dimensionnement des déversoirs d'orages	60
VI-4-3 Les grilles et les dégrilleurs	63
VI-5 Station de refoulement	64
VI-5-1 Dimensionnement de la station de refoulement SR2	65
VI-5-2 Dimensionnement de la station de refoulement SR1	72
Conclusion	73

Chapitre VII : Organisation de chantier

Introduction	74
VII-1 Exécution des travaux	74
VII-1-1 Manutention et stockage des conduites	75
VII.1.2 Décapage de la couche de terre végétale	75
VII.1.3 Exécution des tranchées et des fouilles pour les regards	76
VII.1.4 Emplacement des jalons des piquets	76
VII.1.5 Aménagement du lit de pose	77
VII.1.6 La mie en place des canalisations en tranches	77
VII.1.7 Assemblage des tuyaux	78
VII.1.8 Essais d'étanchéité pour les conduites et les joints	79
VII.1.9 Construction des regards	79
VII-2 Planification des travaux	80
VII-3 Les principales opérations a exécuté	82

VII.4 Choix des engins	83
VII.5 Devis quantitatif et estimatif	86
Conclusion	88
 Chapitre VIII : Entretien et gestion du réseau d'assainissement	
Introduction	89
VIII-1 Gestion des systèmes d'assainissement	89
VIII-2 Les travaux de gestionnaire	89
VIII-3 Travaux spécifiques	91
VIII-3-1 Désodorisation	91
VIII-3-2 Détection des eaux parasites	91
VIII-3-3 Réhabilitation des réseaux	91
VIII-4 L'exploitation du réseau	93
VIII-4-1 Objectifs de l'exploitation	93
VIII-4-2 Les taches de l'exploitant	93
VIII.4.3 Techniques d'exploitation des réseaux	94
Conclusion	97
Conclusion générale	
Bibliographie	
Annexes	

Liste des tableaux

Chapitre I :

Tableau (I-1) Humidité relative dans la zone d'étude en pourcentage.....	05
Tableau (I-2) Répartition mensuelle moyenne interannuelle des précipitations (1998-2012).....	05

Chapitre II :

Tableau (II-1) Coordonnées de la station pluviométrie de Fermatou.....	08
Tableau (II-2) La série pluviométrie de (1983 à 2013).....	09
Tableau (II-3) Ajustement de la série pluviométrique à la loi de Gumbel (méthode de vraisemblance).....	13
Tableau (II-3) Ajustement de la série pluviométrique à la loi de Galton.....	14
Tableau (II-5) Les résultats de test d'adéquation (χ^2).....	15

Chapitre III :

Tableau (III-1) Coefficient de ruissellement pour différentes densités de population.....	23
Tableau (III-2) Valeur du coefficient de ruissellement suivant le type de surface.....	23
Tableau (III-3) Coefficients de ruissellement de certaines surfaces.....	23
Tableau (III-4) Détermination du coefficient de ruissellement Pour chaque sous bassin.....	24

Chapitre IV :

Tableau (IV-1) Les besoins en eau de chaque activité.....	28
Tableau (IV-2) Evaluation des débits d'eaux usées pour chaque sous bassin.....	29
Tableau (IV-3) Évaluation des débits pluviaux pour chaque sous bassin.....	33

Chapitre V :

Tableau (V-1) Coefficient de Manning-Strickler en fonction de la nature des parois.....	38
---	----

Chapitre VI :

Tableau (VI-1) Les dimensions des regards des chuts.....	47
Tableau (VI-2) Les dimensions des regards des chuts (suite).....	48
Tableau (VI-3) Tableau recapitulatif des résultats des deux bassins de retenues.....	55
Tableau (VI-4) La HMT en fonction du diamètre.....	66
Tableau (VI-5) Frais d'exploitation en fonction du diamètre.....	68
Tableau (VI-6) Frais d'amortissement en fonction du diamètre.....	68
Tableau (VI-7) Bilan des couts en fonction des diamètres.....	69
Tableau (VI-8) Résultat de pompes du logiciel KSB.....	70

Chapitre VII :

Tableau (VII-1) Les paramètres de la méthode C.P.M.....	82
Tableau (VII-2) détermination des délais.....	83
Tableau (VII-3) Détermination du devis quantitatif et estimatif du projet.....	87

Liste des figures

Chapitre I :

Figure (I-1) Commune limitrophe d'Ouled Saber.....	2
Figure (I-2) Situation de la commune d'Ouled Saber	3
Figure (I-3) Carte délimitant la zone d'étude	4

Chapitre II :

Figure (II-1) Ajustement de la série pluviométrique à la loi de Gumbel (méthode de maximum vraisemblance).....	12
Figure (II-3) Ajustement de la série pluviométrique à la loi de Galton.....	13

Chapitre III :

Figure (III-1) schéma explicatif du système unitaire.....	17
Figure (III-2) schéma explicatif du système séparatif.....	18
Figure (III-3) schéma explicatif du système pseudo séparatif.....	18
Figure (III-4) schéma explicatif du Schéma perpendiculaire.....	20
Figure (III-5) schéma explicatif du Schéma par déplacement latéral.....	20
Figure (III-6) schéma explicatif du Schéma par zone étagées.....	20
Figure (III-7) schéma explicatif du Schéma radial.....	21
Figure (III-8) schéma explicatif du Schéma à collecte transversale oblique	21

Chapitre VI :

Figure (VI-1) joint rocla.....	42
Figure (VI-2) Joint à Collet.....	42
Figure (VI-3) Joint à demi-emboîtement.....	43
Figure (VI-4) Exemple d'un branchement simple.....	45
Figure (VI-5) Graphe de la hauteur d'eau par rapport au temps.....	51
Figure (VI-6) Exemple d'un ouvrage type "trou dans le mur".....	56
Figure (VI-7) Exemple de déversoir à trou dans le mur.....	57
Figure (VI-8) Exemple de déversoir leaping weir.....	57
Figure (VI-9) Exemple de déversoir latéral à seuil simple.....	58
Figure (VI-10) Exemple de déversoir à seuil double.....	58
Figure (VI-11) Déversoir à seuil latéral pur, vue de dessus.....	59
Figure (VI-12) Déversoir à seuil frontal pur.....	59
Figure (VI-13) Exemples de déversoir frontal.....	60
Figure (VI-14) Choix du diamètre économique.....	69

Chapitre VII :

Figure (VII-1) Coupe transversale d'une tranchée.....	77
Figure (VII-2) Pose de la canalisation.....	78
Figure (VII-3) assemblage des tuyaux en P.V.C.....	79
Figure (VII-4) Bulldozer.....	84
Figure (VII-5) Niveleuses.....	84
Figure (VII-6) Pelle équipée en rétro.....	85
Figure (VII-7) Chargeur.....	86
Figure (VII-8) Rétro chargeur.....	86

Liste des planches

Planche N°1 : Plan de masse avec réseau d'assainissement projeté du parc industriel OULED SABER (W.SETIF)

Planche N°2 : Profil en long du collecteur principal des eaux pluviales de (R1-R51) du parc industriel OULED SABER (W.SETIF)

Planche N°3 : Profil en long du collecteur principal des eaux usées de (R175-R230) du parc industriel OULED SABER (W.SETIF)

Planche N°4 : Plan d'encombrement et dimensions de la station de refoulement S.R2

Planche N°5 : Eléments constitutifs du réseau d'égout du parc industriel OULED SABER (W.SETIF)

Liste des annexes

Annexe N°1 : Tableaux du calcul hydraulique.

Annexe N°2 : Evaluation de la capacité spécifique de stockage des bassins de retenue.

Annexe N°3 : Variation des débits et des vitesses en fonction de la hauteur de remplissage.

Annexe N°4 : Réseaux pluviaux en système unitaire ou séparatif (canalisation circulaire – formule de Bazin)

Annexe N°5 : Fiche technique de la pompe

Introduction générale

L'assainissement des agglomérations est une technique qui consiste à évacuer par voie hydraulique l'ensemble des eaux pluviales et usées le plus rapidement possible et sans stagnation dans des conditions satisfaisantes pour la santé publique et l'environnement.

L'objectif de ce mémoire concerne l'évacuation des rejets du parc industriel d'Ouled Saber connu comme étant l'un des plus importants projets économiques de la wilaya de Sétif.

En effet, cette zone, (longeant l'autoroute Est-Ouest), étant en pleine extension et vue la qualité des eaux à évacuer ; demande une évacuation et un traitement rapide des ces eaux.

La collecte de toutes les eaux usées et pluviales doit se faire à travers des réseaux d'évacuation correctement dimensionnés afin d'éviter tout risque de rejet des eaux usées dans le milieu naturel et tout risque d'inondation de la dite zone.

Dans cette zone la contrainte du terrain et les grands débits, demande le dimensionnement de certains ouvrages spéciaux, (déversoirs d'orages et regards de chute).

Dans le souci de la mobilisation des eaux et pour l'entretien de ce parc industriel, le choix du système d'évacuation doit être judicieux pour permettre la projection de bassins de retenue d'eaux pluviale.

Notre étude consiste à projeter un réseau d'assainissement dans cette zone, et d'effectuer des opérations qui permettent de conserver le potentiel du système d'évacuation, aussi d'assurer la maintenance, l'entretien et la bonne exploitation des réseaux et des installations d'assainissement pour une pérennité des ouvrages et une durée de vie prolongée du réseau d'assainissement.

Chapitre I

Présentation de la zone d'étude

Introduction

Avant tout projet d'assainissement, l'étude du site est nécessaire pour connaître les caractéristiques physiques du lieu et les facteurs influençables sur la conception d'un projet.

La présentation de la zone d'étude est une phase prépondérante qui consiste à la description du site des points de vue géologiques, hydrologiques, démographiques, climatiques et hydrauliques.

La collecte complète des données fiables est donc nécessaire pour mener à bien le projet.

I.1 Présentation de la commune d'Ouled Saber

La commune d'Ouled Saber se trouve dans la région des hauts plateaux Sétif. Elle est Située à 7 Km à l'est du chef-lieu de la Wilaya de Sétif, elle dépend administrativement au Daïra de Guedjal.

Ouled Sabor occupe une assiette foncière de l'ordre 11970 hectares, elle est délimitée comme suit :

- Au Nord par la commune de Beni Fouda.
- A l'Ouest par la commune de Sétif.
- A l'Est par la commune d'El Elema et El Guelta Zarega.
- Au sud les communes de Guedjal.

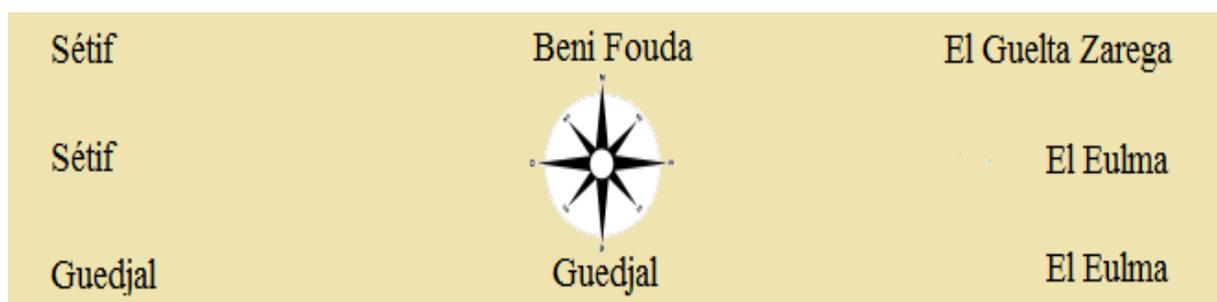


Figure I-1 Commune limitrophe d'Ouled Saber



Source : Google map

Figure I-2 Situation de la commune d'Ouled Saber

I.2 situation géographique de la zone d'étude

La zone d'étude se situe en niveau de la commune d'Ouled Saber, wilaya de Sétif.

La superficie de l'aire d'étude est d'environ 700 Ha.

Les deux parcelles réservées à ce projet est située dans la zone de l'agroalimentaire et portant les numéros 18 et 17. Elle est délimitée par :

- **Au Nord** : Propriété privée.
- **Au Sud** : Autoroute Est Ouest.
- **A l'Est** : Propriété privée et cimetière.
- **A l'Ouest** : Propriété privée et école de gendarmerie.



Source : Google earth

Figure I-3 Carte délimitant la zone d'étude

I.2.1 Dessertes et accessibilités

- A proximité de l'autoroute Est-Ouest.
- A proximité des routes nationales.
- A proximité de la voie ferrée.
- 10km de la ville de Sétif. 15km d'Eulma.
- 15km de l'aéroport de Sétif.
- 100km du port de Bejaia et 120km du port de Djen Djen.

I.3 Situation climatique

I.3.1 Climat

Cette région est caractérisée par un climat continental semi-aride avec des étés chauds et des hivers rigoureux. La saison chaude est sèche, elle s'étale du mois d'avril au mois de septembre, suivi d'une saison froide de novembre à mars.

I.3.2 Humidité relative

L'humidité relative ou état hydrométrique (exprime en %) est le rapport de la tension de vapeur à la tension maximale, la moyenne mensuelle de l'humidité relative est de 70% à Sétif.

L'humidité relative est exprimée dans les tableaux ci-dessous, elle est donnée par deux valeurs la première représente la valeur moyenne obtenue par la variation journalière dans trois moments de la journée : 7 h 13 h et 19 h, la deuxième valeur correspondante aux moyennes d'après ONM (Office National de la Météorologie).

Tableau I-1 Humidité relative dans la zone d'étude en pourcentage (1998-2012)

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aout	Sep	Oct	Nov	Dec
Moy(%)	75	71	63	54	55	47	38	38	51	62	72	77
Moy (ONM) (%)	76	76	72	66	61	50	39	41	55	66	75	79

Source : PDAU d'Ouled Saber

I.3.3 La pluviométrie

Les précipitations moyennes interannuelles sont exprimées sous forme de lame de pluies, cette dernière est estimée à 400 mm (Carte pluviométrique de l'Algérie du Nord par l'agence Nationale des Ressources Hydraulique ANRH).

Tableau I-2 Répartition mensuelle moyenne interannuelle des précipitations (1998-2012)

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aout	Sep	Oct	Nov	Dec
P_{moy} (mm)	52.3	44.3	51.4	35.6	21.7	7.9	2.2	7.4	21.5	45.4	48.7	68.7
%	12,85	10,88	12,63	8,74	5,33	1,94	0,54	1,82	5,28	11,15	11,96	16,88

Source : PDAU d'Ouled Saber

I.4 Situation topographique

La topographie du terrain joue un rôle primordial dans le choix et la conception du système d'évacuation, vu que l'évacuation se fait gravitairement dans la plupart des réseaux donc on a recours au levé topographique.

Le parc industriel d'Ouled Sabor se situe dans les hautes plaines Sétifiennes qui forment comme un monde clos avec un terrain moyennement accidenté, l'altitude moyenne est de l'ordre de 1180 mètres.

I.5 Sismicité

L'Algérie, comme d'autres pays méditerranéens, est exposée à une activité sismique importante. Situé sur une zone de convergence entre la plaque africaine et la plaque eurasienne, le nord du pays est la région la plus à risque.

- Zone III : zone d'aléa sismique le plus élevé (intensité maximale) ;
- Zone II a : zone à très fort risque sismique ;
- Zone II b : zone à fort risque sismique ;
- Zone I : zone à faible risque sismique ;
- Zone 0 : zone à très faible risque sismique.

La région d'étude est située dans la zone II. Elle a connu plusieurs séismes destructeurs (17/02/1949 à KH errata, 28/07/1974 et 11/07/1975 à Sétif).

Il est impératif de tenir compte de la sismicité régionale avant d'entreprendre toute action de construction dans la région d'étude, pour cela il est indispensable de respecter les normes parasismiques pour la réalisation du projet.

I.6 Situation géologique

La zone industrielle d'Ouled Sabor présente un territoire inclus au plan géologique dans le grand ensemble structurel des hauts plateaux. Il s'agit des limons et des graviers principalement développés le long des grands. Quelques galets gréseux de provenance méridionale ont probablement été empruntés au moi-pliocène.

I.7 Situation hydraulique :

Notre projet concerne une nouvelle zone industrielle, on n'a aucun réseau hydraulique implanté dans notre zone d'étude.

Conclusion

Dans ce chapitre nous avons collecté toutes les données nécessaires concernant notre région (topographie, géologie, climatologiques), Ces données nous serviront pour entamer notre étude du projet.

Chapitre II

Etude hydrologique

Introduction

L'hydrologie Science qui a pour objet l'étude des eaux, de leur nature et de leurs diverses propriétés, D'une façon très générale, l'hydrologie peut se définir comme l'étude du cycle de l'eau et l'estimation de ses différents flux.

L'hydrologie de surface est la science qui traite essentiellement des problèmes qualitatifs et quantitatifs des écoulements à la surface des continents. Ces problèmes se ramènent généralement à des prévisions (associer à une date une certaine grandeur) ou des prédéterminations (associer à une grandeur une certaine probabilité) de débits ou de volume en un point ou sur une surface.

Dans le domaine d'Assainissement le but principal de l'étude hydrologique est de déterminer l'intensité moyenne maximale, d'après l'étude des averses qui revêt une importante capitale en Hydrologie, dont l'intérêt est d'évaluer la quantité des eaux pluviales reçues par un certain bassin versant

II.1 Choix de la période de retour

Les ouvrages d'assainissement doivent assurer un degré de protection suffisant contre les inondations ou la mise en pression des réseaux.

Les choix des périodes de retour convenable se fait à partir d'un calcul technico-économique du coût d'entretien du réseau d'égout.

Pour l'assainissement urbain, on adapte le plus souvent une période de retour décennal (10ans).

II.2 Détermination de l'intensité moyenne de précipitation

L'intensité d'une précipitation se définit comme le flux d'eau traversant une section horizontale unitaire. Cette intensité s'exprime par unité de temps, généralement en mm/h.

L'intensité moyenne se définit par rapport à la hauteur d'eau tombée pendant une durée donnée, soit :

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

Pour 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 ;
- Calculer la valeur de l'intensité moyenne de précipitation.

II.2.1 Analyse des données pluviométriques et choix du type de la loi d'ajustement

L'étude consiste à faire un ajustement pour la série de données des précipitations maximales journalières par une loi théorique afin de déterminer une intensité de pluie de durée et de période de retour donnée.

On a choisi de travailler directement sur les données de mesure du poste de Fermatou (150610) pour son emplacement qu'on estime assez proche de la zone d'étude, et ayant des données complètes et consécutives sur une longue période.

Dans l'objectif de déterminer les pluies maximales probables, on a établi à partir des mesures de la station de Fermatou, une série de pluies maximales journalières. Le travail sur cette dernière se fera de la manière suivante :

- Calcul des paramètres statistiques de la série.
- Ajustement à une loi statistique (choix de la loi adéquate).
- Calcul des quantiles pour différentes périodes de retour.
- Calcul des pluies et intensités de courte durée.

Tableau II-1 Coordonnées de la station pluviométrique de Fermatou

Code	Source	Coordonnées			Années	N
		X(km)	Y(km)	Z(m)		
150601	A.N.R.H	742	328,6	1030	1983-2013	31

L'analyse statistique des données pluviométriques consiste à déterminer les caractéristiques empiriques d'un échantillon d'une série d'observation de précipitations mensuelles et maximales journalières de 31 années.

Tableau II-2 La série pluviométrique de la station de Fermatou (1983 à 2013)

Année	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	P _{max,j} (mm)
1983	0	6,8	2,9	1	4,9	10,5	15,9	24,6	2,8	10,1	2	0,8	24,6
1984	14,9	0	25,3	30,2	9,9	12	101	7,6	11,5	0	0	0	101
1985	6	3	12	34,4	6,1	6,1	15,9	7	6	25,6	0	17,4	34,4
1986	11,7	12,4	9,7	18	39,4	13,9	33,4	38,2	14,5	12,2	0	8	39,4
1987	20	24,5	9,5	13	3,1	5	6	15,5	12	2,8	7,5	20,4	24,5
1988	4	28	7	23,2	20	8	20	15,3	17	0,6	23,9	0,3	28
1989	18,6	16,8	12,2	10,3	11	12,5	20,6	11,6	13,3	20,7	6,5	7,5	20,7
1990	6	13,5	16,8	11,9	7,8	16,7	7,5	5,9	28,1	0	8,7	3,4	28,1
1991	5,4	14,9	15,4	13,1	4	1,9	8,6	29,6	19,4	9,8	7,5	1,1	29,6
1992	10,3	1	11,4	31,1	12,1	25,4	12,6	18,4	23,2	22,6	17,8	10,2	31,1
1993	19,6	5,6	4,8	4,4	8,1	0	7	29,9	29,1	6,9	5,6	9,3	29,9
1994	13,9	1,6	29,6	21,4	3,6	12,3	32	14,3	41,5	2,7	21,8	6	41,5
1995	10,8	27,5	11,7	9,6	26,1	13,6	7,2	27,2	31,1	18,2	16,4	2,6	31,1
1996	26	10,4	13,6	42,8	45,7	10,1	12,1	8,8	21,3	2,8	1,2	16,6	45,7
1997	15,6	5,7	12	21,2	9,9	28,1	9,9	16,7	2,9	0	14,6	5,2	28,1
1998	22,7	21,3	5,3	9,9	21,6	17,6	17,5	15,5	1,6	13,2	0,6	0,7	22,7
1999	8,6	17,8	6,3	16	17,8	43,5	14,7	17,9	31,2	24,8	1,8	8,9	43,5
2000	5,3	8,3	8,3	4,8	13,7	11,7	7,7	4,7	13,8	18,1	9,2	8,6	18,2
2001	15,3	15,7	31,2	15,1	6,6	13	5,8	28,2	17,5	10,6	0	4,2	31,2
2002	50,3	7,4	40,1	19	12,6	13,6	5,5	6,8	2,7	7,5	1,7	1,9	50,3
2003	22,2	9,3	8,6	30,2	8,5	4,2	6,3	7,5	16,9	2,7	0	6,8	30,2
2004	17,8	9,2	6,2	15,3	26,3	9,6	4,6	6,7	7,4	0	0	0,7	26,3
2005	22,2	2,4	11,3	2,1	9,1	25,3	19,1	5,7	10,6	0	8,6	0	25,3
2006	3,8	3,5	39,1	71,6	28,6	8,2	21,8	30,3	20,8	26,8	16,5	22,1	71,6
2007	3,9	13,1	9,6	38,7	18,3	8,7	21,6	17,3	19,6	6,7	0,8	24,8	38,7
2008	13,8	14,1	40,8	61,1	18,2	13,1	12,7	15,5	0,8	23,5	1,8	3,1	61,1
2009	7,8	1,9	28,9	17,7	18,6	13,9	5	22,2	26,1	1,7	2,2	2	28,9
2010	33,4	0,3	1,2	26,7	3,9	11,9	17	17,6	5,9	10,7	0	0,6	33,4
2011	10,4	9,5	4,2	7,8	9,3	7,8	17,5	13,7	18,4	4,7	6,8	7,8	18,4
2012	13,6	38	7,8	12,4	29	8,7	20,9	22,8	1,5	5,7	9,4	0	38
2013	18,6	5,5	19,4	12,1	12,3	13,9	22,5	13,2	21,9	20,8	3,6	4,6	22,5

Source : A.N.R.H Constantine

L'analyse statistique des données pluviométrique consiste à calculer les caractéristiques empiriques d'un échantillon observé que sont les précipitations maximales journalières.

- La moyenne de précipitation maximale journalière (X)

$$X = \frac{\sum_{j=1}^n X_j}{N} = \frac{1098}{31} = 35.4$$

X_j : hauteur des pluies maximales journalières en (mm).

N : taille de l'échantillon.

X : pluies journalières maximales interannuelles en (mm).

- Ecart type " σ "

Pour $N \geq 30$ ans, on a $\sigma = \left(\frac{\sum (X_i - X)^2}{n}\right)^{1/2} = 17$ mm

- Coefficient de variation :

$$Cv = \frac{\sigma}{X} = 0.479$$

Après le classement de la série de la plus petit valeur jusqu'à la plus grande valeur, on calcul :

La médiane $Me = X_{50\%} = 30.2$ mm.

II.3 Choix de la loi d'ajustement

On voit que les régimes pluviométriques sont très irréguliers, les deux lois généralement utilisées sont :

- la loi de Gumbel.
- la loi de Galton.
-

II.3.1 Ajustement de la série pluviométrique à la loi de Gumbel

La loi de Gumbel a une fonction de répartition de la forme suivante :

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

Avec $y = a(X - X_0)$

Ou :

X : précipitation maximale journalière en (mm) qui correspond à une fréquence $F(X)$

X_0 : paramètre de position en (mm)

Y : variable réduite de "Gumbel"

Pour ajuster notre série pluviométrique à la loi de Gumbel, on doit suivre les étapes suivantes :

- classer les valeurs par ordre croissant en leur affectant un numéro d'ordre (rang).
- calculer la fréquence expérimentale en utilisant la formule de Hazen qui s'applique pour les lois normales et quasi normales :

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

Avec :

n : la taille de la série

m : numéro d'ordre

- calculer la variable réduite de "Gumbel" par la formule :

$$Y = -\ln(-\ln F(x))$$

- calculer le coefficient de corrélation entre les valeurs observées et la variable de Gumbel dont la formule générale est :

$$r = \frac{\sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum (X_i - \bar{X})^2 \sum (y_i - \bar{y})^2}}$$

- calculer les paramètres d'ajustement de la droite de Gumbel tel que :

$$X = (1/\alpha) y + x_0$$

Sachant que :

$1/\alpha$: la pente de la droite de Gumbel ;

X_0 : l'ordonnée à l'origine ;

\bar{y} : Moyenne de la variable réduite de Gumbel :

$$X_0 = \bar{x} - (1/\alpha)\bar{y}$$

II.3.2 Ajustement de la série pluviométrique à la loi de Gumbel (logiciel hyfran)

Pour vérifier les résultats précédents, nous utilisons le logiciel Hyfran pour calculer la précipitation max journalière pour une période de retour de 10 ans.

Procédés d'ajustement :

- Lancement d'Hyfran
- Mettre la formule de Hazen comme formule de probabilité empirique
- Insérer les données (Pjournalière max classé)
- Ajuster à la loi Gumbel (méthode des moments)
- Tirer les coefficients de la droite.

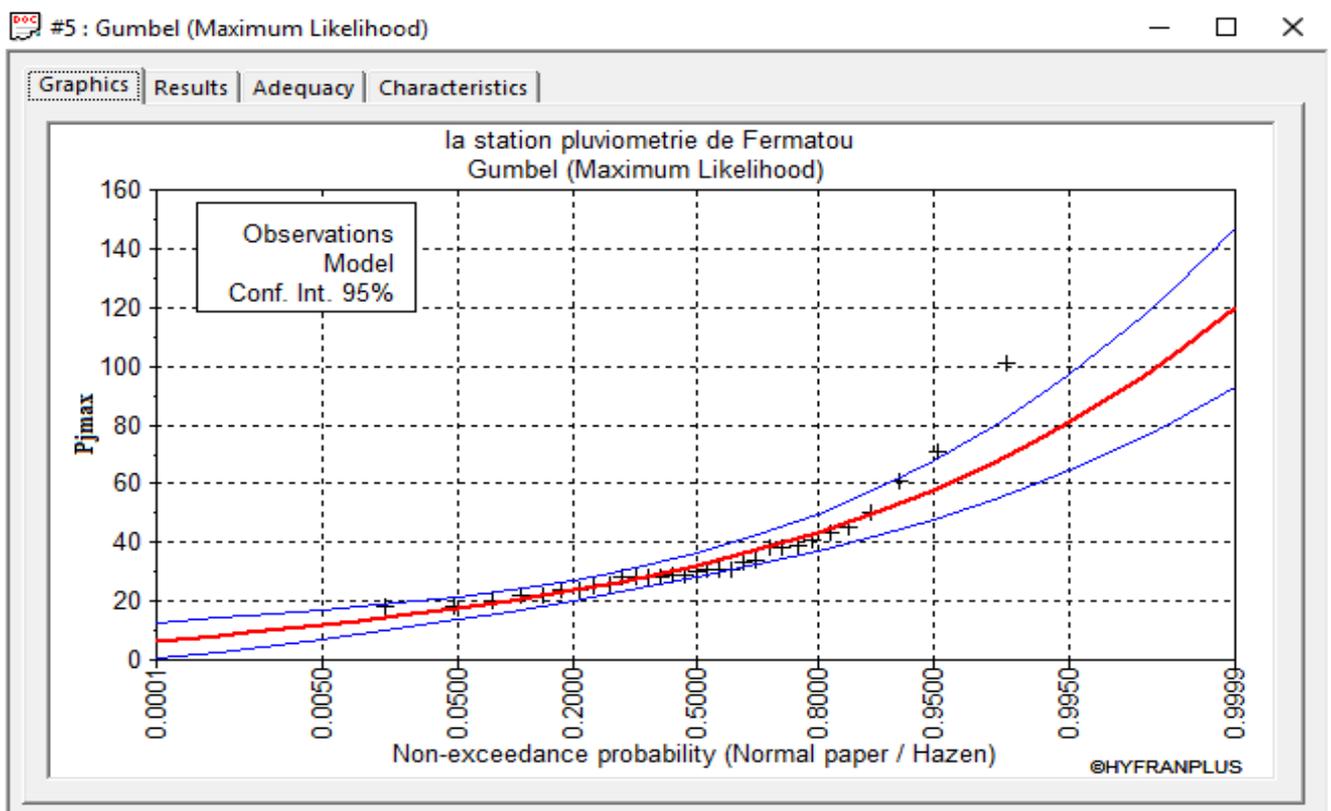


Figure II-1 Ajustement de la série pluviométrique à la loi de Gumbel (méthode de maximum vraisemblance)

Tableau II-3 Ajustement de la série pluviométrique à la loi de Gumbel (méthode de maximum vraisemblance)

T	q	XT	Ecart-type	Intervalle de confiance (95%)
10000.0	0.9999	120	13.8	92.6 - 147
2000.0	0.9995	104	11.5	81.1 - 126
1000.0	0.9990	96.8	10.5	76.2 - 117
200.0	0.9950	80.9	8.28	64.7 - 97.1
100.0	0.9900	74.0	7.32	59.7 - 88.3
50.0	0.9800	67.1	6.36	54.6 - 79.6
20.0	0.9500	57.9	5.10	47.9 - 67.9
10.0	0.9000	50.8	4.16	42.6 - 58.9
5.0	0.8000	43.3	3.22	37.0 - 49.6

II.3.3 Ajustement de la série pluviométrique à la loi de Galton

Procédé d'ajustement :

- Classement des valeurs par ordre décroissant ;

Transformer les Pj max en Log10 (Pj max) ;

- Calcul des caractéristiques empiriques de la série transformée en $\overline{\log_{10}(P_j \cdot \max)}$ et $\sigma_{\log x}$
- Calcule analytique de : $P_{\max, 10\text{ans}} = 10^{\log_{10} P_j \max + U_{10\text{ans}} * \sigma_{\log x}}$

UP% =1.28 : Variable réduite de GAUSS pour une fréquence donnée 10ans ;

- Calcul des paramètres d'ajustement par la loi de Galton

II.3.4 Ajustement de la série pluviométrique à la loi de Galton (hyfran)

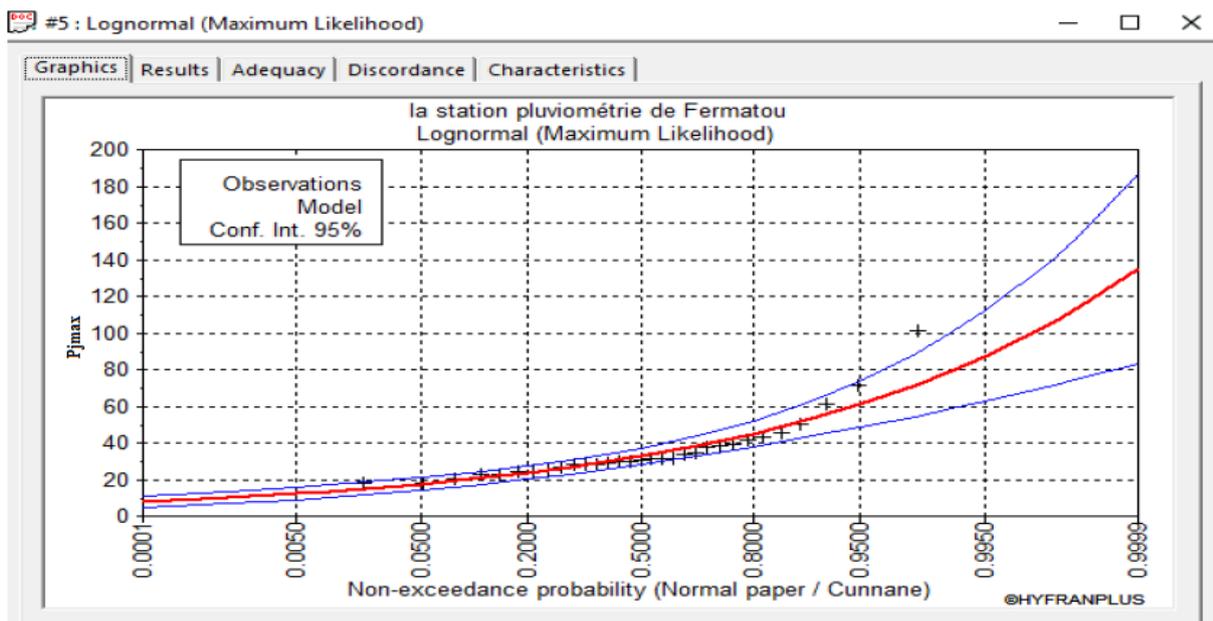


Figure II-2 Ajustement de la série pluviométrique à la loi de Galton

Tableau II-4 Ajustement de la série pluviométrique à la loi de Galton

T	q	XT	Ecart-type	Intervalle de confiance (95%)
10000.0	0.9999	150	26.3	83.2 – 186
2000.0	0.9995	115	20.1	75.1 – 154
1000.0	0.9990	106	17.7	17.4 – 141
200.0	0.9950	87.2	12.6	62.6 – 112
100.0	0.9900	79.3	10.6	58.6 – 100
50.0	0.9800	71.5	8.72	54.4 – 88.6
20.0	0.9500	61.2	6.48	48.5 – 73.9
10.0	0.9000	53.3	4.96	43.6 – 63.0
2.0	0.8000	45.1	3.60	38.0 – 52.1

II.4 L'intensité de pluie pour les deux méthodes

Pour le calcul de l'intensité moyenne de précipitation ; nous utilisons la formule de Montanari

$$I_{D(10\text{ans})} = \frac{P_{\max j(10\text{ans})}}{24} * \left(\frac{D}{24}\right)^{(b-1)}$$

- $I_{0,25(10\text{ans})}$: Intensité moyenne de précipitation pour une averse (15 min/10 ans) ;
- $P_{\max j(10\text{ans})}$: précipitation max pour une journée de fréquence donnée ;
- D : Durée de l'averse en heures ($D = 0.25\text{h}$);
- b : Exposant climatique de la région ($b=0.35$ selon les études régionales de l'ANRH) ;

II.4.1 Calcul numérique

1ère méthode Gumbel

- **Logiciel HYFRAN** (méthode de maximum vraisemblance)

$$I_{0.25(10\text{ans})} = \frac{50.8}{24} * \left(\frac{0.25}{24}\right)^{(0.35-1)} = 41.18 \text{ mm/h}$$

2ème méthode Galton :

- **Logiciel HYFRAN**

$$I_{0.25(10\text{ans})} = \frac{53.3}{24} * \left(\frac{0.25}{24}\right)^{(0.35-1)} = 43.15 \text{ mm/h}$$

II.5 Le teste d'adéquation (Khi 2)

Tableau II-5 Les résultats de test d'adéquation (khi2)

Loi	Nombre de degrés de liberté	Khi2 calculé	Khi2 théorique
Gumbel	5	5.81	9.4887
Galton	5	3.55	9.4887

Conclusion

Grâce à l'étude hydrologique, j'ai déterminé l'intensité moyenne maximale et cela d'après les résultats obtenus par l'ajustement de la série pluviométrique à la loi de Galton, car c'est l'intensité la plus grande et son graphe présente le meilleur ajustement, On remarque que la courbe de la loi de Galton touche le plus grand nombre de nuages de points, en plus le teste d'adéquate montre que la loi de Galton ajust mieux que la loi de Gumbel.

Donc la méthode qu'on retient pour la suite des calculs.

On prendra donc les quantiles calculés par la loi de galton.

$$I_{0.25(10\text{ans})} = 43.15 \text{ mm/h}$$

D'où le débit spécifique est :

$$q_s = \frac{43.15 \cdot 10000}{3600} = 119.86 = 120 \text{ l/s/ha}$$

Chapitre III

Calcul de base

Introduction

L'implantation d'un réseau d'assainissement a pour but principal l'évacuation des eaux usées et pluviales en respectant les exigences de la sante publique et de l'environnement.

Un réseau d'assainissement projeté doit savoir assurer :

- Le transit vers l'épuration des eaux et le cas échant, des eaux résiduaire industrielles ;

- L'évacuation des eaux pluviales, de manière à empêcher la submersion des zones urbanisées et éviter toute stagnation dans les points bas après les averses.

III.1 Découpage de l'aire d'étude en sous bassins

III.1.1 Définition

En général, le bassin versant est un secteur géographique limité par les lignes de crête ou par les lignes de partage des eaux.

III.1.2 Choix de la limite des sous bassins

Le découpage du bassin en sous bassins élémentaires doit se faire selon :

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

III.2 Systèmes d'assainissement

Pour la collecte et l'évacuation des eaux usées et pluviales, trois systèmes peuvent être considérés :

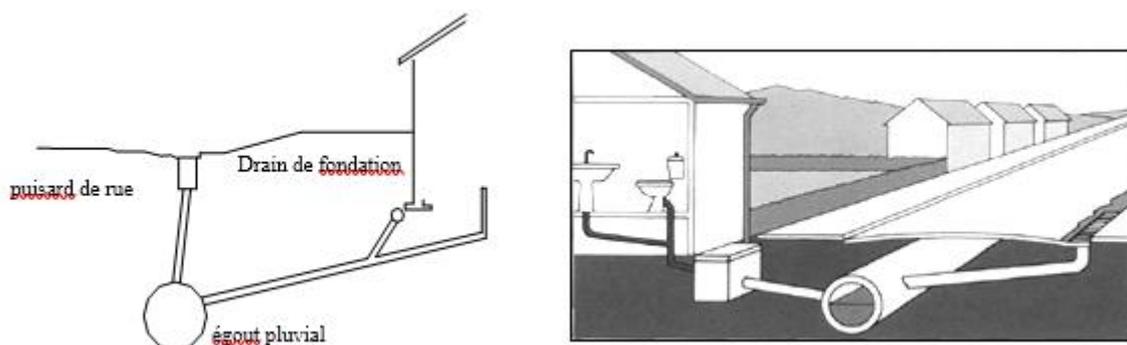
- Système unitaire.
- Système séparatif.
- Système pseudo-séparatif.

III.2.1 Système unitaire

L'évacuation de l'ensemble des eaux usées et pluviales est assurée par un seul réseau généralement pourvu de déversoirs d'orages permettant en cas d'orage le rejet direct, par surverse, d'une partie des eaux se fera dans le milieu naturel.

L'avantage de ce système est la réduction du coût de réalisation, l'absence des faux branchements.

Les inconvénients de ce système sont le partage des eaux qui vont vers la station d'épuration ou vers le milieu récepteur (ouvrage d'orage), la gêne de fonctionnement de la station d'épuration par l'arrivée d'un mélange d'eau de diverses origines et ayant une composition différentes. Le milieu naturel peut aussi être pollué par le mélange d'eau pluviale et usée.



Source : <http://slideplayer.fr>

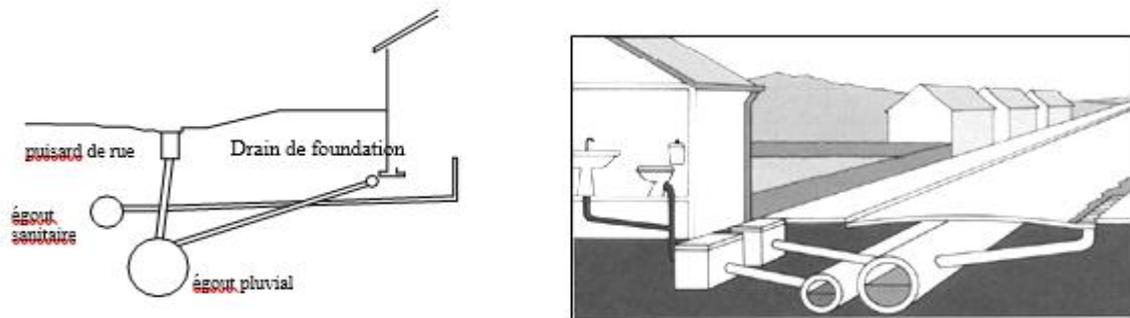
Figure III-1 schéma explicatif du système unitaire

III.2.2 Système séparatif

Il est constitué de deux réseaux ; le premier pour l'évacuation des eaux usées, (domestiques, publiques et industrielles), vers la station d'épuration ; les eaux météoriques (eaux pluviales) seront acheminée à travers le second réseau vers le cours d'eau.

L'avantage principal de décharger les stations d'épuration des variations de charges importantes que produisent les évènements pluvieux.

L'inconvénient de ce système est qu'en milieu rural les eaux de ruissellement des voiries sont fortement polluées, on a un risque de contamination des cours d'eau et aussi le coût de réalisation est très élevé.



Source : <http://www.sainthilairedebrens.fr>

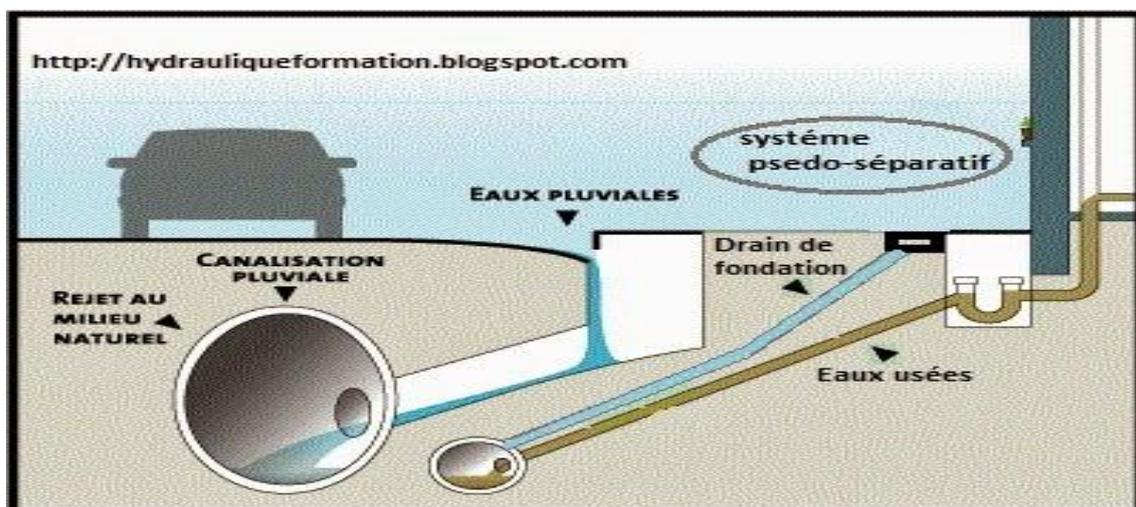
Figure III-2 schéma explicatif du système séparatif

III.2.3 Système pseudo séparatif

Pour pallier aux inconvénients des systèmes unitaire et séparatif, (mauvais fonctionnement de la station d'épuration et faux branchements), le système pseudo séparatif est proposé.

Ce système est bien adapté à la desserte des communes rurales.

Dans la pratique, l'évacuation de l'ensemble des eaux usées par un réseau d'assainissement collectif ne peut malheureusement pas toujours se réaliser dans des conditions acceptables.



Source : <http://hydrauliqueformation.blogspot.com>

Figure III-3 schéma explicatif du système pseudo séparatif

III.3 Choix du système d'évacuation

Les paramètres prépondérants pour le choix d'un système d'évacuation se fait en tenant compte :

- de l'urbanisation de l'agglomération et son encombrement.
- des ouvrages existants, encore utiles pour le projet.
- du cours d'eau récepteur.
- de la comparaison des variantes (système séparatif, unitaire).
- de La topographie du terrain naturel.

Remarque

Pour ce Projet nous avons opté pour le système séparatif pour les raisons suivantes :

- Évacuer les rejets industriels vers la station d'épuration propre à cette zone, (les rejets étant nocifs pour le réseau public), à travers le premier réseau d'évacuation.
- les eaux pluviales seront acheminées vers des bassins de retenues à travers le second réseau. La zone étant de type industriel, ces eaux seront utilisées pour éteindre d'éventuels incendies ou pour le lavage des espaces.

III.4 Schémas d'évacuation

Une fois le système d'évacuation choisi, on procède à celui du schéma qui répond à notre réseau. Pour choisir un schéma d'évacuation certains critères doivent être pris en considération :

- Les conditions techniques et locales du site, du système existant, de la topographie du terrain et de la répartition géographique des habitants à desservir.
- Les conditions économiques ; le coût et les frais d'investissement et d'entretien.
- les conditions d'environnement : nature de rejet et le milieu récepteur.
- L'implantation des canalisations dans le domaine public.

III.4.1 Schéma perpendiculaire

Il est adopté pour les eaux pluviales des réseaux séparatifs s'il n'y a pas de traitement prévu. L'écoulement se fait directement dans le cours d'eau le plus proche. Suivant la disposition des collecteurs on distingue :

- Le schéma perpendiculaire simple.

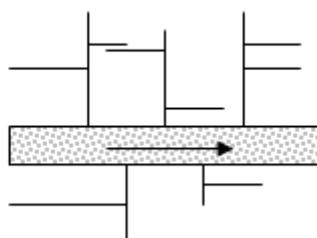


Figure III-4 schéma explicatif du Schéma perpendiculaire

III.4.2 Schéma par déplacement latéral

On adopte ce type de schéma quand il y a obligation de traitement des eaux usées.

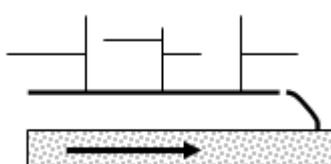


Figure III-5 schéma explicatif du Schéma par déplacement latéral

III.4.3 Schéma de collecteur par zones étagées

C'est une transposition de schéma à déplacement latéral, mais avec une multiplication des collecteurs longitudinaux pour ne pas charger certains collecteurs.

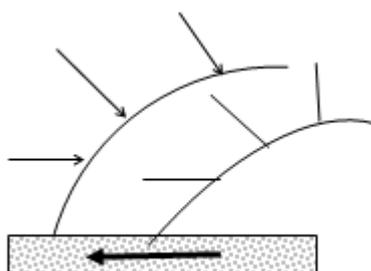


Figure III-6 schéma explicatif du Schéma par zone étagées

III.4.4 Schéma radial

C'est un schéma adopté pour les terrains plat. Les eaux sont collectées en un point bas, pour être ensuite relevées vers :

- Un cours d'eau récepteur.

- Une station d'épuration.
- Un collecteur fonctionnant à surface libre.

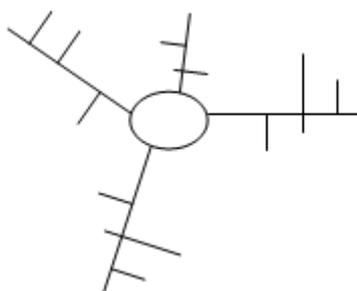


Figure III-7 schéma explicatif du Schéma radial

III.4.5 Schéma à collecte transversale oblique

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

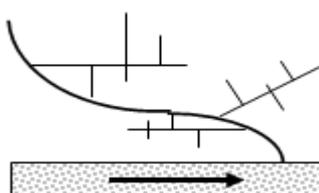


Figure III-8 schéma explicatif du Schéma à collecte transversale oblique

III.5 Choix du schéma du réseau d'évacuation

Dans notre projet nous avons deux réseaux, (système séparatif) :

- Schéma par déplacement latéral pour l'acheminement des rejets industriels vers la station d'épuration.
- Schéma perpendiculaire pour les eaux pluviales, car nous n'avons pas besoin de concentrer les eaux vers un point unique, (pas de traitement de ces eaux).

III.6 Principe du tracé du réseau

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

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

La profondeur des canalisations doit répondre à certains critères comme :

- La profondeur des caves avoisinante.
- La résistance de la canalisation aux différents efforts et au gel.

III.7 Evaluation du coefficient de ruissellement

L'action de la précipitation commence par le mouillage en surface correspondant à environ 0.5 mm de pluie. Dès que la pluie tombée dépasse le seuil de mouillage le ruissellement commence.

Le coefficient de ruissellement est défini comme étant le rapport du volume d'eau qui ruisselle sur le volume d'eau tombé sur le bassin considéré. Ce coefficient à la possibilité de faire varier le débit d'eau pluviale du simple au double, c'est pour cela que lors du découpage des sous bassins il faut que ces derniers soit aussi homogènes que possible, pour que le coefficient de ruissellement pondéré du bassin ne soit pas trop erroné.

$$C_r = \frac{\text{volume d'eau qui ruisselle}}{\text{le volume d'eau tombé sur le bassin considéré}}$$

Sa valeur qui varie entre (0.05 à 1), dépend de plusieurs facteurs tel que :

- la nature de la surface du terrain ;
- la pente moyenne de la surface de ce terrain en direction de la décharge ;
- l'intensité de la pluie ;
- le pourcentage de rétention de l'eau dans les affaissements du terrain ;
- les conditions atmosphériques antérieures à la pluie par exemple (période de sécheresse ou période d'humidité) ;
- La densité de la population.

Tableau III-1 Coefficient de ruissellement pour différentes densités de population

Densité de population de la région par habitant et par hectare	Moyenne arithmétique	Coefficient de ruissellement C
20	20	0.23
30-80	55	0.2 à 0.27
60-150	105	0.25 à 0.34
150-200	175	0.30 à 0.45
200-300	250	0.45 à 0.6
300-400	350	0.6 à 0.8
400 et plus	550	0.8 à 0.9

Source : <https://cmicho.blogspot.com>

Tableau III-2 Valeur du coefficient de ruissellement suivant le type de surface

Type de surface	Coefficient de ruissellement C
Zone de centre-ville	0.70 à 0.95
Zone résidentielle pavillons isolés	0.30 à 0.50
Zone résidentielle pavillons groupes	0.60 à 0.75
Zone industrielle	0.50 à 0.90
Cimetières – parcs	0.10 à 0.25
Rue	0.80 à 0.85
Trottoirs	0.75 à 0.90
Pelouses (sols sableux, faible pente)	0.05 à 0.10
Pelouses (sols terreux, faible pente)	0.15 à 0.20

Source : <https://fr.slideshare.net>

Tableau III-3 Coefficients de ruissellement de certaines surfaces.

Nature de surface		Coefficient de ruissellement C
Toits	Toits en métal, en tuiles vernies ou en ardoise.	0.95
	Toits en tuiles ordinaires ou en carton bitumé.	0.90
	Toits en ciment de bois.	0.5 à 0.70
Rues	Trottoirs ou chaussées avec peu de joints, enrobés Souple ou béton.	0.85 à 0.90
	Pavés en pierres naturelles, en briques ou en bois avec des joints cimentés.	0.75 à 0.85
	Avec des joints Ouvertes	0.50 à 0.70
	Pavage en pierres 10*10cm, en blocages, en mosaïque.	0.40 à 0.50
	Surface goudronnée.	0.25 à 0.60
	En robé souple hydraulique.	0.25 à 0.48
	Chemins en gravier.	0.25 à 0.30
Terrains non bâtis	Garages, terrains de sport.	0.10 à 0.30
	Parcs, jardins, gazons, prés.	0.05 à 0.25

Source : <http://www.obvcapitale.org>

Tableau III-4 Détermination du coefficient de ruissellement Pour chaque sous bassin

N° du sous bassin	Surface S.B (ha)	la nature des surfaces Si	coefficient de ruissellement Cri	coefficient de ruissellement pondéré Crp
1	25.53	60% Toits en métal	0.95	0.76
		40% Surface goudronnée	0.50	
2	35.41	53% Toits en métal	0.95	0.72
		42% Surface goudronnée	0.5	
		5% gazons	0.2	
3	30.60	43% Toits en métal	0.95	0.71
		39% Surface goudronnée	0.5	
		19% Toits en ciment	0.6	
4	25.83	63% Toits en métal	0.95	0.78
		37% Surface goudronnée	0.5	
5	20.24	50% Toits en métal	0.95	0.68
		30% Surface goudronnée	0.5	
		5% Toits en ciment	0.6	
		15% gazons	0.2	
6	24.01	55% Toits en métal	0.95	0.74
		45% Surface goudronnée	0.5	
7	20.07	50% Toits en métal	0.95	0.75
		40% Surface goudronnée	0.5	
		10% Toits en ciment	0.6	
8	30.80	60% Toits en métal	0.95	0.78
		35% Surface goudronnée	0.5	
		5% Toits en ciment	0.6	
9	13.71	42% Toits en métal	0.95	0.74
		30% Surface goudronnée	0.5	
		28% Toits en ciment	0.6	
10	14.81	50% Toits en métal	0.95	0.71
		50% Surface goudronnée	0.5	

III.8 Coefficient de ruissellement pondéré

Dans le cas où la surface du bassin est formée de plusieurs aires élémentaire «Ai», aux quelles son affecte le coefficient de ruissèlement «Cri», on calcule le coefficient de ruissèlement pondéré par :

$$C_{rp} = \frac{\sum A_i * C_i}{A}$$

Avec:

Ai : surface du sous bassin (ha). A : surface totale en (ha).

Cri: coefficient de ruissellement partiel.

Crp : Coefficient de ruissellement pondéré.

$$C_{rp} = \frac{178.039}{241.010} = 0.73$$

Conclusion

Pour notre zone industrielle on a fixé les choix suivants :

- le système d'assainissement adopté pour la zone industrielle est le système séparatif.
- Schéma par déplacement latéral pour l'acheminement des rejets industriels vers la station d'épuration.
- Schéma perpendiculaire pour les eaux pluviales.
- nous avons 10 sous bassins à la suite du découpage de la zone d'étude.

Chapitre IV

Evaluation des débits à évacuer

Introduction

Un système d'évacuation est conçu pour assurer la collecte et l'évacuation des eaux de ruissellement et usées d'origine diverse. Avant de passer au dimensionnement des collecteurs, il faut que l'évaluation des débits d'eaux usées et pluviales porte essentiellement sur l'estimation la quantité et de la qualité des rejets.

IV.1 Evaluation des débits d'eaux usées

IV.1.1 Généralités

Les calculs des débits d'eaux usées portent essentiellement sur l'estimation des quantités et de la qualité de rejets liquides provenant des habitations et lieux d'activité.

Les eaux spécifiquement industrielles : eaux de refroidissement, de lavages des produits ourés ultant de certains processus, doivent théoriquement être traitées, ou détoxiquées avant rejet dans le réseau.

IV.1.2 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 :

- Les eaux usées d'origine domestique.
- Les eaux usées d'origine industrielle.
- Les eaux usées du service public.
- Les eaux parasites.

a) Les eaux usées domestiques

Les eaux usées domestiques comprennent les eaux ménagères (lessives ; cuisine, douches...) et les eaux vannes (toilettes, wc...).

b) Les eaux usées industrielles

Ces eaux proviennent de diverses activités industrielles. Elles contiennent des substances chimiques (acide, basique) et toxiques.

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

- La nature de l'industrie : (Fabrications ou de transformations) ;
- Le procédé de fabrication utilisé ;
- Le taux de recyclage effectivement réalisé.

- La variation brusque de la température des eaux qui peut nuire aux caractéristiques mécaniques des canalisations
- L'agressivité de l'effluent qui contient des matières corrosives et des acides, ce qui exige un prétraitement à l'intérieur de l'unité industrielle..

c) Les eaux des services publics

Les eaux usées du service public proviennent essentiellement du lavage des espaces publics et pour éteindre les incendies.

Ces eaux sont généralement chargées de matières grasses.

d) Les eaux parasites

Les eaux claires parasites désignent l'ensemble des eaux propres de temps pluvieux qui surchargent inutilement le réseau nuisant au bon fonctionnement de la station d'épuration : eaux d'infiltration, de drainage, de sources...etc.

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

IV.1.3 Evaluation de la quantité d'eaux usées à évacuer

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

Dans notre cas, on va adopter un coefficient de rejet de l'ordre de 80% (**Kr=80%**).

IV.1.4 Estimation des débits des eaux usées industrielles

Pour l'évaluation des débits maximaux, on se réfère à la consommation d'eau par zone d'activité et par 24 heures correspondant à la plus forte consommation journalière de l'année, estimée et calculée à partir des volumes d'eau produits. Il y a lieu aussi de considérer que l'eau consommée ne correspond pas en totalité à l'eau produite à cause des pertes de divers natures (fuite des réservoirs et des canalisations) qui peuvent atteindre jusqu'à 20% de la production.

L'évaluation des besoins en eau est basée sur la nature de chaque activité, il y a lieu de s'appuyer sur des valeurs moyennes de consommation d'eau.

Elle se résume comme suit :

Les ratios mentionnés ci-dessus nous ont permis de calculer les besoins en eau de chaque zone comme représenté dans le tableau ci-après.

Tableau IV-1 Les besoins en eau de chaque activité

Zone D'Activité	Surface (ha)	Ratio (m³/j/ha)	Besoins en Eau (m³/j)
Agro-alimentaire (lait, tomate)	77.243	20	1544.86
Mécanique (assemblage des pièces mécaniques)	47.271	4	189.084
Textile (la confection de fils et de tricot)	25.877	30	776.31
Matériaux de construction (agrégat et poudre)	99.91	20	1998.2
T.I.C (télécommunications)	16,37	1.5	24,555
Pharmacie (fabrication et de commercialisation des médicaments)	32,11	10	321,10
Zone Services	11.445	20	228.9
Electronique ((fibre optique)	55.858	10	558.58
Métallurgie (transformation des métaux et leur mise en œuvre)	70.635	20	1412.7
Plate-forme logistique (zones réservées à des activités de transport)	33.94	4	135.76
Chimie et Polymère (caoutchoucs élastomères)	81.292	20	1625.84
Eco-Parc (lavage, la rosage)	8.142	20	162.84
Utilités (unité de production et de distribution d'un vecteur ou d'un fluide énergétique utile à plusieurs lignes de production)	20.683	20	413.65
TOTAL	580.777	/	9392.39

Source A.N.I.R.E.F

IV.1.4.1 Evaluation du débit moyen journalier

Le débit moyen journalier réduit de 80% est donné par la formule suivante :

$$Q_{moy} = k_r * R * S / 86400$$

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

R: ratio (m³/j/ha).

S: surface (ha).

IV.1.4.2 Calcul de débit de pointe

Le débit de pointe est donné par la formule suivante :

Le débit de pointe $Q_{pt} = k_p * Q_{moy}$ d'où $k_p = 2$

Kp : coefficient de pointe, pris égal à 2 puisque nous avons des usines de transformation

Tableau IV -2 Evaluation des débits d'eaux usées pour chaque sous bassin

N°SB	surface total (m ³)	Numéro des parcelles	Surface partiel (ha)	Ratio (m ³ /ha/j)	besoin total (m ³ /j)	Q _{moy j} (l/s)	Q _{moy usée} (l/s)	k _p	Q _{pte usées} (l/s)
1	25.53	3'	1	20	510.6	5.91	4.72	2	9.45
		4-----8	10.37	20					
		19----23	4.16	20					
		31----35	4.32	20					
		90----94	5.68	20					
2	35.41	97-----102	5.26	20	589.92	6.82	5.46	2	10.92
		134---138	5.41	20					
		167---171	5.54	20					
		204---209	5.92	30					
		220---225	5.93	30					
		270---274	5.01	10					
		283'--285'	3.50	10					
		226	0.84	20					
3	30.6	275---282	7	10	359.1	4.15	3.33	2	6.66
		283''--285''	3.50	10					
		328---331	14.79	10					
		332---338	5.31	20					
4	25.83	339---341	17.63	20	364.9	4.22	3.37	2	6.75
		366---370	8.20	1.5					
5	20.24	359---365	2.48	20	142.76	1.65	1.32	2	2.64
		371---379	8.17	1.5					
		380---392	8.09	10					
6	24.01	393---407	24.01	10	240.10	2.78	2.22	2	4.44
7	20.07	2	2.69	20	414	4.79	3.83	2	7.66
		3''	1	20					
		16	4.76	20					
		29---30	1	20					
		88---89	4	20					
		95---96	2.5	20					
		129---132	5.12	20					
8	30.8	162---166	5.19	20	553.9	6.41	5.13	2	10.26
		199---203	5	30					
		211---219	5.06	30					
		266---269	14.83	10					
9	13.71	1	3.24	20	272.2	3.17	2.53	2	5.07
		14---15	4.37	20					
		86---87	4.02	20					
		128	2.08	20					
10	14.81	161	1.63	20	243.6	2.82	2.25	2	4.50
		198	1.97	30					
		210	1.99	30					
		265	9.22	10					

IV.2 Evaluation des débits d'eaux pluviales

Pour l'estimation des eaux pluviales, il faut découper la surface à drainée en sous bassin, suivant des critères bien précis, en suite on attribue à chaque sous bassin un coefficient de ruissellement pondéré en fonction de la nature du sol. La quantification des eaux de ruissellement est obtenue par l'application de différentes méthodes, comme la méthode superficielle ou rationnelle.

IV.2.1 La méthode rationnelle

Il s'agit de la méthode la plus ancienne, elle utilise un modèle simple de transformation de la pluie de projet (décrit par son intensité I_p), suppose uniforme et constante dans le temps, en un débit instantané maximal lorsque l'ensemble de son bassin contribue à ce débit.

Cette méthode fut découverte en 1889, mais ce n'est qu'en 1906 qu'elle a été généralisée, elle consiste à évaluer et mesurer l'avancement du calcul, les temps de concentration aux divers points caractéristiques du parcours d'un réseau, toute modification dans la résolution entraîne nécessairement une itération de calcul

De ce point de vue, la méthode rationnelle est une méthode de convergence permettant d'optimiser les résultats.

Dans la pratique, la démarche consiste à estimer les débits produits à l'aval de secteurs élémentaires S_1, S_2, \dots, S_n délimités par des lignes isochrones de ruissellement (lignes ayant le même temps d'écoulement), arrive à l'exutoire au bout d'un temps Δt (respectivement $2\Delta t, \dots, n\Delta t$).

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

$$Q = Cr.i.S \dots\dots\dots (IV-1)$$

Cependant, si on tient compte que l'intensité n'est pas uniforme (que l'averse à un épiceutre et se diffuse dans l'espace), il convient d'appliquer un coefficient α de répartition de la pluie qui On obtiendra alors la relation :

$$Q = Cr. \alpha.i.S \dots\dots\dots (IV-2)$$

Avec :

Q : débit d'eau de ruissellement [l/s] ;

S : surface de l'aire d'influence [ha] ;
 Cr : coefficient de ruissellement ;
 i : intensité de précipitation [l/s/ha].
 α : Coefficient correcteur de l'intensité tenant compte de la distribution de la pluie dans l'espace.

IV.2.1.1 Hypothèses de la méthode rationnelle

- Le débit de pointe est observé à l'exutoire seulement si la durée de l'averse est supérieure au temps de concentration du bassin versant
- Le débit de pointe à la même période de retour que l'intensité moyenne qui le provoque.
- Le débit de pointe est proportionnel à l'intensité moyenne sur une durée égale au temps de concentration du bassin versant.

IV.2.1.2 Validité de la méthode rationnelle

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

IV.2.1.3 Temps de concentration

Le temps de concentration d'un bassin est défini comme étant le temps mis par la pluie tombée au point le plus éloigné

$$T_c = t_1 + t_2 + t_3$$

Où :

- t1 : Temps mis par l'eau pour s'écouler dans les canalisations :

$$t_1 = \frac{L}{60V} = \frac{\text{Longueur}}{\text{vitesse}} \dots\dots\dots \text{(IV-3)}$$

- t2 : Temps mis par l'eau pour atteindre le premier ouvrage d'engouffrement, ce temps varie de 2 à 20 min ;
- t3 : Temps de ruissellement dans un bassin ne comportant pas de canalisations :

$$t_3 = \frac{L}{11\sqrt{I}}$$

Trois cas peuvent être envisagés :

- Le bassin ne comporte pas de canalisation : $T_c = t_3$.
- Le bassin comporte un parcours superficiel, puis une canalisation : $T_c = t_1 + t_3$.
- Le bassin est urbanisé et comporte une canalisation : $T_c = t_1 + t_2$.

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

$$T_c = 3.98 \left[\frac{L}{\sqrt{i}} \right]^{0.77} \dots \dots \dots \text{(IV-4)}$$

IV.2.2 La méthode superficielle (méthode de Caquot)

Le modèle de Caquot ou la méthode superficielle est une forme globaliste de la méthode rationnelle.

D’une manière générale, en faisant intervenir tous les mécanismes de l’écoulement, cette méthode permet de calculer, aux divers points caractéristiques des tronçons, le débit de pointe qui servira à la détermination ultérieure des dimensions hydrauliques des ouvrages évacuateurs.

C’est un modèle déterministe de définition du débit de pointe s’appliquant à toute la surface considérée, d’où l’expression de la méthode superficielle de Caquot, mais à la différence de la méthode rationnelle, il ne s’applique qu’aux surfaces urbaines drainées par des réseaux, à moins d’ajuster les paramètres.

Cette formule se présente sous la forme suivante :

$$Q_f = K^u I^v C^w S^u \dots \dots \dots \text{(IV-5)}$$

Où :

Q_f : débit pluvial de fréquence f , en [m³/s] ;

K, u, v, w : coefficient d’expression ;

I : pente moyenne du collecteur du sous bassin considéré en [m/m] ;

C : coefficient de ruissellement ;

S : surface du sous bassin considéré [ha] ;

Où : $I(t, f)$: intensité de pluie de durée t et de fréquence f .

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

$$K = \frac{(0.5)^{b(f)} a(f)}{6.6}$$

$$v = 0.41.b (f)$$

$$u = 1 + 0.287.b (f)$$

$$w = 0.95 + 0.507.b(f)$$

a(f) et b(f) sont des paramètres de la relation :

$$I(t, f) = a(f).t^{b(f)}$$

IV.2.2.1 Validité de la méthode superficielle

Les limites d'application de la méthode superficielle sont :

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

IV.2.3 Choix de la méthode

Après le découpage de l'aire en sous bassin ayant la même nature du sol afin d'avoir une bonne estimation du coefficient de ruissellement, la méthode rationnelle nous donne une excellente estimation du débit pluvial.

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

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

$$\alpha = 1 - 0.006\sqrt{d/2}$$

Pour des bassins ramassés (carrés ou cercles) :

$$\alpha = 1 - 0.005\sqrt{d}$$

Tableau IV-3 Évaluation des débits pluviaux pour chaque sous bassin

Sous-Bassin	Surface (ha)	Cr	i (l/s/ha)	α	Q pluvial (m ³ /s)
1	25.53	0.76	120	0.916	2.13
2	35.41	0.72	120	0.863	2.64
3	30.6	0.71	120	0.902	2.35
4	25.83	0.60	120	0.895	1.66
5	20.24	0.68	120	0.921	1.52
6	24.01	0.74	120	0.915	1.95
7	20.07	0.75	120	0.897	1.62
8	30.8	0.78	120	0.903	2.60
9	13.71	0.74	120	0.942	1.14
10	14.81	0.71	120	0.937	1.18
					Total = 18.79

Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons calculé les différents débits (eaux pluviales et Eaux usées) pour chaque sous bassins.

On a choisi d'utiliser la méthode rationnelle en se basant sur des critères qui s'adaptent avec la nature de notre zone industrielle.

On remarque que le débit d'eau usée est presque négligeable devant le débit d'eau pluviale

Chapitre V

Calcul Hydraulique

Introduction

Dans ce chapitre nous procéderons au dimensionnement de réseau d'assainissement du type séparatif et les calculs hydrauliques du réseau et sa conception.

Connaissant en chaque point, les débits à évacuer et la pente des ouvrages, le choix des sections sera déduit de la formule d'écoulement adoptée. Les dimensions des canalisations varient compte tenu des diamètres courants de fabrication, ce qui apporte de ce fait, une capacité supplémentaire d'écoulement.

V.1 Conditions d'écoulement et de dimensionnement

Dans notre projet l'évacuation des eaux est assurée par un écoulement gravitaire qu'il doit assurer une vitesse permettant l'auto curage tout en évitant la dégradation des conduites.

Les conditions minimales censées assurer l'auto curage des réseaux d'assainissement sont les suivantes :

- $V \geq 1 \text{ m/s}$ pour un débit $Q = Q_{ps}$.
- $V \geq 0.6 \text{ m/s}$ pour un débit $Q = 10\% Q_{ps}$.
- $V \geq 0.3 \text{ m/s}$ pour un débit $Q = 1\% Q_{ps}$.

La vitesse d'érosion représente la limite supérieure (entre 4 et 5 m/s), au-dessus de laquelle les parois internes des conduites seront soumises à une forte érosion compte tenu du fait que les eaux sont chargées.

V.1.1 Mode de calcul

Avant de procéder au calcul hydraulique du réseau d'assainissement en gravitaire, on considère les hypothèses suivantes :

- L'écoulement est uniforme à surface libre, le gradient hydraulique de perte de charge est égal à la pente du radier.
- Les canalisations d'égouts dimensionnées pour un débit en pleine section Q_{ps} ne débitent en réalité et dans la plupart du temps que des quantités d'eaux plus faibles que celles pour lesquelles elles ont été calculées.

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

$$Q = V.S \dots \dots \dots (V-1)$$

Avec :

Q : Débit (m³/s).

V : Vitesse d'écoulement (m/s).

S : Section mouillée (m²).

Le dimensionnement des différents collecteurs est fait par la formule de Manning Strickler :

$$V = K R h^{2/3} \sqrt{I} \dots \dots \dots (V-2)$$

Avec :

I (m/m) : Pente motrice nécessaire à l'écoulement d'un débit Q donné (I > 0,2%).

R_h (m) : Rayon hydraulique.

K : Coefficient de rugosité dépend de la nature des parois,

$$K = \frac{87}{1 + \frac{\gamma}{\sqrt{R}}} \dots \dots \dots (V-3)$$

Avec γ : coefficient de Bazin qui dépend de la nature de la canalisation.

Et on tire l'expression du débit :

$$Q = K_s . S . R^{\frac{2}{3}} . \sqrt{I} \dots \dots \dots (V-4)$$

D'où le diamètre est calculé par la formule :

$$D_{cal} = \left(\frac{3,2036 * Q_t}{K_s * \sqrt{I}} \right)^{\frac{3}{8}} \dots \dots \dots (V-5)$$

Le débit à plein section est donné par la relation :

$$Q_{ps} = V_{ps} * \frac{\pi * (D_{nor})^2}{4} \dots\dots\dots (V-6)$$

La vitesse en pleine section est calculée à partir de la relation, avec le rayon hydraulique

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

$$V_{PS} = K_s (D_{nor}/4)^{2/3} \sqrt{Im} \dots\dots\dots (V-7)$$

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

- Rapport des débits : $R_Q = \frac{Q}{Q_{ps}}$
- Rapport des vitesses : $R_v = \frac{V}{V_{ps}}$
- Rapport des hauteurs $R_h = \frac{h}{\dots\dots\dots}$

V : Vitesse moyenne d'écoulement de l'eau.

H : hauteur de remplissage.

Rv et Rh sont obtenus à partir de l'annexe II.

✓ Calcul des pentes

Les pentes sont calculées avec la formule suivante

$$I = \frac{C_{aval} - C_{amont}}{L}$$

Avec :

I : pente [m/m]

C_{aval} : côte du radier aval [m]

C_{amont} : côte du radier amont [m]

L : distance entre deux regards d'égout [m]

Les côtes sont tirées à partir du plan de nivellement en suivant les collecteurs qu'on a implantés et pour chaque tronçon qui est symbolisé par un regard de départ et un autre d'arrivée.

✓ Calcul du rayon hydraulique

$$R_h = \frac{S}{P} = \frac{D}{4}$$

Avec :

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

$$P = \pi D$$

D : diamètre de la conduite.

✓ Débit à pleine section Q_{ps}

$$Q_{ps} = K_s \cdot S \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot \sqrt{I} \dots\dots\dots (V-8)$$

✓ Vitesse à pleine section V_{ps}

$$V_{ps} = K_s \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot \sqrt{I} \dots\dots\dots (V-9)$$

Avec :

Tableau (V-1) Coefficient de Manning-Strickler en fonction de la nature des parois

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

Source : livre « Les réseaux d'assainissement de R.BOURRIER

V.2 Dimensionnement du réseau d'assainissement

Les résultats de calcul des dimensions des collecteurs et des paramètres hydrauliques (condition d'écoulement et la vitesse d'auto curage) sont reportés l'ANNEXE 1

Conclusion

Au cours de ce chapitre, j'ai tracé le réseau d'assainissement du parc industriel et j'ai dimensionné l'ensemble des canalisations de sorte que la majorité des conditions soit vérifiée. Hélas, vu que la pente du terrain est très accentuée la vitesse d'écoulement a dépassé légèrement la limite, on installera des regards de chutes pour y remédier

Chapitre VI

Ouvrages et éléments du réseau d'égout

Introduction

L'assainissement est une démarche visant à améliorer la situation sanitaire globale de l'environnement en supprimant toute cause d'insalubrité.

Les éléments constitutifs d'un réseau d'égout doit assurer le bon fonctionnement de ce dernier.

Les ouvrages peuvent être classés en Les ouvrages principaux qui constituent le corps du réseau et Les ouvrages annexes qui permettent une bonne exploitation du réseau.

VI.1 Les ouvrages principaux

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

VI.1.1 canalisations

La canalisation d'assainissement est une conduite faisant partie d'un réseau d'assainissement et permettant de faire circuler des fluides (eaux usées, eaux pluviales ...) entre deux lieux de desserte.

VI.1.1.1 Type de canalisations

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

a. Conduites en béton non armé

Tuyau ne contenant aucune armature ou fibre d'acier servant au renforcement. La longueur utile ne doit pas dépasser 2,50m. Ces types de tuyaux ont une rupture brutale, à moins que la hauteur de recouvrement ne soit insuffisante.

b. Conduites en béton armé

Tuyau dont la résistance structurelle est renforcé par des armatures constituées d'une ou plusieurs cages d'acier, convenablement placées pour résister aux contraintes de traction dans la paroi du tuyau.

c. Tuyaux en fibre ciment

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

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

d. Conduites en chlorure de polyvinyle (P.V.C) non plastifié

Les canalisations en PVC, utilisées depuis plus de 50 ans, occupent une place Prépondérante dans le milieu du bâtiment et des travaux publics.

Ces tuyaux sont fabriqués d'après ce qui est indiqué dans la norme 1452 : Systèmes de canalisations en plastique pour l'alimentation en eau, pour branchements et collecteurs d'assainissement enterrés et aériens avec pression.

VI.1.1.2 Choix du type de canalisations

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

- De la pente du terrain.
- Des diamètres utilisés.
- De la nature du sol traversé.
- De la nature chimique des eaux usées transportées.
- Des efforts extérieurs dus sur remblai.

Donc pour notre projet les conduites sont en PVC-HP PN10 BARS de diamètre minimum $\varnothing 315\text{mm}$ $\varnothing 630\text{mm}$ et pour les conduites dépassants $\varnothing 630\text{ mm}$ seront en béton armé de classe 135A.

Le choix de la classe 135 A, est motivé par l'importance des charges roulantes au-dessus des remblais. Il est important de noter que généralement les collecteurs de grand diamètre projeté en béton armé se trouvent en fin de réseau (vers les points de rejets), ce qui fait que les profondeurs à ce niveau ne sont pas très importantes. Cette faible profondeur expose le réseau à diverses charges roulantes (poids lourds).

Le PVC réunit un ensemble de propriétés exceptionnelles, parmi lesquelles on peut Distinguer : la solidité, la légèreté, l'anticorrosion, la durabilité, l'inertie chimique

VI.1.2 Les Joints

Les joints de traversée de paroi permettent de garantir l'étanchéité des ouvrages lors de leurs traversées par des canalisations. Ils sont destinés aux canalisations souples ou rigides.

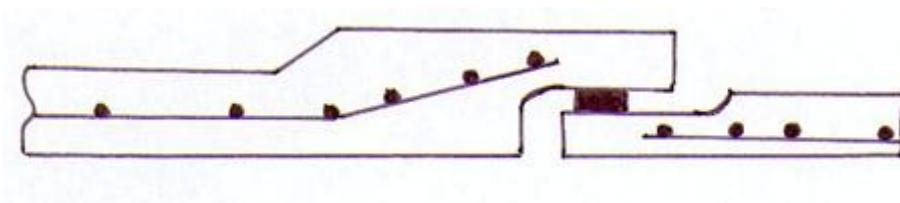
VII.2.1 Les joints des conduites en béton armé

Le choix judicieux des assemblages est lié à la qualité du joint. Il est en fonction de la nature des eaux et leur adaptation vis-à-vis de la stabilité du sol et en fonction de la nature des tuyaux et de leurs caractéristiques (Diamètre, épaisseur).

Pour les tuyaux en béton armé, on a différents types de joints à utiliser :

a. Joint type Rocla

Ce type de joint assure une très bonne étanchéité pour les eaux transitées et les eaux extérieures. Ce joint est valable pour tous les diamètres

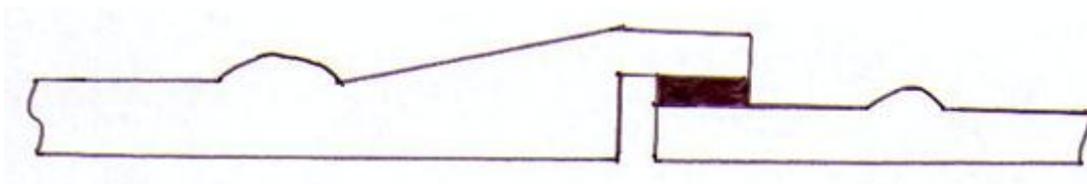


Source : <http://www.bonnabeton.com>

Figure VI-1 joint rocla

b. Joint à Collet

Le bourrage se fait au mortier de ciment, il n'est utilisé que dans les bons sols, à pente faible.

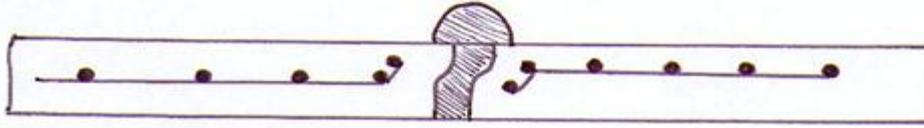


Source : <http://www.bonnabeton.com>

Figure VI-2 Joint à Collet

c. Joint à demi-emboîtement

Avec cordon de bourrage en mortier de ciment, ce joint est utilisé dans les terrains stables. Il y a risque de suintement si la pression est trop élevée. Il est à éviter pour les terrains à forte pente.



Source : <http://www.bonnabeton.com>

Figure VI-3 Joint à demi-emboîtement

VI.1.3 Différentes actions supportées par la conduite

Les canalisations sont exposées à des actions extérieures et intérieures ; pour cela, elles doivent être sélectionnées pour lutter contre ces actions qui sont :

a. Les actions mécaniques

Ce type d'action résulte de l'agressivité des particules de sable et de gravier qui forment le remblai et le radier des canalisations.

b. Les actions chimiques

Nous nous intéressons surtout aux réactions à l'intérieur de la conduite.

Une baisse du pH favorise le développement des bactéries acidophiles qui peuvent à leur tour favoriser la formation de l'acide sulfurique (H_2S) corrosif et néfaste pour les conduites.

VI.1.4 Protection des conduites en béton armé

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

Pour cela les moyens de lutte peuvent se résumer comme suit

- Les temps de rétention des eaux usées dans les canalisations doivent être réduits au maximum.

- L'élimination des dépôts doit s'opérer régulièrement, car ces derniers favorisent le développement des fermentations anaérobies génératrices d'hydrogène sulfuré (H₂S).
- Une bonne aération permet d'éviter les condensations d'humidité sur les parois et de réduire ainsi la teneur en H₂S.
- La mise en place de mortier de ciment alumineux.
- L'utilisation de fluosilicates de zinc ou de magnésium (fluatation).
- La mise en œuvre d'une solution chaude de silicate de sodium (silicatisations).
- Emploi de fluorure de silicium (coarctation).
- La fixation de plaques préfabriquées en matière plastique.
- Le revêtement en caoutchouc chloré.

VI.1.5 Essais des tuyaux préfabriqués

Avant d'entamer la pose de canalisations ; il est obligatoire de faire quelques essais notamment l'essai à l'écrasement, l'étanchéité et la corrosion sur nos conduites.

a. Essai à l'écrasement

Le test de résistance à l'écrasement consiste à mesurer la charge de compression nécessaire à provoquer la déformation, la fracturation, l'éclatement ou l'écroulement d'un échantillon. Ce type de test peut être effectué sur une grande variété de produits, notamment Les ouvrages doivent résister aux charges permanentes des remblais d'une part, aux surcharges dans les zones accessibles aux véhicules routiers d'autre part. Ce qui nous obligeons de faire l'essai à l'écrasement.

b. Essai à l'étanchéité

Le test d'étanchéité est la mise en pression d'une partie de la canalisation pour déterminer son état. Il permet de détecter la présence de fuites dans les réseaux de canalisations d'assainissement. Pour le cas de la plomberie sanitaire, ce test vise à analyser en détail les canalisations, pour s'assurer de leur bon fonctionnement. Pour un test réussi, les experts doivent tout simplement respecter les normes imposées dans l'exécution du test. Le résultat du test est décrypté uniquement par un professionnel qualifié dans le domaine.

c. Essai de corrosion

Les eaux ménagères et les eaux industrielles évacuées par les canalisations en béton renferment de l'acide carbonique dissous dans l'eau, de l'Hydrogène sulfuré (H₂S) produit par les fermentations anaérobies et des composés acides divers des eaux industrielles. Sous l'action de ces agents, le béton est corrodé et ce matériau se détériore.

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

VI.2 Les ouvrages annexes

Les ouvrages annexes sont constitués par tous les dispositifs de raccordement, d'accès réception des eaux usées ou d'engouffrement des eaux pluviales et par les installations ayant pour rôle fonctionnel de permettre l'exploitation rationnelle du réseau (déversoirs d'orage, relèvements, bassins de stockage-restitution, etc.) ils 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.

VI.2.1 les branchements

Le branchement est l'ensemble de canalisations reliant les installations sanitaires de l'immeuble au réseau public d'assainissement. Il constitue donc le lien entre le point de raccordement de la construction (domaine privé), et le réseau public (domaine public).

Les canalisations de branchement doit raccorder de préférence inclinée à 45° par rapport à l'axe général du réseau public (société ETERNIT) et suivant une oblique de 60° (société EVERITUBE)

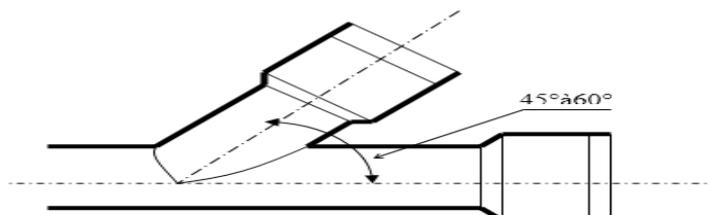


Figure VI-4 Exemple d'un branchement simple

VI.2.2 Les caniveaux

Les caniveaux sont destinés à la recueillir des eaux pluviales ruisselants sur le profil transversal de la chaussée et des trottoirs et au transport de ces eaux jusqu'aux bouches d'égout.

VI.2.3 Les bouches d'égout

Ouverture généralement pratiquée en bordure des voies de circulation dans laquelle s'écoulent les eaux en surface (pluviales et de lavage des chaussées)

La distance entre deux bouches d'égout est en moyenne de 50m.

La section d'entrée est en fonction de l'écartement entre les deux bouches afin d'absorber le flot d'orage venant de l'amont.

Elles peuvent être classées selon deux critères :

- Le mode de recueil des eaux : bouches à accès latéral et bouches à accès sur le dessus.
- Le mode de retenue des déchets solides c'est-à-dire sans ou avec décantation.

VI.2.4 Regards

Ouvrage enterré en béton, en matériau de synthèse ou en maçonnerie de dimensions variables permettant d'accéder à un robinet d'arrêt, un tampon de visite ou de dégorgeement d'une canalisation.

Les regards ont plusieurs fonctions :

- permettre de contrôler les différentes parties du système d'assainissement.
- permettre d'entretenir et de maintenir le système d'assainissement.
- permettre d'introduire matériels et outils de nettoyage.
- permettre de faire des coudes à 90° pour la canalisation.

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

- **Regard simple** : pour le raccordement des collecteurs de mêmes diamètres ou de diamètres différents.
- **Regard latéral** : en cas d'encombrement du V.R.D ou des collecteurs de diamètre important.
- **Regard double** : pour un système séparatif.
- **Regard toboggan** : en cas d'exhaussement de remous.

➤ **Regard de chute** : à forte pente.

La distance entre deux regards est variable :

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

VI.2.4.1 Dimensionnement des regards des chutes

Dans notre projet on a implanté plusieurs regards des chutes pour démunie quelques pentes et réduire les vitesses dans certains tronçons

➤ **Exemple : dimensionnement du regard du chute R 4**

On a les données suivantes :

La profondeur du regard $h = 4.06$ m

La vitesse d'arrive de l'eau $v = 3.11$ m/s

On va détermine la largeur b du regard :

$$h = \frac{1}{2} g t^2$$

$$b = v.t$$

$$t = \sqrt{\frac{2.h}{g}} \implies b = v. \sqrt{\frac{2.h}{g}}$$

$$b = 3.11 \sqrt{\frac{2 \cdot 4.06}{9.81}} = 2.83 \text{ m} \implies \text{les caractéristique de regard du chute R4 sont les suivantes :}$$

- La profondeur $h = 4.06$ m
- La largeur $b = 2.83$ m

Les dimensions des regards de chute sont illustrées dans le tableau VI-1 :

Tableau VI-1 les dimensions des regards des chutes

regard	collecteur	Vitesse (m/s)	Profondeur (m)	Largeur (m)
R8	ep principal 1	2,06	3,1	1,63
R13	ep principal 1	4,01	2,73	2,99
R15	ep principal 1	3,93	3,94	3,52
R17	ep principal 1	2,17	2,45	1,53
R26	ep principal 1	3,85	3,08	3,05
R28	ep principal 1	3,03	2,96	2,35
R29	ep principal 1	4,25	3,01	3,32
R30	ep principal 1	4,44	3,58	3,79
R31	ep principal 1	4,02	3,39	3,34
R33	ep principal 1	3,52	3,12	2,8

Tableau VI-2 les dimensions des regards des chutes (suite)

regard	collecteur	Vitesse (m/s)	Profondeur (m)	Largeur (m)
R36	ep principal 1	4,11	2,8	3,1
R38	ep principal 1	4,42	3	3,45
R41	ep principal 1	4,15	3,3	3,4
R43	ep principal 1	4,21	2,8	3,18
R45	ep principal 1	4,23	3,4	3,52
R47	ep principal 1	4,34	3,3	3,55
R50	ep principal 1	4,28	3,6	3,66
R66	ep principal 2	4,99	2,5	3,56
R69	ep principal 2	4,38	2,5	3,12
R73	ep principal 2	2,73	3,94	2,44
R77	ep principal 2	4,61	2,75	3,45
R96	ep principal 3	3,36	2,4	2,35
R113	ep principal 3	4,03	2,1	2,63
R119	ep principal 3	4,02	3,13	3,21
R176	ep 1-1	4,48	3	3,5
R180	ep 1-1	5	2,5	3,56
R197	ep 1-2	4,99	2,8	3,77

VI.2.4.2 Emplacement des regards

Les regards doivent être installés Sur les canalisations :

- A chaque changement de direction.
- A chaque jonction de canalisation.
- Aux points de chute.
- A chaque changement pente.
- A chaque changement diamètre.

Remarque

Pour notre parc industriel on utilisera des regards de visite simples avec un espacement qui facilite l'entretien et les opérations de nettoyages

VI .3 Bassin de stockage des eaux pluviales

Un bassin de rétention des eaux pluviales est une zone de stockage des eaux pluviales, enterrée ou à ciel ouvert, Il est destiné à contenir le surplus d'eaux de pluie et de ruissellement généré par l'urbanisation ou l'aménagement d'un site en fonction d'un débit d'évacuation régulé vers un exutoire

VI .3.1 Bassins : rétention et stockage d'eau, défense incendie

Les bassins de retentions a pour but de limiter les apports d'eaux pluviales et par son rôle tampon, d'éviter ainsi de saturer les réseaux d'assainissement, et le débordement des déversoirs d'orages, Ils permettent de stocker un grand volume d'eau de pluie, pour permettre son utilisation par les pompiers lors d'un incendie

VI .3.2 Types de bassins et disposition d'ensemble

Ils se divisent en deux types :

VI .3.2.1 Les bassins secs

Ils sont généralement vides sauf pendant la période consécutive à un orage, laquelle ne doit pas excéder quelques jours. Le fond doit avoir une pente minimale de 0.05 m/m afin d'éviter la formation des zones marécageuses. Les pentes de berges doivent être au maximum de :

- 1/6 ; si les abords du bassin sont accessibles au public.
- 1/2 ; dans le cas contraire.

VI .3.2.2 Les bassins en eau

Ces bassins présentent un plan 'eau permanente pouvant parfois, être choisis dans le cadre de l'aménagement d'un milieu attractif. Le tirant d'eau minimal d'un bassin en eau a été fixé à 1.5 m afin d'assurer la vie des poissons et d'éviter le développement des plantes aquatiques.

Si le bassin est intégré dans un milieu attractif, l'aménagement des berges sera, réalisé comme suit :

- Risbermes horizontales de 2 m à 4m pour raisons de sécurité.
- Parement vertical de 0,5 m à 0,75 m réalisé avec un souci esthétique.
- Talus gazonné de pente maximale de 1/6.

Pour notre étude nous utilisons le bassin sec comme bassin de retenue des eaux pluviales.

VI .3.3 Dimensionnement du bassin de rétention

Deux méthodes existent pour le calcul du bassin de rétention et qui supposent que le débit sortant est constant. Ce calcul du volume tient compte de certains paramètres qui ne sont pas négligés :

- La quantité d'eau de pluie tombée directement sur la surface du bassin
- Des apports d'eau de ruissellement recueillis en amont pendant une précipitation.
- Les sources alimentant de manière continue la retenue.
- Le débit d'évacuation destiné à d'autres utilisations (irrigation, station 'épuration).
- Les pertes d'eau par évaporation
- Les pertes d'eau par infiltration.

VI .3.3.1 Méthode des pluies

Cette méthode est décrite dans le guide technique des bassins de retenue du Service Technique de l'Urbanisme (Lavoisier 1994)

Elle consiste à calculer, en fonction du temps, la différence entre la lame d'eau précipitée sur le terrain et la lame d'eau évacuée par le ou les ouvrages de rejet.

Nous citons uniquement les étapes à suivre pour la détermination du volume.

- Il faut connaître la fréquence de pluie et la valeur du débit demandé.
- Détermination du volume

$$V1=3600 Q t$$

Avec :

V1 : volume en (m³)

Q : débit de vidange en (m³/s)

t : temps en heure.

- La hauteur d'eau correspondant à la surface active du bassin urbanisé est donc :

$$H= (3600Q.t) / (S.Ca)$$

Avec :

H : en mm

Q : en m³/s

S : surface totale du bassin à drainer en hectare.

t : temps en heure.

Ca : coefficient d'apport.

On peut alors reporter sur le graphique de la droite $h(t)$ donnant, en fonction du temps, la hauteur d'eau évacuée. À partir d'une loi statistique on a établi, pour chaque intervalle de temps une courbe donnant les hauteurs de pluie correspondant à différentes durées moyennes de retour.

La différence d'ordonnée entre cette droite et la courbe enveloppe choisie donne à chaque instant la hauteur de pluie à stocker. L'écart maximal Δh obtenu en menant la tangente à la courbe enveloppe parallèle à OB correspond à la hauteur d'eau de pluie à stocker et le volume du bassin est donné par la formule :

$$V = 10. \Delta h. Sa$$

$$\Delta h = h_{\text{pluie}} - h_{\text{fuite}}$$

10 est un coef d'unité, h est en mm et Sa est en ha

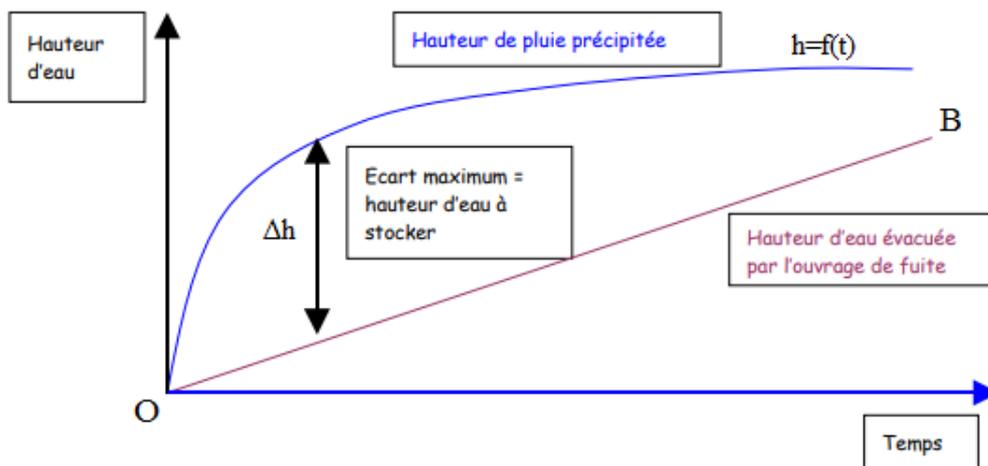


Figure VI-5 Graphe de la hauteur d'eau par rapport au temps.

VI .3.3.2 Méthode des volumes

La détermination du volume d'un bassin peut s'effectuer selon le processus général exposé précédemment, mais en l'appliquant, cette fois, non à la courbe enveloppe, mais à chaque épisode pluvieux particulier

En ajustant les résultats trouvés à une loi statistique, on a obtenu, pour chaque débit de vidange, une courbe donnant la hauteur à stocker en fonction de la durée de retour

Cette méthode suppose le débit (Q) demandé sensiblement constant

$$Q = \frac{Ca \cdot S \cdot q}{360}$$

Q : débit de fuite en (m³/s)

Ca : coefficient d'apport (Ca=Sa/S)

S : surface totale en (ha)

Sa : surface active en (ha)

q : débit de fonctionnement de bassin en (mm/h)

- On détermine le débit q d'après la relation suivante :

$$q \text{ (mm/h)} = 360 Q/Sa$$

- En fonction de la période de retour choisie et en débit de fuite de q (mm/h), on détermine la hauteur d'eau ha (mm) qui est la capacité spécifique de stockage moyennant les principes hydrologiques

- On détermine le volume V m³ moyennant, la relation :

$$V \text{ (m}^3\text{)} = 10 \text{ ha Sa}$$

- On majore la valeur de V d'une valeur de 1/6 V_b, pour tenir compte du temps mis pour atteindre le débit de fuite lequel, les calculs sont basés ;

D'ou :

$$V_t = V_b + (1/6) V_b$$

Donc

$$V_t = (7/6) V_b$$

VI .3.3.3 Le calcul de bassin de retenue des eaux pluviales

Nous allons reprendre la méthode de dimensionnement d'un bassin de rétention expliquée précédemment. Il est important de rappeler que cette méthode est basée sur une pluie de retour 10 ans.

- **Le coefficient de ruissellement**

Le coefficient de ruissellement choisi pour le dimensionnement est le coefficient de ruissellement moyen sur l'ensemble du bassin versant, calculé précédemment. On définit donc Cr = 0.73.

VI .3.3.4.1 Dimensionnement du bassin de rétention 1

$$S_{\text{total}} = 91.54 \text{ ha}$$

$$Q_{\text{total}} = 6.58 \text{ m}^3/\text{s}$$

La surface participante au débit qui va a le bassin de retenue est égale à 9.73 ha

Donc le débit qui va a le bassin de retenue = 700 l/s

➤ **Le débit de fuite admissible à l'aval**

$$Q_f = (3 \times S) / 10\,000$$

Nous définissons $Q = 29.19 \text{ l/s}$ à l'exutoire du bassin versant.

La formule nécessite une valeur en m^3/s , la valeur du débit admissible à l'aval est donc $Q = 0.0291 \text{ m}^3/\text{s}$.

➤ **La surface active du bassin versant**

On détermine la surface active du bassin versant à l'aide du calcul effectué précédemment lors du Calcul de base ($S = 9.73 \text{ ha}$ et $C_a = 0.6$).

$$S_a = 5.83 \text{ ha}$$

➤ **Calcul de la hauteur équivalente**

On applique alors la formule définissant la hauteur équivalente en fonction de la surface active et du débit de fuite admissible à l'aval.

On a

Débit spécifique par rapport à la surface active

$$q_s = \frac{360 \cdot Q_f}{S_a}$$

$$q_s = 1.80 \text{ mm/h}$$

➤ **Détermination de la hauteur spécifique de stockage**

À l'aide de (Annexe 02), on détermine la hauteur spécifique de stockage en fonction de la hauteur équivalente q .

On définit : $H_a = 30 \text{ mm}$

➤ **Calcul du volume du bassin de rétention**

On applique alors la formule définissant le volume en fonction de la hauteur spécifique de stockage et de la surface active :

$$V = 10 \cdot H_a \cdot S_a = 1749 \text{ m}^3$$

Dimensions du bassin de rétention

On fixe une hauteur de 3 m ; on trouve une surface de $S = 583 \text{ m}^2$.

On prend un bassin rectangulaire donc

La largeur $l = 17 \text{ m}$ et la longueur $L = 34 \text{ m}$

Comme notre bassin de rétention est n'accessible pas au public, on prend un talus de 1/2.

VI .3.3.4.2 Dimensionnement du bassin de rétention 2

$S = 50.87 \text{ ha}$

$Q = 4.495 \text{ m}^3/\text{s}$

La surface participe au débit qui va a le bassin de retenue est égale à 4.6 ha

Donc le débit qui va a le bassin de retenue = 410 l/s

➤ Le débit de fuite admissible à l'aval

$Q_f = (3 \times S) / 10\,000$

Nous définissons $Q_f = 13.8 \text{ l/s}$ à l'exutoire du bassin versant.

La formule nécessite une valeur en m^3/s , la valeur du débit admissible à l'aval est donc $Q = 0.0138 \text{ m}^3/\text{s}$.

➤ La surface active du bassin versant

On détermine la surface active du bassin versant à l'aide du calcul effectué précédemment lors du Calcul de base ($S = 4.6 \text{ ha}$ et $C_a = 0.5$).

$S_a = 2.3 \text{ ha}$

➤ Calcul de la hauteur équivalente

On applique alors la formule définissant la hauteur équivalente en fonction de la surface active et du débit de fuite admissible à l'aval.

On a

Débit spécifique par rapport à la surface active

$$q_s = \frac{360 \times Q_f}{S_a}$$

$$q_s = 2.1 \text{ mm/h}$$

➤ **Détermination de la hauteur spécifique de stockage**

À l'aide de (Annexe 02), on détermine la hauteur spécifique de stockage en fonction de la hauteur équivalente q .

On définit : $H_a = 25 \text{ mm}$

➤ **Calcul du volume du bassin de rétention**

On applique alors la formule définissant le volume en fonction de la hauteur spécifique de stockage et de la surface active :

$$V = 10 \cdot H_a \cdot S_a = 1075 \text{ m}^3$$

Dimensions du bassin de rétention

On fixe une hauteur de 3 m ; on trouve une surface de $S = 358 \text{ m}^2$.

On prend un bassin rectangulaire donc

La largeur $l = 13 \text{ m}$ et la longueur $L = 26 \text{ m}$

Comme notre bassin de rétention est n'accessible pas au public, on prend un talus de 1/2.

Tableau VI-3 Tableau recapiltatif des résultats des deux bassins de retenues

Bassin de retenue	Q (m ³ /s)	Qf (m ³ /s)	Surface (m ²)	Surface active (m ²)	Volume (m ³)
1	0.70	0.0291	9.73	5.83	1749
2	0.41	0.0138	4.6	2.3	1075

VI.4 Déversoirs d'orage

En hydraulique urbaine, les déversoirs d'orage sont des ouvrages utilisés sur le réseau d'évacuation des eaux des agglomérations possédant un réseau unitaire. Ils tirent leur nom (déversoir) du nom de la structure de « trop-plein » construite en amont des moulins à eau. Ils permettent de rejeter une partie des effluents dans le milieu naturel ou dans un bassin de rétention, sans passer par la station d'épuration.

Ce terme générique de déversoir peut être précisé par différents aspects, comme par exemple :

- Sur un réseau unitaire, on désigne par déversoir d'orage l'ensemble du dispositif dont la fonction est d'évacuer vers le milieu naturel les eaux de ruissellement de manière à décharger le réseau aval.
- Une deuxième fonction du déversoir est d'assurer un partage des flux polluants entre le milieu naturel et le collecteur aval.

- Le déversoir d'orage est un ouvrage permettant le rejet direct d'une partie des effluents dans le milieu naturel lorsque le débit à l'amont dépasse une certaine valeur.
- Les déversoirs d'orage sont généralement installés sur les réseaux unitaires dans le but de limiter les apports du réseau aval et en particulier dans la STEP en cas de pluie.

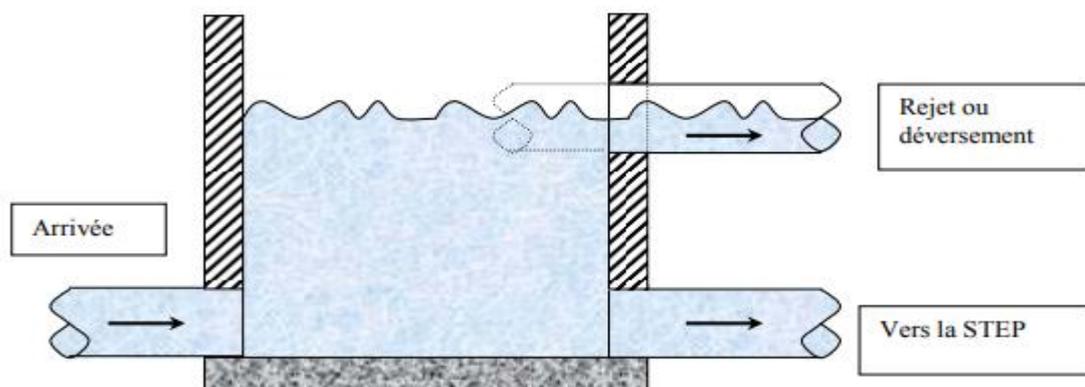
VI.4.1 Types des déversoirs

On distingue plusieurs types de déversoirs :

VI.4.1.1 Ouvrages ne possédant pas de seuil

a. Trous dans le mur

Ce sont les plus anciens ouvrages, aujourd'hui abandonnés pour deux raisons. La première est due à une capacité d'évacuation très faible au niveau de la conduite de déversement. En effet, pour évacuer le débit rejeté, l'ouvrage fonctionne comme un réservoir avec vidange par le fond. Il faut donc une charge importante d'eau dans le déversoir pour permettre l'évacuation par le trop plein. Le niveau de l'eau risque donc d'atteindre le terrain naturel avant d'atteindre le débit de décharge maximal. La deuxième raison est due à une mise en charge du réseau pour que le déversement ait lieu.



Source : <https://engees.unistra.fr>

Figure VI-6 Exemple d'un ouvrage type "trou dans le mur"



Source : <https://engees.unistra.fr>

Figure VI-7 Exemple de déversoir à trou dans le mur

b. Déversoirs à ouverture de radier : leaping weir

Les eaux usées de temps sec chutent dans une ouverture pratiquée dans le radier de la canalisation. La forme de l'ouverture peut être rectangulaire (proposée par Hager, 1992) ou elliptique (proposée par Taubmann, 1972). Les débits excédentaires de temps de pluie sont évacués en franchissant l'ouverture pour continuer dans l'alignement de la conduite amont.

L'ouverture dans le radier est réglable à l'aide d'une plaque métallique cintrée, rectangulaire ou avec une découpe parabolique que l'on place dans la conduite déversée (accessibilité en temps sec). L'objectif de cette plaque mobile est de permettre un réglage de l'ouverture et donc une modification du débit de référence.

Ce déversoir devient donc ajustable facilement dans le cas où une modification des caractéristiques hydrauliques est nécessaire. Ce type d'ouvrage est installé lorsque l'écoulement est torrentiel et donc par forte pente (quelques %).



Source : <https://engees.unistra.fr>

Figure VI-8 Exemple de déversoir leaping weir

VI.4.1.2 Ouvrage à Seuil(s)

a. Déversoirs à seuil simple

Le seuil est placé d'un seul côté de l'ouvrage. Ce type de déversoirs représente environ 85% des déversoirs à seuil.



Source : <https://engees.unistra.fr>

Figure VI-9 Exemple de déversoir latéral à seuil simple

b. Déversoirs à seuil double

Le seuil est placé de chaque côté de l'ouvrage. Ce type de déversoirs représente environ 15% des déversoirs à seuil. Ce sont des déversoirs suspendus.

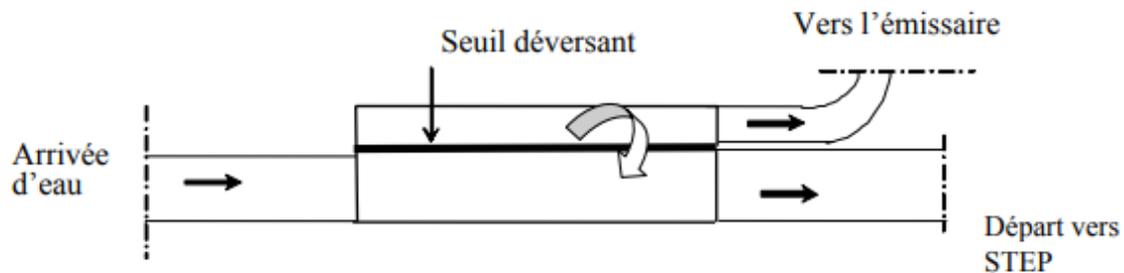


Source : <https://engees.unistra.fr>

Figure VI-10 Exemple de déversoir à seuil double

c. Déversoirs à seuil latéral

Dans le cas du déversoir à seuil latéral pur, le seuil est rectiligne et strictement parallèle à l'écoulement



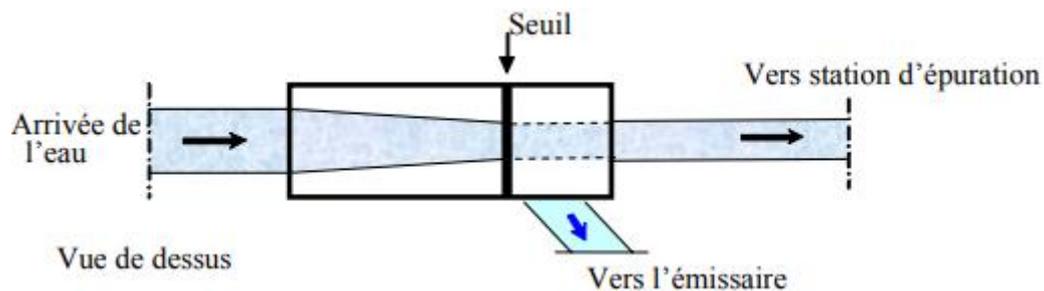
Source : <https://engees.unistra.fr>

Figure VI-11 Déversoir à seuil latéral pur, vue de dessus

d. Déversoirs à seuil frontal

Le seuil est alors rectiligne et perpendiculaire à l'écoulement. Parmi les déversoirs à seuils frontaux, on peut encore établir une sous-catégorie selon la présence ou non d'une contraction au niveau du seuil, selon la mise en charge de la conduite aval et selon l'orientation de cette même conduite par rapport à la crête

*



Source : <https://engees.unistra.fr>

Figure VI-12 Déversoir à seuil frontal pur



Source : <https://engees.unistra.fr>

Figure VI-13 Exemples de déversoir frontal

e. déversoir by pass

Ce type de déversoir permettant d'évacuer vers le milieu naturel les pointes de ruissellement de manière à dégager le réseau aval ; assurer le partage du flux polluant entre le milieu naturel et collecteur aval ; envoyer les eaux excédentaires lors des orages vers un autre collecteur en assurant un rôle de maillage du réseau

Pour avoir la capacité de transports ; prélever les eaux de temps sec pour les envois vers un égout des eaux, transformation de la partie aval du collecteur unitaire en collecteur semi-pluvial, possible qu'avec un vannage.

VI.4.2 Dimensionnement des déversoirs d'orage

❖ Mode de calcul

➤ Déterminer le débit total Q_t

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

$$Q_T = Q_P + Q_{US};$$

➤ Déterminer le débit critique Q_{cr}

$$Q_{cr} = Q_T * (1 - t_c / 100)$$

T_c = temps de concentration (mn)

$$Q_{cr} = Q_{dev} + Q_{step}$$

Q_{dev} : débit diverse.

Q_{step} = débit allant vers la step.

$$Q_{dev} = Q_{cr} - Q_{step}$$

$$Q_{step} = \text{dilution} * Q_p$$

Q_p débit de point d'eau usée.

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

$$R_Q, R_v, R_h.$$

On va tirer h_{step} , h_{cr} .

$$h_{dev} = h_{cr} - h_{step}$$

On détermine la longueur du seuil, déversant (L).

On applique la formule de BAZIN

$$Q_{dev} = mLh_{dev}\sqrt{2gh_{dev}}$$

VI.4.2.1 Dimensionnement du déversoir d'orage de type frontal (DO1)

Les données de base sont les suivantes :

- Diamètre d'entrée : $De = 1800$ mm
- Débit total à l'entrée : $Qt = 6.58$ m³/s
- Débit à pleine section : $Q_{ps} = 10.21$ m³/s
- Débit vers le bassin de retenue : $Q_{b.r} = 0.70$ m³/s
- Déversoir de type frontale $m = (\frac{2}{3}) * \mu$ tq $\mu = 0.45$

- **Temps de concentrations**

C'est le temps écoulé entre le début d'une précipitation d'une goutte et son arrivée à l'exutoire du bassin ou déversoir d'orage, il se compose de trois temps différents :

$$T_c = t_1 + t_2 + t_3$$

$$T_{c1} = t_1 + t_2 = \frac{2091}{60*3} + 3 = 14.61 = 15 \text{ min}$$

➤ **Calcul du coefficient de retardement**

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

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

➤ **Calcul du débit critique**

$$Q_{cr} = Q_t * Z$$

$$Q_{cr} = 6.58 * 0.85 = 5.59 \text{ m}^3/\text{s}$$

➤ **Calcul du débit déversé :**

$$Q_{dev} = Q_{cr} - Q_{B,r}$$

$$Q_{dev} = 4.89 \text{ m}^3/\text{s}$$

➤ **Calcul de la hauteur d'eau amont :**

$$D_{amont} = 1800 \text{ mm}$$

$$R_q = Q_{cr}/Q_{ps} = 5.59/10.21 = 0.55 \quad ==> R_h = 0.53 \text{ (Annexe 03)},$$

$$H_{amont} = R_h * D_{amont} = 954 \text{ mm}$$

➤ **Calcul de la hauteur du seuil :**

$$D_{amont} = 1800 \text{ mm}$$

$$R_q' = Q_{B,r}/Q_{ps} = 0.7/10.21 = 0.069 \quad ==> R_h' = 0.11 \text{ (Annexe 03)},$$

$$H_{seuil} = R_h' * D_{amont} = 200 \text{ mm}$$

➤ **Calcul de la hauteur déversant**

$$H_{dev} = H_{amont} - H_{seuil}$$

$$H_{dev} = 754 \text{ mm}$$

➤ **Calcul de la longueur du déversoir**

$$L = \frac{Q_d}{m H_{dev} \sqrt{2 * g * H_{dev}}}$$

$$L = 4.21 \text{ m}$$

VI.4.2.2 Dimensionnement du déversoir d'orage de type latéral (DO2)

Les données de base sont les suivantes :

-Diamètre d'entrée : $D_e = 1800 \text{ mm}$

-Débit total à l'entrée : $Q_t = 4.495 \text{ m}^3/\text{s}$

-Débit à pleine section : $Q_{ps} = 5.930 \text{ m}^3/\text{s}$

-Débit vers le bassin de retenue : $Q_{B,r} = 0.410 \text{ m}^3/\text{s}$

-Déversoir de type latéral $m = \left(\frac{2}{3}\right) * \mu \text{ tq } \mu = 0.6$

➤ **Calcul du débit critique**

$$Q_{cr} = Q_t * Z$$

$$Q_{cr} = 4.495 * 0.85 = 3.82 \text{ m}^3/\text{s}$$

➤ **Calcul du débit déversé :**

$$Q_{dev} = Q_{cr} - Q_{B,r}$$

$$Q_{dev} = 3.41 \text{ m}^3/\text{s}$$

➤ **Calcul de la hauteur d'eau amont :**

$$D_{amont} = 1800 \text{ mm}$$

$$R_q = Q_{cr}/Q_{ps} = 3.82/5.930 = 0.65 \quad == > R_h = 0.61 \quad (\text{Annexe 03}),$$

$$H_{amont} = R_h * D_{amont} = 1116 \text{ mm}$$

➤ **Calcul de la hauteur du seuil :**

$$D_{amont} = 1800 \text{ mm}$$

$$R_q' = Q_{B,r}/Q_{ps} = 0.410/5.93 = 0.069 \quad == > R_h' = 0.11 \quad (\text{Annexe 03}),$$

$$H_{seuil} = R_h' * D_{amont} = 200 \text{ mm}$$

➤ **Calcul de la hauteur déversant**

$$H_{dev} = \frac{H_{amont} - H_{seuil}}{2}$$

$$H_{dev} = 458 \text{ mm}$$

➤ **Calcul de la longueur du déversoir**

$$L = \frac{Q_d}{m * H_{dev} * \sqrt{2 * g * H_{dev}}}$$

$$L = 6.07 \text{ m}$$

VI.4.3 les grilles et les dégrilleurs

Pour éviter l'intrusion d'éléments susceptibles de perturber l'écoulement ; il convient de placer les dégrilleurs à l'entrée des déversoirs d'orage.

Leur rôle est de retenir les corps les plus volumineux transportés par les effluents pluviaux ou par les effluents d'eaux usées lors de leur écoulement dans le réseau.

❖ Dimensionnement de La grille

➤ La longueur

On a la formule suivante :

$$L = \frac{S \cdot \sin \alpha}{h \cdot (1 - \beta) \cdot \delta}$$

L : Longueur de la grille.

α : Inclinaison de la grille ($\alpha = 60^\circ$).

h_{\max} : hauteur d'eau Max (0.3 à 0.8 m).

β : Coefficient de colmatage $\beta = 0,25$.

$\delta = 0.5$ Curage automatique.

$\delta = 0.25$ Curage manuel.

La vitesse d'entrée $V_e = (0.6 \text{ à } 1) \text{ m/s}$.

Donc S : surface de la grille.

$$S = \frac{Q}{V_e}$$

VI.5 Station de refoulement

L'objectif de cette étude consiste en la projection d'un réseau d'assainissement pour la collecte des rejets des eaux usées de chaque concession et les évacués vers un milieu permettant leurs épurations (un seul point de rejet, tel que : collecteur d'assainissement ou STEP).

Le présent rapport fait l'objet d'une note de calcul pour l'estimation des débits des eaux usées rejetés au niveau du parc, la projection d'un schéma général du système d'assainissement le mieux adapté aux contraintes du terrain et enfin, le calcul des différents composants de ce système (réseau gravitaire, Stations de refoulement et conduite de refoulement).

➤ Données de base

Les eaux usées collectées par le réseau d'assainissement projeté au niveau du sous bassin Ouest (collecteurs 1 et 2) sont acheminées par pompage vers un collecteur projeté (collecteur B) au niveau du même sous bassin via la station de refoulement projeté.

N.B. Les conduites du réseau des eaux usées sont des diamètres DN 315 PVC, les vitesses sont généralement acceptables, et les conditions d'auto-curage sont satisfaites sur la quasi-totalité des tronçons du réseau d'assainissement des eaux usées projetés.

VI.5.1 Dimensionnement de la station de refoulement S.R 2

➤ La conduite de refoulement :

La longueur de refoulement de la station S.R est d'environ 462,00 m, le diamètre de la conduite de refoulement est calculé de façon à avoir une vitesse de circulation proche de $U = 1$ à $1,5$ m/s

Le diamètre de refoulement est calculé par la formule de Bonin :

$$D = \sqrt{Q}$$

Et celle de Bresse

$$D = 1.5\sqrt{Q}$$

Où :

D : diamètre de la conduite en m ;

Q : Débit véhiculé en m³/s.

$$D_{\text{bonin}} = \sqrt{0.0291} = 0.170 \text{ m}$$

$$D_{\text{bresse}} = 1.5\sqrt{0.0291} = 0.256 \text{ m}$$

L'utilisation de ces deux formules fournit l'intervalle des diamètres optimaux suivant :

[160, 180, 200, 225, 250, 280].

➤ La hauteur manométrique Total (H.M.T) :

La hauteur d'élévation ou la hauteur manométrique Total (HMT) correspond à la hauteur géométrique (différence entre le point bas et le point haut) + les pertes de charges à l'aval de la pompe

➤ Hauteur géométrique

Côte de point bas = (côte arrivée collecteur E.U) - (La hauteur d'eau dans le Puisard)
(pour ne pas dénoyer la pompe) = $1076,26 - 1,80 = 1074,46$ m

Côte de point haut=côte T.N point haut-(profondeur du réseau de refoulement)=
 1104,17 – 1,60 = 1102,68m

Donc la hauteur géométrique = 1102,68 – 1074,46= 28,22 m

➤ **Pertes de charges :**

Les pertes de charges sont la somme des pertes de charges linières et des pertes des charges singulières

$$\Delta H_{ref} = \Delta H_{sing} + \Delta H_{linéaire}$$

ΔH_{sing} : perte de charge singulière elle est prise comme étant 10% de la perte de charge linéaire.

N.B. Vu la configuration du réseau de refoulement, les pertes de charge singulières sont relativement minimales par rapport aux pertes de charges linéaires, d'où on prend une majoration de 10%.

Les pertes de charge linéaires ont été évaluées à partir de la formule universelle :

$$\Delta H_{linéaire} = \frac{16 * L_{ref} * \lambda * Q^2}{2 * g * \pi^2 * D^5}$$

$$\lambda = \left[1,14 - 0,86 * \ln \left(\frac{\varepsilon}{\varnothing} \right) \right]^{-2}$$

- L = 462,00 m
- Q = 0,02901 m³/s
- ε = 0.002mm. (pour conduite PEHD)

Tableau VI-4 La HMT en fonction du diamètre.

Diamètre (mm)	Longueur (m)	Débit (m3/s)	Vitesse (m/s)	Re	λ	ΔH (m)	ΔH totale (m)	Hg (m)	HMT (m)
160	462	0.02901	1.44	230153	0.0085	2.6	2.86	28.22	31.08
180			1.14	204980	0.0083	1.42	1.56		29.78
200			0.92	183803	0.0082	0.49	0.91		29.13
225			0.73	164074	0.0081	0.45	0.49		28.71
250			0.59	147342	0.0079	0.26	0.29		28.51
280			0.47	131459	0.0078	0.15	0.16		28.38

➤ Frais d'exploitation :

Ce sont les frais de l'énergie consommée annuellement par l'installation de pompage, donné par :

On a $F_{exp} = E_a \cdot e$

F_{exp} : frais d'exploitation

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

Par : $E_a = P_t \cdot 24 \cdot 365$

$P_t = n \cdot p$

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

p = puissance absorbée par l'installation de pompage, donnée par

La formule suivante :

$$P = \frac{HMT \cdot g \cdot Q}{\eta_p}$$

Q : le débit à refouler.

HMT : la hauteur manométrique totale.

η_p : Le Rendement de pompage

➤ Calcul du rendement de la station

Le rendement de la station de est déterminé comme suit :

$\eta_{sp} = \eta_p \eta_m \eta_{tr} \eta_{rés}$

Avec η_p : rendement de la pompe choisie qui est égale à 0,82.

η_m : rendement du moteur électrique qui est égale à 0,91.

η_{tr} : rendement de la transmission qui est égale à 1.

$\eta_{rés}$: rendement du réseau électrique qui est égale à 0,99.

$\eta_{sp} = 0.74 = 74\%$

e : prix d'un KWh = 6.15 DA

Notre station de pompage va fonctionner en moyenne de 20h par jour

Les résultats du calcul sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau VI-5 Frais d'exploitation en fonction du diamètre.

Diamètre (m)	Q (m3/s)	HMT (m)	Puissance (KW)	Pt	Ea	Fexp (Da)
0.16	0.02901	31.08	11.95	11.95	104682	643794.3
0.18		29.75	11.45	11.45	100302	616857.3
0.2		29.13	11.20	11.20	98112	603388.8
0.225		28.71	11.04	11.04	96710.4	594768.96
0.25		28.51	10.96	10.96	96009.6	590459.04
0.28		28.38	10.91	10.91	95571.6	587765.34

➤ **Frais d'amortissement**

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

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

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

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

$$A = \frac{0.08}{(0.08+1)^{30-1}} + 0.08 = 0.08882$$

Fa = prix total * (1-A)

Donc les frais d'amortissement correspondants aux différents diamètres sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau VI-6 Frais d'amortissement en fonction du diamètre

Diamètre (mm)	Prix ml (Da)	Longueur (m)	Prix total (Da)	A	Prix avec amortissement (Da)
160	1532.13	462	707844.06	0.008827	644968.396
180	2342.99		1082461.38		986309.583
200	2672.46		123686.64		112699.927
225	3047.12		1407769.44		1282721.5
250	3663.00		1692306.00		1541983.53
280	4161.23		1922488.26		1751719.4

Source : CHI ALI

➤ **Choix du diamètre économique**

Le cout total est calculé par la formule suivante :

$$Ct = F_{exp} + F_{am}$$

Tableau VI-7 Bilan des couts en fonction des diamètres.

Diamètre (mm)	F _{exp} (DA)	F _{am} (DA)	C _t (DA)
160	643794.3	644968.396	1288762.7
180	616857.3	986309.583	1603166.88
200	603388.8	112699.927	716088.727
225	594768.96	1282721.5	1877490.46
250	590459.04	1541983.53	2132442.57
280	587765.34	1751719.4	2339484.74

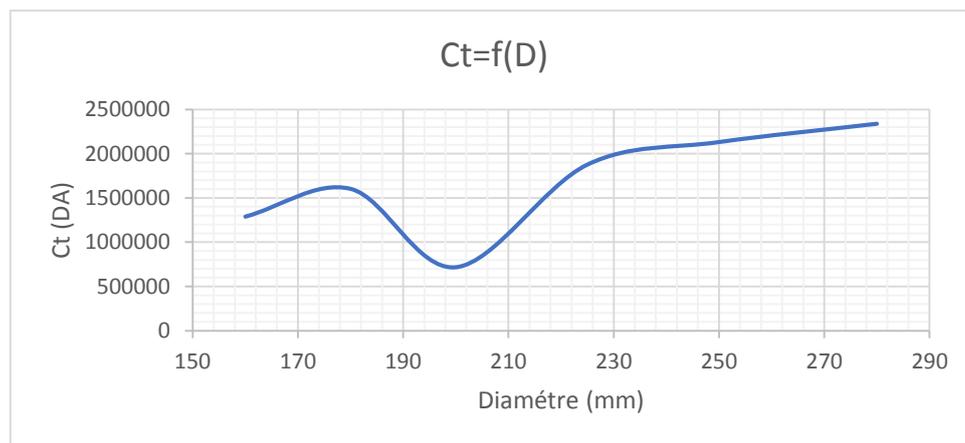


Figure VI-14 Choix du diamètre économique

Donc suite à mes calculs, je vais opter pour une conduite en PEHD de diamètre extérieur de 200 mm, vu que c'est la plus économique, avec une HMT de 29.13 m.

➤ **Choix du nombre et du type de pompes**

La station de pompage doit être équipée d'un nombre suffisant de pompes assurant le débit demandé tel que :

$$N = n_p + n_{ps}$$

Avec :

N : nombre de pompes installées

Nps : nombre de pompe de secours

Np : nombre de pompe de fonctionnement

Le nombre de pompes de secours varie suivant le nombre total des pompes installées, pour un nombre inférieur à 4, le nombre de pompes de secours est égale à 1.

Compte tenu des exigences d'exploitation, il est conseillé de projeter le minimum de groupes possible dans la station. Les pompes choisies doivent répondre aux conditions suivantes :

- nombre minimale de pompes.
- puissance absorbée minimal.
- (NPSH) r minimal.
- meilleur rendement.
- la vitesse de rotation élevée.
- Assurer la hauteur et le débit calculé

Pour le choix des pompes, je vais utiliser le logiciel KSB Pompes pour trouver les meilleures pompes à notre projet.

Tableau VI-8 Résultat de pompes du logiciel KSB

N	Q (l/s)	HMT (m)	Pompe choisie	Rendement %	N.tours (tr/min)	Pabs (KW)	(NPSH) r (m)
1	29.5	29.2	Amarex KRT K 80-315/172XC1-S	63	2900	13.1	0
2	15	31.1	Amarex KRT F 100-240/172XC1-S	38.2	2900	14	0
3	9.69	29.3	Sewatec K 50-251/G 3H	55.1	1810	4.88	2.82
4	7.28	29.3	Sewatec K 50-250/G 3H	57.5	1740	3.77	2.38

On remarque que les meilleures caractéristiques pour la 1^{er} variante donc on prend une installation de deux pompes (une en fonctionnement et une de secoure) de désignation Amarex KRT K 80-315/172XC1-S Sachant que chaque groupe refoule un débit de 29.5 l/s, Chaque groupe est équipé par deux cellules pour satisfaire la hauteur manométrique total (29.2m).

(Annexe 05),

➤ **Dimensionnement du puisard**

Le volume utile de marnage est le volume compris entre le niveau haut de démarrage de la pompe et le niveau bat d'arrêt. Il peut être calculé par la formule suivante :

$$Vu = \frac{[Q \cdot 1/n]}{[4 \cdot (N - 1)]}$$

n = nombre maxi de démarrages par heures - pour une puissance de 13.1 kW, on peut retenir 4 démarrages /h

N = nombre de pompes identiques (ici 2).

$$Q = 29,01 \text{ l/s} = 102,75 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Vu = \frac{[102,75/4]}{[4 \cdot (2-1)]} = 6,42 \text{ m}^3$$

Soit : **$Vu = 6,42 \text{ m}^3$**

Le volume $V = L \times B \times H$

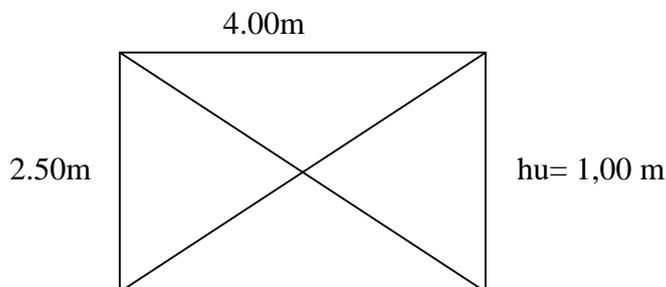
Avec :

L : longueur du puisard = 4.00 m

B : largeur du puisard = 2.50 m

H : hauteur d'eau dans le puisard

Donc $H = 6,42 / (4,00 \times 2,50) = 0,64 \text{ m} \Rightarrow \mathbf{Hu = 1,00 \text{ m}}$



h_u : **profondeur utile du puisard**

➤ **Caractéristiques des pompes :**

La superficie intérieure de la bache (puisard) de refoulement est de 10 m^2 ($4.00 \text{ m} \times 2.50 \text{ m}$).

La bache de pompage sera précédée d'un chenal de largeur 1.0 mètre, qui sera équipé d'une grille fixe à nettoyage manuel.

Une conduite de refoulement de diamètre intérieur égal à 200 mm, et d'une longueur de l'ordre de 462,00 m

➤ Groupes électropompes

La station sera équipée de 02 groupes électropompes immergés, d'une capacité volumétrique égale à 29.5 l/s.

La station utilisera 1 ou 2 groupes à la fois selon le débit à évacuer, et en effectuant à chaque redémarrage une permutation sur les 2 groupes de telle sorte que leur usure soit homogène.

Les seuils d'arrêt et de démarrage des groupes pourraient être les suivants :

- Niveau bas : + 0.8 m au-dessus du radier (1074.46 m)

- Niveau haut : +1,80 m au-dessus du radier (1075.46 m)

En vue de l'étude vient de s'achever, nous avons déterminé le diamètre optimal et économique pour le refoulement qui est de 200 mm, puis nous avons installé deux pompes (1+1), présentant les caractéristiques les plus avantageuses selon le logiciel KSB.

VI.5.2 Dimensionnement de la station de refoulement S.R 1

J'ai suite la même méthode passé pour le dimensionnement de la station de refoulement 1, j'ai trouvé les résultats suivantes :

$$L_{\text{ref}} = 360 \text{ m}$$

$$Q = 0.0559 \text{ m}^3/\text{s} = 56 \text{ l/s}$$

$$H_g = 1087.66 - 1059.81 = 27.85 \text{ m}$$

$$D = 280 \text{ mm}$$

$$\Delta H_{\text{ref}} = \Delta H_{\text{sing}} + \Delta H_{\text{linéaire}} = 0.47 \text{ m}$$

$$\text{HMT} = 28.32 \text{ m}$$

On prend une installation de deux pompes (une en fonctionnement et une de secours) de désignation Amarex KRT E 100-315/294XG-S Sachant que chaque groupe refoule un débit de 57 l/s, Chaque groupe est équipé par deux cellules pour satisfaire la hauteur manométrique total (29.4m). (Annexe 05),

$$V_u = 12.6 \text{ m}^3$$

$$\text{Le volume } V = L \times B \times H$$

Avec :

$$L : \text{longueur du puisard} = 4.00 \text{ m}$$

B : largeur du puisard = 2.50 m

H : hauteur d'eau dans le puisard = 1.3 m

Conclusion

Dans ce chapitre on a cité éléments constitutifs du réseau d'égout, et on a projeté des bouches d'égout, des regards ; ainsi pour les ouvrages principaux, notre choix été fait pour les canalisations en béton et en PVC afin d'assurer un bon fonctionnement du système d'évacuation.

Chapitre VII

Organisation de chantier

Introduction

L'objectif de l'organisation de chantier est de réaliser l'ouvrage au moins dans les délais et avec le moindre coût.

Donc la bonne connaissance du site et la conception judicieuse de l'ouvrage ne suffisent pas à garantir la qualité et la sécurité de l'ouvrage, il faut porter soin à l'exécution et les moyens qui y sont consacrés pour la réussite de l'opération.

La réalisation des projets nécessite l'utilisation de nombreux engins mécaniques destinés à excaver transporter, niveler et compacter les matériaux.

Donc, il est important de s'assurer que le chantier soit confié à une entreprise compétente et expérimentée et disposant de tous les moyens nécessaires pour l'exécution de tous les travaux dans de bonnes conditions.

✓ **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.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 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.1.1 Manutention et stockage des conduites

On entend par Manutention toute opération de transport ou de soutien d'une charge, dont le levage, la pose, la poussée, la traction, le port ou le déplacement, qui exige des efforts.

✓ **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. Eviter :

- 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.

✓ **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.
- Eviter le contact avec l'huile les solvants et autres substances chimiques.
- Le stockage des tubes doit assurer leur protection mécanique et contre la Chaleur.

VII.1.2 Décapage de la couche de terre végétale

Avant d'entamer l'excavation des tranchées, on doit tout d'abord commencer par l'opération de décapage des terres végétales sur des faibles profondeurs,

Le volume de la couche à décaper est :

$$V = B.h.L \text{ (m}^3\text{)}$$

Avec :

B : largeur de la couche végétale (m).

h : hauteur de la couche (m).

L : longueur totale des tranchées (m)

VII.1.3 Exécution des tranchées et des fouilles pour 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.

La largeur de la tranchée, doit être au moins égale au diamètre extérieur de la conduite avec des sur largeurs de 30 cm de part et d'autre.

✓ **Largeur de la tranchée**

La largeur d'ouverture de tranchée est donnée par la formule :

$$B = d + (2 \times 0,3)$$

B : largeur de la tranchée en (m) ;

d : diamètre de la conduite en (m) ;

✓ **Profondeur de la tranchée**

La profondeur est donnée par la formule suivante :

$$H = e + d + h$$

H : profondeur de la tranchée en (m).

e : épaisseur de lit de sable en (m), e = 20 cm.

d : diamètre de la conduite en (m).

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

VII.1.4 Emplacement des jalons des piquets

Suivant les tracés du plan de masse, les jalons des piquets doivent être placés dans chaque point d'emplacement d'un regard à chaque changement de direction ou de pente et à chaque branchement ou jonction de canalisation

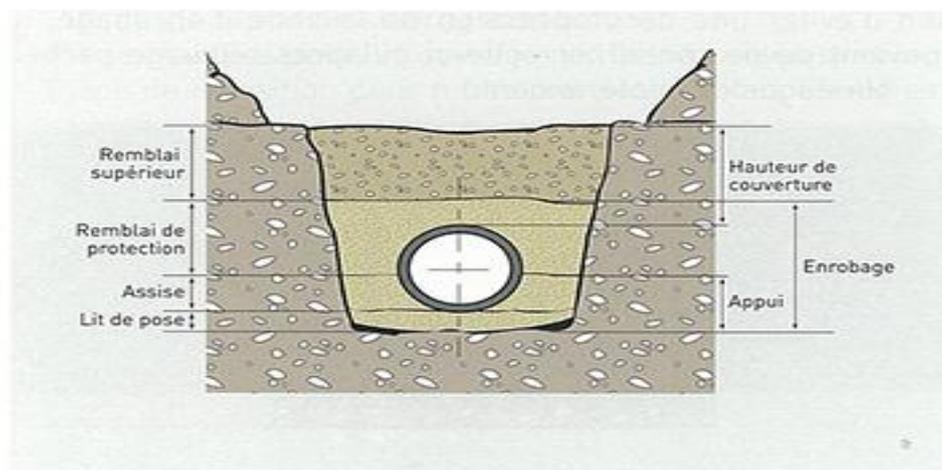
VII.1.5 Aménagement du lit de pose

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.

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



Remblai de protection

Source : www.memoireonline.com

Figure VII-1 Coupe transversale d'une tranchée

VII.1.6 La mise en place des canalisations en tranché

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,
- En sols mouvants, marécageux ou organique, de prévoir un appui en béton, éventuellement sur pieux, ou de procéder au remplacement du sol insuffisamment portant,
- En terrains où l'eau peut ruisseler ou s'accumuler, de confectionner un appui en matériaux pulvérulents capable d'assurer un bon drainage,
- De réaliser, si possible dans tous les cas, un appui de manière à ce que le tuyau repose sur un arc au moins égal au quart de sa circonférence extérieure ; plus le diamètre est grand, plus la surface d'appui doit être soignée.



Source : <http://www.sefrance.fr>

Figure VII-2 Pose de la canalisation

VII.1.7 Assemblage des tuyaux

Le collage des conduites se fait par collage à l'aide d'un adhésif spécial pour le PVC, les joints techniques sont montés, bloqués et sertis en usine : ce qui assure une étanchéité totale.

Les extrémités mâles des tubes sont chanfreinées : ce qui fiabilise nos installations.



Source : <https://www.forumconstruire.com>

Figure VII-3 assemblage des tuyaux en P.V.C

VII.1.8 Essais d'étanchéité pour les conduites et les joints

La pression d'épreuve du tronçon de conduite est en règle générale, la pression maximale en service majorée de 50 % lorsqu'elle est inférieure à 10 bars et majorée de 5 bars lorsqu'elle égale ou supérieure à 10 bars.

L'épreuve doit être effectuée sur des tronçons d'une longueur maximale de 500 m dans le plus bref délai après la pose en respectant toutefois un délai de 48 heures après le dernier assemblage dans le cas du collage

VII.1.9 Construction des regards

Les regards sont généralement de forme carrée dont les dimensions varient en fonction des collecteurs (voir la planche : profil en long). La profondeur et l'épaisseur varient d'un regard à un autre. La réalisation de ces regards s'effectue sur place avec le béton armé.

On peut avoir des regards préfabriqués.

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

- Réglage du fond du regard.
- Exécution de la couche du béton de propreté.

- Ferrailage du radier de regard.
- Bétonnage du radier.
- Ferrailage des parois.
- Coffrage des parois.
- Bétonnage des parois.
- Décoffrage des parois.
- Ferrailage de la dalle.
- Coffrage de la dalle.
- Bétonnage de la dalle.
- Décoffrage de la dalle.
- Remblaiement et compactage des tranchés.

VII.2 Planification des travaux

Elle consiste à chercher constamment la meilleure façon d'utiliser avec économie la main d'œuvre et les autres moyens de mise en œuvre pour assurer l'efficacité de l'action à entreprendre,

On doit avoir une bonne planification des travaux afin d'optimiser le rendement des équipes sur le terrain, réduire les erreurs de conception, éviter les problèmes au chantier et s'assurer d'avoir un chantier sécuritaire sans accident. Cette section traitera de ses éléments au travers des contraintes initiales du projet, d'un plan de mobilisation ergonomique ainsi que d'une vision intégrée de la sécurité dans chaque phase de travaux.

VII.2.1 Techniques de la planification

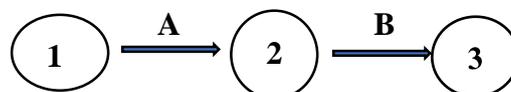
Il existe deux principales méthodes de planification à savoir

- Méthodes basées sur le réseau.
- Méthodes basées sur le graphique.

a) Méthodes basées sur le réseau

✓ Réseau à flèches

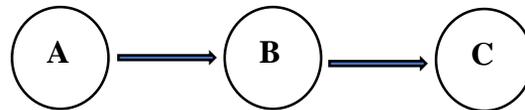
L'opération est représentée par une flèche et la succession des opérations par des nœuds.



L'opération **A** précède l'opération **B**

✓ Réseau à nœuds

L'opération est représentée par un nœud et la succession des opérations par des flèches



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

b) Méthode C.P.M (méthode du chemin critique)

L'objectif de cette méthode est de réduire les temps de réalisation d'un ouvrage en tenant compte de trois phases :

- ✓ **1ère phase** : l'effectif nécessaire pour effectuer le travail considéré ;
- ✓ **2ème phase** : analyser systématiquement le réseau, heure par heure, jour pour jour, selon l'unité de temps retenue ;
- ✓ **3ème phase** : adapter le réseau aux conditions ou contraintes fixées par l'entreprise.

VII.2.2 Les étapes de la planification

La planification est le processus de la ligne de conduite des travaux à réaliser, elle comprend des étapes suivantes :

➤ Collection des informations

L'établissement d'une synthèse d'analyse des informations acquises par des études comparatives permet l'usage correct du plan de réalisation de notre projet.

➤ Décomposition du projet

C'est une partie importante car chaque projet peut être analysé de diverses manières ; nous attribuons à chaque tâche un responsable et ses besoins en matériels.

➤ Relations entre les tâches

Il existe deux relations essentielles entre les tâches lors de la réalisation ; l'une porte sur un enchaînement logique et l'autre sur un enchaînement préférentiel.

✓ Les paramètres de la méthode C.P.M

Les paramètres indispensables dans l'exécution de cette méthode sont les suivants :

Tableau VII -1 Les paramètres de la méthode C.P.M

DCP	TR
DFP	DCPP
DFPP	MT

Avec :

TR : temps de réalisation.

DCP : date de commencement au plus tôt.

DCPP : date de commencement au plus tard.

DFP : date de finition au plus tôt.

DFPP : date de finition au plus tard.

MT : marge totale.

➤ Attribution des durées de chaque opération

Pour l'attribution du temps, il est nécessaire de se baser sur deux points :

- Le nombre de ressources (moyens humains et matériels) ;
- Dimensions du projet.

VII.3 Les principales opérations à exécuter

A. Décapage de la couche de terre.

B. Piquetage

C. Exécution des tranchées et des fouilles pour les regards.

D. Aménagement du lit de pose.

E. La mise en place des canalisations en tranchée

F. Assemblage des tuyaux.

G. Faire les essais d'étanchéité pour les conduites et joints.

H. construction des regards.

I. remblai des tranchées.

J. Travaux de finition.

Tableau VII -2 détermination des délais

OPERATION	TR (jours)	DP		DPP		MT
		DCP	DFP	DCPP	DFPP	
A	15	0	15	0	15	0
B	15	15	30	15	30	0
C	70	30	100	30	100	0
D	20	100	120	125	145	25
E	45	100	145	100	145	0
F	20	100	120	125	145	25
G	30	100	130	115	145	15
H	90	145	235	145	235	0
I	20	235	255	235	255	0
J	25	255	280	255	280	0

Le chemin critique :

A-B-C-E-H-I-J

$\sum TR = 280$ jours

VII.4 Choix des engins

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

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

Le décapage est une opération de terrassement visant à ôter la couche superficielle de terre. Cette dernière se compose en effet de végétaux et de déchets organiques susceptibles de rendre instable le futur édifice.

Elle est retirée sur une épaisseur comprise entre 10 cm et 40 cm et stockée afin d'être éventuellement réutilisée lors de l'aménagement du terrain. En effet, la terre végétale de qualité demeure un produit recherché pour les aménagements extérieurs.

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.



Source : <http://www.powerplus.us>

Figure VII -4 Bulldozer



Source : <http://cgloader.fr>

Figure VII -5 Niveleuses

✓ Utilisation des niveleuses

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.

VII.4.2 Pour l'excavation des tranchées

En général, une excavation est un trou dans le sol causé par l'enlèvement de matériaux.

Une tranchée est une excavation dont la profondeur dépasse (est plus large) la largeur.

On utilise une pelle équipée en rétro

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

- ✓ Temps de fouille.
- ✓ Temps de transport.
- ✓ Temps de déchargement.
- ✓ Temps de remise en position de déblais.

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



Source : <https://www.cat.com>

Figure VII -6 Pelle équipée en rétro

VII.4.3 Pour le remblaiement des tranchées

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

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

Si les travaux ne sont pas très importants, on utilise le rétro chargeur. (Bacuse loader)



Source : <https://tractor.fr>

Figure VII -7 Chargeur



<http://www.enmtp.com>

Figure VII -8 rétro chargeur

VII.5 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.

Tableau VII-3 Détermination du devis quantitatif et estimatif du projet.

N°	Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire (DA)	Montant (DA)
A	Travaux de terrassement				
1	Décapage	m ³	9841	150	1476150
2	Déblai	m ³	75700	200	15140000
3	Pose du lit de sable	m ³	4964	1200	5956800
4	Remblai de tranchée	m ³	36540	150	5481000
5	Evacuation des déblaies excédentaires	m ³	21560	300	6468000
B	Canalisation				
1	Canalisation en PVC				
	315	ml	11642	1829.17	21295197,1
	400	ml	3759	2946.39	11075480
	500	ml	2588	4619.92	11956353
	630	ml	2389	7271.98	17372760,2
2	Canalisation en PEHD				
	Conduite de refoulement 1	ml	360	4161.21	1498035,6
	Conduite de refoulement 2	ml	462	2672.46	1234676,52
3	Canalisation en béton armé				
	800	1329	1329	5642	7498218
	1000	2038	2038	9248	18847424
	1200	1033	1033	13107	13536432
	1500	1044	1044	18819	19647036
	1800	1097	1097	28377	31129569
C	Construction				
1	Construction des regards en béton armé	U	1082	35000	37870000
2	Bassin de rétention	U	2	300000	600000
3	Déversoir d'orage	U	2	250000	500000
THT					228583131
TVA 19%					43430794.89
TTC					272013925.9

Conclusion

On a conclu que l'organisation de chantier à comme but :

- La rapidité d'exécution selon les moyennes existantes
- Obtenir une qualité de travail satisfaisante
- Eviter les incidents financiers

Chapitre VIII

Entretien et gestion du réseau d'assainissement

Introduction

Les systèmes d'assainissement sont soumis en permanence à de nombreuses agressions. Avoir une vision globale du réseau, c'est préserver ses qualités et permettre d'anticiper les risques de pollutions.

Pour garantir convenablement ses fonctions dans le temps, une gestion stricte du réseau d'assainissement est nécessaire.

Pour préserver sa capacité d'évacuation, le réseau doit être entretenu aussi bien à titre préventif qu'à titre curatif. Grâce aux regards de visite, les réseaux restent facilement accessibles en permanence, leur maintenance est facilitée tout en garantissant la sécurité des personnels d'entretien.

Un accès adapté et un espace de travail suffisant doivent être à la disposition des personnels d'entretien.

VIII.1 Gestion des systèmes d'assainissement

La gestion des réseaux se base sur une prise en compte plus ou moins complète des facteurs d'impact, de dysfonctionnement, des constats de diagnostics structurels et des observations faites sur le réseau suite à des campagnes d'inspection.

Des modèles de gestion très complets ont été initiés et continuent d'être développés.

La méthode d'inspection la plus couramment employée est l'inspection visuelle et télévisuelle sur laquelle se basent la plupart des méthodes d'évaluation des réseaux. Elle présente l'avantage de la simplicité de la mise en œuvre et permet d'établir un premier état de la conduite dans des conditions économiques.

VIII.2 Les travaux de gestionnaire

Les travaux principaux pour mener à bien une gestion sont :

VIII.2.1 La connaissance du réseau

La première condition pour une exploitation rationnelle du système d'assainissement est de connaître :

- Le tracé exact de celui-ci.
- Toutes ces caractéristiques hydrauliques (débit, vitesse...etc.).
- Toutes ces caractéristiques topographiques. (Pente, côte...etc.).

VIII.2.2 La surveillance du réseau

Les réseaux publics d'assainissement font l'objet d'un entretien constant et de contrôles, afin d'éviter tout déversement d'eaux usées dans le milieu naturel ou dans les habitations.

Elle se fait en continu par des opérations d'inspection périodiques et qu'on double après chaque évènement exceptionnel (inondation, pluie torrentielle).

VIII.2.3 Opérations périodique d'entretien

Les opérations périodiques d'entretien permet d'assurer le bon fonctionnement et le bon état des ouvrages ainsi que le bon écoulement et la bonne distribution des eaux usées prétraitées jusqu'au dispositif de traitement. Par cette opération, nous vérifions l'accumulation normale des boues, des flottants et leur évacuation

VIII.2.3.1 Les travaux d'entretien

Les travaux de réparation et d'entretien sont des dépenses qui ont pour objet de maintenir ou de remettre un réseau en bon état mais selon un programme préétabli et en mettant les moyens nécessaires :

a) Enlèvement des dépôts

L'ennemi premier des réseaux d'assainissement est le dépôt des matières en suspension, surtout, le sable. Le curage peut se faire automatiquement par des regards de chasse, mais ces derniers ont monté leur limite d'utilisation, donc il vaut mieux prévoir des chasses hydrodynamique ou faire un curage à la main.

b) Détection des fuites

Dans un réseau d'assainissement, les problèmes de canalisations sont légion. Lorsqu'une tuyauterie est fissurée ou cassée, cela peut engendrer des fuites d'eau. Ces fuites apparaissent lorsque la terre autour de la canalisation s'affaisse ou lorsque, accidentellement, nous perçons ou cassons le tuyau lors de travaux. Or, les fuites de canalisation peuvent entrainer de l'humidité voire d'importants dégâts des eaux. C'est pourquoi, il est primordial de pouvoir détecter les fuites d'eau du réseau d'égouttage et de pouvoir réparer efficacement et rapidement la canalisation fissurée.

Les causes principales des fuites sont :

- Les fissures au niveau des collecteurs ou au niveau des regards.
- Les joints qui ne remplissent plus leur rôle.

c) Entretien des joints

Les ouvrages (canalisation) peuvent présenter des défauts d'étanchéité et même des ruptures dues aux mouvements du sol, vibration dues à la circulation lourde et dues aux agressions chimiques.

Les défauts généralement se manifestent au niveau des joints. L'entretien consiste à réparer les joints en mauvais état, supprimer les intrusions des racines, réparer les sections corrodées par des déversements chimiques, procéder à l'étanchement des conduites, tant pour les eaux provenant de l'extérieur que de l'intérieur des égouts.

VIII.3 Travaux spécifiques

VIII.3.1 Désodorisation

Les eaux résiduaires, chargées en matières organiques particulaires et dissoutes, en composés azotés, soufrés et phosphorés, peuvent générer directement (par dégagement de composés très volatils) ou indirectement (suivant un processus biologique de fermentation en milieu réducteur) des odeurs désagréables. Pour y remédier il faut bien aérer le réseau ou injecter de l'oxygène liquide.

VIII.3.2 Détection d'eaux parasites

Une eau parasite est une eau qui transite dans un réseau d'assainissement non conçu pour la recevoir.

Ce terme est utilisé pour désigner une eau claire (généralement très peu polluée), introduite dans un système d'assainissement, on parle alors d'intrusion d'eaux claires parasites.

Une visite approfondie du réseau permettra de détecter les points d'entrées ponctuels et diffus principaux d'eaux claires parasites dans les réseaux.

VIII.3.3 Réhabilitation des réseaux

La réhabilitation consiste à rétablir un ouvrage dégradé dans ses fonctions d'origine ou, dans certains cas, à améliorer un ouvrage pour une durée déterminée, en adéquation avec son environnement physique et l'évolution des besoins et des conditions normales d'usage.

La réhabilitation d'un tronçon détérioré peut s'effectuer par des techniques parmi lesquelles peuvent être citées :

✓ **Chemisage continu polymérisé en place** : Mise en place d'une chemise souple imprégnée d'une résine thermodurcissable ou photodurcissable produisant un tuyau après polymérisation de la résine.

✓ **Chemisage partiel** : réparation par chemisage local avec une chemise souple imprégnée d'une résine thermodurcissable ou photodurcissable formant un tuyau de courte longueur après polymérisation de la résine.

✓ **Injection ponctuelle d'étanchement** : colmatage d'une fuite au niveau d'une fissure, d'un assemblage ou d'un branchement par injection de résine ou de coulis, avec ou sans l'aide d'un manchon.

✓ **Robot découpeur** : un robot introduit dans le réseau par les regards de visite, piloté

depuis la surface et contrôlé par caméra réalise des réparations de natures diverses à l'aide d'un outil de fraisage :

- suppression d'éléments pénétrants ou de dépôt,
- rétablissement des branchements après rénovation de la conduite principale.

✓ **Robot multifonctions** : en complément du robot découpeur, il réalise des réparations de natures diverses selon l'outil amovible qui équipe la tête de travail :

- étanchement de joints, fissures (en particulier longitudinales), branchements (par injection et colmatage),
- restructuration locale (par injection et masticage ou pose de segments ou gaines métalliques).

✓ **Tubage après éclatement** : On introduit dans la canalisation un outil adapté (éclateur ou découpeur). Il la détruit en la repoussant dans le terrain environnant et en tractant derrière lui la nouvelle canalisation.

✓ **Tubage avec espace annulaire** : mise en place par tractage, poussage ou enroulement hélicoïdal dans la canalisation à réhabiliter d'une nouvelle conduite d'un diamètre inférieur. Dans tous les cas, l'espace entre la canalisation existante et le tube est rempli par injection de coulis.

✓ **Tubage par tuyau continu sans espace annulaire** : tubage réalisé avec un tuyau continu dont la section est réduite pour permettre son installation et rétablie après sa mise en place pour assurer le contact avec le tuyau existant

✓ **Tubage par enroulement hélicoïdal** : tubage avec une bande profilée enroulée en spirale pour former un tuyau continu avec ou sans espace annulaire après installation.

VIII.4 L'exploitation du réseau

Les réseaux d'assainissement représentent un patrimoine important particulièrement pour les collectivités. Les Directions Assainissement des communautés urbaines sont généralement organisées en trois grands secteurs : exploitation des réseaux, travaux neufs et épuration. L'exploitant de réseau a en charge ces trois fonctions.

VIII.4.1 Objectifs de l'exploitation

En relation permanente avec les élus, les services administratifs, les sociétés privées..., l'exploitant de réseau joue un rôle prépondérant dans le bon fonctionnement du système d'assainissement et se doit d'être toujours disponible (astreintes) pour satisfaire l'ensemble des utilisateurs du réseau.

VIII.4.2 Les tâches de l'exploitant

L'exploitant de réseau organise, dirige et veille au fonctionnement optimum des réseaux qu'il a en charge, ainsi qu'au maintien de la qualité des eaux rejetées.

Pour remplir les fonctions qui lui sont attribuées, l'exploitant de réseau :

- surveille et contrôle régulièrement la gestion et l'exploitation du réseau et des stations d'épuration.
- s'assure en permanence que le réseau est bien adapté au volume des eaux traitées et à la nature des rejets.
- veille à la bonne application des directives de la Loi sur l'eau, et en particulier à la remise aux normes des stations d'épuration en lançant les études nécessaires à de potentielles réhabilitations.
- gère l'exploitation des données techniques pour améliorer la qualité des réseaux et

les performances des équipements.

VIII.4.3 Techniques d'exploitation des réseaux

Les réseaux d'assainissement, qui véhiculent à faible vitesse de débits en temps sec et petites pluies, nécessitent, pour qu'ils soient protégés des dépôts et de l'encrassement, des opérations de curage coûteuses.

Les techniques et les moyens susceptibles d'être mis en œuvre sont variables en fonction des contraintes, la plus importante est l'accessibilité à l'intérieur d'ouvrages.

VIII.4.3.1 Matériels de curage d'ouvrages visitables

a) Manuels

Ce système est utilisé dans les égouts à sec, dans les chambres de dessablement. Le matériel employé est : la pelle, la pioche, la brouette et le treuil de remontée.

b) Système de chasse

Le principe de ce système consiste, en obturant l'égout par une vanne, à provoquer la montée et le stockage des eaux circulant dans le collecteur et, par un ajustage plus ou moins grand à la partie intérieure de la vanne, à produire une augmentation de la vitesse réalisant ainsi un effet de chasse qui entraîne les sédiments jusqu'à un endroit où elles pourront être reprises et remontées à la surface. Il nécessite une grande expérience des ouvriers qui l'utilisent.

c) Aspiratrice

Dans les égouts visitables, ce procédé ne peut être utilisé qu'en l'absence d'eau.

VIII.4.3.2 Matériels de curage d'ouvrages non visitables

VIII.4.3.2.1 Procédés manuels ou mécaniques

a) Chasse d'eau :

Dans ce cas, les têtes amont du réseau sont équipées de réservoirs de chasse automatique de 300 ou 600 l, qui se remplissent en permanence et qui, une fois pleins, se vident sous forme de chasse qui pousse les sédiments à l'aval. Le fonctionnement de ces réservoirs est souvent mauvais et l'abandon de ces appareils a été vivement recommandé à cause de leur consommation d'eau et leur efficacité limitée.

b) Par tringlage

Le principe de ce procédé consiste à pousser un engin de désobstruction avec un jonc, dont on ajuste les éléments au fur et à mesure de l'avancement. Le jonc peut être remplacé par un flexible en rotation. Dans les deux (02) cas, la longueur de poussage ou de rotation est limitée.

c) Par boule

C'est un moyen réservé aux collecteurs en charge, comme les siphons, ou ayant des hauteurs d'eaux importantes. Le curage se réalise par l'envoi d'une sphère dont le diamètre est plus petit que celui de la canalisation et dont le déplacement s'effectue sous l'effet de la poussée d'eau.

VIII.4.3.2 Procédés hydrodynamiques**a) Aspiration – vidange**

Elle est utilisée pour des opérations diversifiées de pompage des matériaux solides, liquides et pâteux stockés dans les ouvrages, chambres d'engouffrement, vidange des cuves, etc. chaque fois que les dépôts peuvent être atteints directement.

b) Hydro curage

Permet le nettoyage ou le débouchage sous pression d'eau à l'aide d'engins hydrauliques qui se présentent sous des modèles différents :

- Sur remorques avec citernes de 1000 litres.
- Sur faux châssis destinés à être sur le plateau d'un camion-citerne de (1000 litres, 2000 litres, 3000 litres, 5000 litres).
- Sur châssis automobiles avec citernes de 2000 à 6000 litres, les appareils de curage hydrodynamiques fonctionnent suivant le mode ci-dessous :
 - Un tuyau en caoutchouc armé de nylon peut débiter 1.5 à 6 l / s d'eau propre, à une pression comprise entre 40 et 150 bars / cm².
 - Par une buse spéciale, un jet central dirigé vers l'avant désagrège les boues et les matières en suspension.
 - Le travail de curage s'effectue de l'amont vers l'aval, l'entraînement des boues se fait jusqu'au regard aval, et après son obturation, les boues seront aspirées à l'aide d'une aspiratrice.

VIII.4.3.3 Techniques nouvelles d'exploitation et d'élimination des produits de curage

L'idée de techniques nouvelles d'exploitation a pour concept :

- L'hydro cyclonage des dépôts.
- L'élimination des dépôts.

a) L'hydro cyclonage des dépôts

Dont le principe repose sur la séparation centrifuge des liquides et des particules de densités différentes.

L'installation mobile à mettre au point, opère par dilacération et pompage des dépôts dans les collecteurs. L'énergie de pression hydraulique injecte les boues à travers l'orifice d'entrée, dans le corps du cylindre de l'hydro cyclone, entraînant la masse en rotation, la force centrifuge engendrée augmente les vitesses de décantation et projette les particules les plus lourdes, en périphérie, ainsi sortant vers le sous verse, les sables et les autres corps plus lourds que l'eau.

Les fractions les plus légères et l'eau, situées au centre sont attirés vers la sur verse, on obtient donc une séparation des particules organiques et minérales, en vue de leur élimination.

b) L'élimination des dépôts

La solution d'élimination des dépôts consiste à :

- Séparer par hydro cyclonage les boues organiques des sables, ceux-ci étant ainsi lavés, peut être recyclés comme matériaux de fondation d'ouvrages, remblaiement... etc.
- Récupérer les huiles et les graisses pièges a la source, dans des appareils spécialisés, et à les éliminer par calcination.
- Retenir les flottants (plastiques ...etc.) éviter qu'ils se meulent aux boues, et procéder par leur élimination par la filière des ordures ménagères.

L'opération de dépollution entamée si les ouvrages d'assainissement (réseaux, stations d'épuration, fosses septiques) ne sera achevée que lorsque le dernier gramme des résidus de celle-ci à engendrer aura trouvé sa destination finale dans des conditions satisfaisantes pour l'environnement.

La mise en place d'un contrôle centralisé entraîne les conséquences suivantes :

- Diminution des taches routinières de surveillance.
- Enrichissement des taches liées à la découverte de nouvelles techniques et à le

recherche d'une gestion technique optimum, la tâche de l'agent n'est plus de constater puis rendre compte, mais de rechercher l'exploitation des anomalies puis d'agir.

❖ L'exploitation devra prévoir :

- Un plan de formation du personnel, d'une ampleur suffisante.
- Une restriction de ces équipes, avec par exemple une responsabilité de la gestion quotidienne des équipements centralisés sur une équipe ayant une bonne connaissance globale de l'ensemble des ouvrages et de leur interaction.
- Organisation d'une maintenance préventive sur les équipements électromécaniques, décentraliser par secteur géographique afin de limiter les temps de trajet.

Conclusion

Les réseaux d'assainissement (eaux usées et pluviales) nécessitent un entretien régulier préventif, et/ou des interventions curatives ponctuelles en cas d'engorgement

- Eliminer les dépôts de boues, graisses, racines, gravas ...
- Curage de fosses septiques
- Favoriser un écoulement de l'eau satisfaisant
- Prolonger la durée de vie de vos canalisations
- Préparer les canalisations avant réhabilitation
- Détecter un problème d'écoulement, cassure, infiltration, exfiltration, affaissement

Conclusion générale

Pour conclure ce travail, nous dirons que dans ce mémoire, tous les ouvrages que l'on peut rencontrer dans un système d'évacuation, ont été projetés et dimensionnés du fait de la nature du terrain et du type de rejet.

Pour ce projet nous avons opté pour le système séparatif, avec deux schémas d'évacuation distincts ; par déplacement latéral pour les rejets industriels vers la station d'épuration et perpendiculaire pour les eaux pluviales qui rejoindront le cours d'eau.

La complexité de ce travail résidait dans le fait que la nature du terrain nous a imposé d'une part l'utilisation du refoulement et d'autre part, celle des regards de chute ; ce qui amené à la diversité des matériaux des conduites (PVC, Béton Armé et PEHD).

La zone étant de type industriel, nous avons proposé et dimensionnement deux bassins de rétention des eaux pluviales pour, d'une part, éteindre d'éventuels incendies et d'autre part être utilisés dans le lavage des espaces de la zone.

Afin que ce travail soit finalisé, il est souhaitable que le dimensionnement de la station de dépurabilité des rejets industriels de cette zone soit réalisé dans le cadre d'un prochain mémoire de fin d'étude.

Références bibliographiques

[1] : Dr BENINA TOUAIBIA, «Manuel pratique d'hydrologie », mars 2004, Page : 33-34 ;

[2] : Catalogue technique de l'entreprise de CHIALI, « Le tube PVC en assainissement » ;

[3] : catalogue des pompes « assainissement & liquides chargés » catalogue de KSB.

Liste des polycopies

[1] : Dr SALAH BOUALEM / Polycopies d'assainissement 4^{ème} et 5^{ème} année / ENSH 2014 ;

[2] : Cours de station de pompage Polycop Mme Mokrane ENSH/ 2017 ;

[3] : E.AKROUCHE mémoire de fin étude d'assainissement, «Etude de la réhabilitation de réseau de l'assainissement de la ville de BOUFARIK (W.BLIDA) », E.N.S.H, 2008, Blida ;

[4] : K.BEDRANE mémoire de fin étude d'assainissement, «Etude de protection de la ville d'El bayadh contre les inondations (w.El bayadh) », E.N.S.H, 2012, Blida ;

[5] : R.BEKHOUCHE mémoire de fin étude d'assainissement, «Extension du réseau d'assainissement d'El Karma commune Boumerdes (w.Boumerdes) », E.N.S.H, 2017, Blida ;

Liste des livres

[1] : A.LENCASTRE, «Hydraulique générale », 2008, 5^{ème} Edition ;

[2] : Bourrier.R. «Les réseaux d'Assainissement. Calcul-Application-Perspectives» ;
11, rue Lavoisier Paris.1997 ;

[3] : Marc.s / béchir.s, «guide technique de l'assainissement », 3^{ème} Edition 17, rue de
d'Uzès – 75002 paris 2006

Annexe N°1

Tableau 1 Dimensionnement de collecteur principal des eaux pluvial EP 1

Tronçon	Cam (m)	Cav (m)	L (m)	Qtot (m³/s)	Pente (%)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	RQ	RV	RH	Vec (m/s)	Vecmin (m/s)	Hcal (mm)	Auto curage	
R1 - R2	1095.84	1094.21	38.74	0,02	4,2	120	315	3,39	0,264	0,08	0,59	0,18	2,01	0,64	58,3	0,3	Verifier
R2 - R3	1094.21	1093.11	40.02	1,253	2,75	611	630	4,35	1,357	0,92	1,14	0,75	4,96	2,32	473,5	0,3	Verifier
R3 - R4	1093.11	1091.66	40.01	1,254	1,13	774	800	2,73	1,371	0,91	1,14	0,75	3,11	1,45	597,1	0,3	Verifier
R4 - R5	1092.66	1090.90	40.16	1,255	1,89	703	800	3,53	1,772	0,71	1,08	0,62	3,8	1,72	494,6	0,3	Verifier
R5 - R6	1090.90	1090.52	40.00	1,256	0,96	798	800	2,51	1,263	0,99	1,14	0,8	2,87	1,37	642,8	0,3	Verifier
R6 - R7	1090.52	1090.07	39.73	1,257	1,12	776	800	2,71	1,364	0,92	1,14	0,75	3,09	1,44	600,1	0,3	Verifier
R7 - R8	1090.07	1089.48	25.80	1,258	0,37	955	1000	1,81	1,422	0,88	1,14	0,73	2,06	0,95	728,3	0,3	Verifier
R8 - R9	1089.98	1088.71	40.00	2,155	1,91	859	1000	4,11	3,231	0,67	1,07	0,59	4,39	1,6	592,8	0,3	Verifier
R9 - R10	1088.71	1088.18	40.00	2,156	1,34	918	1000	3,45	2,706	0,8	1,11	0,67	3,83	1,43	674,9	0,3	Verifier
R10 - R11	1088.18	1087.81	40.21	2,157	0,93	984	1000	2,87	2,254	0,96	1,14	0,77	3,27	1,28	773,3	0,3	Verifier
R11 - R12	1087.81	1087.12	39.79	2,157	1,72	876	1000	3,9	3,066	0,7	1,08	0,62	4,2	1,55	615,5	0,3	Verifier
R12 - R13	1087.12	1085.86	40.22	2,158	1,89	861	1000	4,09	3,214	0,67	1,07	0,6	4,37	1,59	595,5	0,3	Verifier
R13 - R14	1086.36	1085.46	39.99	2,159	1,01	969	1000	2,99	2,349	0,92	1,14	0,75	3,41	1,31	748,8	0,3	Verifier
R14 - R15	1085.46	1083.38	39.78	2,159	1,44	906	1000	3,57	2,805	0,77	1,1	0,66	3,93	1,46	657,7	0,3	Verifier
R15 - R16	1084.88	1082.81	40.00	2,16	1,42	909	1000	3,55	2,786	0,78	1,1	0,66	3,91	1,46	661,3	0,3	Verifier
R16 - R17	1082.81	1081.55	40.44	2,16	1,84	866	1000	4,04	3,171	0,68	1,07	0,6	4,32	2,17	601,5	0,3	Verifier
R17 - R18	1082.05	1080.75	40.93	2,963	1,85	974	1000	4,05	3,18	0,93	1,14	0,76	4,61	2,17	756,8	0,3	Verifier
R18 - R19	1080.75	1080.44	39.55	2,964	0,77	1148	1200	2,95	3,336	0,89	1,14	0,73	3,35	1,56	876,8	0,3	Verifier
R19 - R20	1080.44	1080.36	39.81	2,964	0,2	1478	1500	1,74	3,082	0,96	1,14	0,78	1,99	0,94	1165,2	0,3	Verifier
R20 - R21	1080.36	1079.96	40.00	2,964	1	1093	1200	3,36	3,801	0,78	1,1	0,66	3,71	1,89	796,9	0,3	Verifier
R21 - R22	1079.96	1079.05	40.20	2,965	1,5	1013	1200	4,12	4,656	0,64	1,06	0,57	4,36	2,19	689,7	0,3	Verifier
R22 - R23	1079.05	1078.56	40.20	3,837	1,21	1162	1200	3,7	4,181	0,92	1,14	0,75	4,21	2,03	897,5	0,3	Verifier
R23 - R24	1078.56	1078.45	40.00	3,838	0,29	1519	1500	2,1	3,712	1,03	1,15	0,85	2,41	1,19	1273,7	0,3	Verifier
R24 - R25	1078.45	1078.29	39.87	3,838	0,4	1430	1500	2,47	4,359	0,88	1,14	0,73	2,8	1,34	1088,8	0,3	Verifier
R25 - R26	1078.29	1077.39	39.92	3,839	1	1204	1200	3,36	3,801	1,01	1,14	0,82	3,85	1,89	983,1	0,3	Verifier
R26 - R27	1077.89	1076.96	40.38	3,839	1,06	1191	1200	3,46	3,914	0,98	1,14	0,79	3,95	1,93	950,1	0,3	Verifier

Annexe N°1

Tableau 2 Dimensionnement de collecteur principal des eaux pluvial EP 1 (suite)

Tronçon	Cam (m)	Cav (m)	L (m)	Qtot (m³/s)	Pente (%)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m³/s)	RQ	RV	RH	Vec (m/s)	Vecmin (m/s)	Hcal (mm)	Auto curage	
R27 - R28	1076.96	1075.92	39.80	3,839	1,35	1139	1200	3,91	4,417	0,87	1,13	0,72	4,43	1,34	863	0,3	Verifier
R28 - R29	1076.42	1074.87	45.17	3,839	1,23	1159	1200	3,73	4,216	0,91	1,14	0,74	4,25	1,3	892,5	0,3	Verifier
R29 - R30	1075.37	1073.10	39.83	4,795	1,17	1271	1500	4,22	7,455	0,64	1,06	0,58	4,48	1,2	867.8	0,3	Verifier
R30 - R31	1074.40	1072.04	39.45	4,796	1,09	1288	1500	4,07	7,196	0,67	1,07	0,59	4,34	1,18	888.7	0,3	Verifier
R31 - R32	1072.64	1071.68	40.55	4,796	0,9	1335	1500	3,70	6,538	0,73	1,09	0,63	4,02	1,10	951.7	0,3	Verifier
R32 - R33	1071.68	1070.91	39.76	4,797	0,68	1408	1500	3,22	5,683	0,84	1,13	0,70	3,63	1,01	1056.2	0,3	Verifier
R33 - R34	1071.41	1070.35	39.99	4,797	1,3	1247	1500	4,45	7,858	0,61	1,05	0,56	4,68	1,25	839.2	0,3	Verifier
R34 - R35	1070.35	1069.65	40.70	4,797	1,17	1271	1500	4,22	7,455	0,64	1,06	0,58	4,48	1,20	868.0	0,3	Verifier
R35 - R36	1069.85	1068.92	39.85	4,797	0,83	1356	1500	3,55	6,279	0,76	1,10	0,65	3,90	1,07	981.0	0,3	Verifier
R36 - R37	1069.32	1068.45	37.73	4,798	0,95	1322	1500	3,80	6,718	0,71	1,08	0,62	4,11	1,12	933.3	0,3	Verifier
R37 - R38	1068.55	1067.43	40.48	6,577	0,99	1477	1500	3,88	6,858	0,96	1,14	0,77	4,42	1,14	1162,4	0,3	Verifier
R38 - R39	1067.93	1067.10	39.97	6,577	0,34	1804	2000	2,75	8,655	0,76	1,10	0,65	3,02	0,75	1302.8	0,3	Verifier
R39 - R40	1067.30	1066.70	40.00	6,577	1	1474	1500	3,9	6,892	0,95	1,14	0,77	4,44	1,14	1157,3	0,3	Verifier
R40 - R41	1066.70	1065.33	40.07	6,577	1,2	1424	1500	4,27	7,55	0,87	1,13	0,72	4,85	1,21	1080,5	0,3	Verifier
R41 - R42	1066.03	1064.82	40.06	6,578	0,78	1544	1800	3,89	9,898	0,66	1,07	0,59	4,15	1,02	1064,4	0,3	Verifier
R42 - R43	1065.02	1064.29	40.01	6,578	0,81	1533	1800	3,96	10,087	0,65	1,06	0,58	4,21	1,39	1050,9	0,3	Verifier
R43 - R44	1064.49	1063.91	40.45	6,578	0,94	1491	1500	3,78	6,682	0,98	1,14	0,79	4,31	1,56	1192	0,3	Verifier
R44 - R45	1063.91	1062.85	39.67	6,578	0,9	1503	1500	3,7	6,538	1,01	1,14	0,82	4,23	1,54	1222,7	0,3	Verifier
R45 - R46	1063.55	1062.29	40.46	6,579	0,9	1503	1500	3,7	6,538	1,01	1,14	0,82	4,23	1,54	1222,9	0,3	Verifier
R46 - R47	1062.49	1061.31	40.06	6,579	0,95	1488	1500	3,8	6,718	0,98	1,14	0,79	4,34	1,79	1185,7	0,3	Verifier
R47 - R48	1061.91	1060.95	40.22	6,58	0,92	1497	1500	3,74	6,611	1	1,14	0,8	4,27	1,77	1206,8	0,3	Verifier
R48 - R49	1060.95	1060.61	33.28	6,58	0,96	1485	1500	3,82	6,753	0,97	1,14	0,79	4,36	1,79	1179,7	0,3	Verifier
R49 - R50	1060.61	1059.43	44.76	6,58	0,84	1523	1800	4,04	10,272	0,64	1,06	0,58	4,28	1,61	1038,5	0,3	Verifier
R50 - DO1	1060.23	1058.93	48.56	6,58	0,83	1527	1800	4,01	10,21	0,64	1,06	0,58	4,26	1,61	1042,6	0,3	Verifier

Annexe N°1

Tableau 3 Dimensionnement de collecteur principal des eaux pluvial EP 2

Tronçon	Cam (m)	Cav (m)	L (m)	Qtot (m³/s)	Pente (%)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m³/s)	RQ	RV	RH	Vec (m/s)	Vecmin (m/s)	Hcal (mm)	Auto curage	
R53-R54	1116.19	1114.49	35,44	0,001	3,07	41	315	2,9	0,226	0,004	0,23	0,05	0,68	0,37	15	0,3	Verifier
R54-R55	1114.49	1112.61	40,72	0,487	5,08	382	400	4,37	0,549	0,89	1,14	0,73	4,97	2,92	291,8	0,3	Verifier
R55-R56	1112.61	1110.73	40,26	0,488	4,67	389	400	4,19	0,527	0,93	1,14	0,75	4,77	2,83	301,4	0,3	Verifier
R56-R57	1111.73	1108.71	40,51	0,488	3,49	411	400	3,62	0,455	1,07	1,12	0,92	4,04	2,56	366,5	0,3	Verifier
R57-R58	1108.71	1107.17	43,2	0,488	4,42	393	400	4,08	0,512	0,95	1,14	0,77	4,64	2,78	308,2	0,3	Verifier
R58-R59	1107.17	1105.80	36,00	0,495	4,3	397	400	4,02	0,505	0,98	1,14	0,79	4,59	2,75	316,3	0,3	Verifier
R59-R60	1105.80	1104.83	27,91	0,495	4,3	397	400	4,02	0,505	0,98	1,14	0,79	4,59	2,75	316,3	0,3	Verifier
R60-R61	1104.83	1103.16	40,37	0,942	2,59	556	630	4,22	1,317	0,72	1,08	0,62	4,57	2,27	392,4	0,3	Verifier
R61-R62	1103.36	1101.69	40,13	0,942	3,2	534	630	4,7	1,464	0,64	1,06	0,58	4,98	2,44	364,6	0,3	Verifier
R62-R63	1101.89	1100.12	36,63	0,943	3	541	630	4,55	1,417	0,67	1,07	0,59	4,85	2,39	372,8	0,3	Verifier
R63-R66	1100.52	1098.81	25,42	0,954	3,2	537	630	4,7	1,464	0,65	1,06	0,58	4,99	2,44	367,7	0,3	Verifier
R66-R67	1098.81	1097.50	46,76	1,629	2,2	753	800	3,8	1,912	0,85	1,13	0,71	4,3	1,8	567,1	0,3	Verifier
R67-R68	1097.70	1096.13	41,29	1,63	1,73	788	800	3,37	1,696	0,96	1,14	0,78	3,84	1,67	621,2	0,3	Verifier
R68-R69	1096.13	1095.40	40,42	1,631	2,3	747	800	3,89	1,955	0,83	1,13	0,7	4,38	1,83	558,5	0,3	Verifier
R69-R70	1095.40	1094.57	40,09	1,632	2,2	754	800	3,8	1,912	0,85	1,13	0,71	4,3	1,8	567,8	0,3	Verifier
R70-R71	1094.77	1093.49	39,16	1,633	1,88	777	800	3,52	1,768	0,92	1,14	0,75	4,01	1,72	601,4	0,3	Verifier
R71-R72	1093.49	1091.94	48,88	1,634	0,6	962	1000	2,31	1,811	0,9	1,14	0,74	2,63	1,11	738,8	0,3	Verifier
R72-R73	1091.94	1091.32	50,43	2,491	0,51	1162	1200	2,4	2,715	0,92	1,14	0,75	2,73	1,35	897,5	0,3	Verifier
R73-R74	1091.32	1089.52	40,28	2,942	1,4	1023	1200	3,98	4,498	0,65	1,06	0,59	4,23	1,9	702	0,3	Verifier
R74-R75	1090.52	1088.09	40,21	2,493	1,5	949	1000	3,65	2,863	0,87	1,13	0,72	4,14	2,01	720,1	0,3	Verifier
R75-R77	1088.49	1086.54	40,59	2,495	2	900	1000	4,21	3,306	0,75	1,09	0,65	4,61	2,23	648,1	0,3	Verifier
R77-R78	1087.14	1085.42	49,69	2,496	1,6	938	1000	3,76	2,957	0,84	1,13	0,7	4,25	2,26	704,2	0,3	Verifier
R78-R79	1085.42	1084.01	50,54	3,779	1,55	1103	1200	4,18	4,733	0,8	1,11	0,68	4,65	2,21	811,2	0,3	Verifier
R79-R80	1084.01	1083.26	41,55	3,78	1,3	1140	1200	3,83	4,334	0,87	1,14	0,72	4,35	2,08	865,1	0,3	Verifier
R80-R81	1083.26	1082.64	40	3,781	1,3	1140	1200	3,83	4,334	0,87	1,14	0,72	4,35	2,08	865,3	0,3	Verifier
R81-R82	1082.64	1080.34	39,95	3,781	1,4	1124	1200	3,98	4,498	0,84	1,13	0,7	4,48	2,14	842,5	0,3	Verifier
R82-R83	1081.64	1079.35	39,95	3,785	0,2	1620	1800	1,97	5,012	0,76	1,09	0,65	2,16	1,02	1167,1	0,3	Verifier
R89-R90	1076.48	1076.16	39,95	3,785	0,24	1566	1800	2,16	5,490	0,69	1,07	0,61	2,32	0,68	1091,8	0,3	Verifier
R90-DO2	1076.16	1075.98	34,02	4,495	0,28	1622	1800	2,33	5,930	0,76	1,10	0,65	2,55	0,72	1170,3	0,3	Verifier

Annexe N°1

Tableau 4 Dimensionnement de collecteur principal des eaux pluvial EP 3

Tronçon	Cam (m)	Cav (m)	L (m)	Qtot (m³/s)	Pente (%)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	RQ	RV	RH	Vec (m/s)	Vecmin (m/s)	Hcal (mm)	Auto curage	
R93-R94	1116.19	1114.49	35,44	0,02	4,79	117	315	3,62	0,282	0,07	0,59	0,18	2,12	0,74	56,3	0,3	Verifier
R94-R95	1114.49	1112.61	40,72	0,476	4,69	385	400	4,2	0,528	0,9	1,14	0,74	4,78	2,84	295,4	0,3	Verifier
R95-R96	1112.61	1110.73	40,26	0,477	2,21	443	500	3,34	0,657	0,73	1,08	0,63	3,63	2,14	314,9	0,3	Verifier
R96-R97	1111.73	1108.71	40,51	0,478	5,05	380	400	4,36	0,548	0,87	1,14	0,72	4,95	2,92	288,6	0,3	Verifier
R97-R98	1108.71	1107.17	43,2	0,479	3,4	410	500	4,15	0,815	0,59	1,04	0,55	4,33	2,52	273,4	0,3	Verifier
R98-R99	1107.17	1105.80	36,00	0,530	3,4	426	500	4,15	0,815	0,65	1,06	0,58	4,41	2,52	291,5	0,3	Verifier
R99-R100	1105.80	1104.83	27,91	0,530	3,4	426	500	4,15	0,815	0,65	1,06	0,58	4,41	2,52	291,5	0,3	Verifier
R100-R101	1104.83	1103.16	40,37	0,866	3,4	512	630	4,84	1,509	0,57	1,04	0,54	5,03	2,49	339,7	0,3	Verifier
R101-R102	1103.36	1101.69	40,13	0,867	3,17	519	630	4,67	1,457	0,6	1,05	0,55	4,89	2,43	347	0,3	Verifier
R102-R103	1101.89	1100.12	36,63	0,867	3,4	512	630	4,84	1,509	0,57	1,04	0,54	5,03	2,49	339,9	0,3	Verifier
R103-R104	1100.52	1098.81	25,42	0,867	3,6	506	500	4,27	0,838	1,03	1,15	0,85	4,89	2,58	424,7	0,3	Verifier
R104-R105	1098.81	1097.50	46,76	0,868	3,18	519	630	4,68	1,459	0,59	1,05	0,55	4,9	2,43	347	0,3	Verifier
R105-R106	1097.70	1096.13	41,29	0,869	3,27	516	630	4,75	1,48	0,59	1,04	0,55	4,96	2,46	344,3	0,3	Verifier
R106-R107	1096.13	1095.40	40,42	1,165	1,83	688	800	3,47	1,744	0,67	1,07	0,59	3,7	1,7	474,7	0,3	Verifier
R107-R108	1095.40	1094.57	40,09	1,165	1,57	708	800	3,21	1,615	0,72	1,08	0,63	3,48	1,62	501,3	0,3	Verifier
R108-R109	1094.77	1093.49	39,16	1,165	2,7	597	630	4,31	1,344	0,87	1,13	0,72	4,89	2,3	452,1	0,3	Verifier
R109-R110	1093.49	1091.94	48,88	1,166	3	586	630	4,55	1,417	0,82	1,12	0,69	5,1	2,39	435,4	0,3	Verifier
R110-R111	1091.94	1091.32	50,43	1,167	1,22	742	800	2,83	1,424	0,82	1,12	0,69	3,17	1,48	551,3	0,3	Verifier
R111-R112	1091.32	1089.52	40,28	1,452	2	735	800	3,63	1,823	0,8	1,11	0,67	4,03	2,24	539,7	0,3	Verifier
R112-R113	1090.52	1088.09	40,21	1,452	2,5	704	800	4,06	2,039	0,71	1,08	0,62	4,38	2,44	496,8	0,3	Verifier
R113-R114	1088.49	1086.54	40,59	1,454	2,3	716	800	3,89	1,955	0,74	1,09	0,64	4,24	2,37	512,8	0,3	Verifier
R114-R115	1087.14	1085.42	49,69	1,454	2,1	728	800	3,72	1,868	0,78	1,10	0,66	4,1	1,78	530,5	0,3	Verifier
R115-R116	1085.42	1084.01	50,54	1,455	2	735	800	3,63	1,823	0,8	1,11	0,68	4,03	2,24	540,5	0,3	Verifier
R116-R117	1084.01	1083.26	41,55	2,105	2,1	837	1000	4,31	3,388	0,62	1,06	0,57	4,55	2,5	565,8	0,3	Verifier
R117-R118	1083.26	1082.64	40,00	2,106	1,56	885	1000	3,72	2,92	0,72	1,08	0,63	4,02	2,24	626,7	0,3	Verifier
R118-R119	1082.64	1080.34	39,95	2,106	1,56	885	1000	3,72	2,920	0,72	1,08	0,63	4,02	2,24	626,7	0,3	Verifier
R119-R120	1081.64	1079.35	39,95	2,107	1,8	861	1000	3,99	3,136	0,67	1,07	0,60	4,27	1,57	595,7	0,3	Verifier
R120-R121	1079.55	1077.86	39,99	2,107	2	845	1000	4,21	3,306	0,64	1,06	0,58	4,46	2,46	575	0,3	Verifier
R121-R122	1077.86	1077.76	40,03	2,108	1,7	871	1000	3,88	3,048	0,69	1,07	0,61	4,17	2,31	608	0,3	Verifier
R122-R123	1077.76	1077.68	40,02	2,108	1,7	871	1000	3,88	3,048	0,69	1,07	0,61	4,14	2,31	608,0	0,3	Verifier
R123-R124	1077.68	1077.60	39,97	2,09	1,8	871	1000	3,88	3,048	0,69	1,07	0,61	4,14	2,31	608,0	0,3	Verifier
R124-R125	1077.60	1076.72	40,06	2,109	1,8	862	1000	3,99	3,136	0,67	1,07	0,6	4,27	2,36	596,1	0,3	Verifier
R125-R126	1076.72	1076.48	39,99	2,110	1,2	930	1000	3,26	2,561	0,82	1,12	0,69	3,66	1,39	691,9	0,3	Verifier
R126-R127	1076.48	1076.16	39,95	2,110	1,2	930	1000	3,26	2,561	0,82	1,12	0,69	3,66	1,39	691,9	0,3	Verifier

Annexe N°1

Tableau 5 Dimensionnement de collecteur principal des eaux pluvial EP 4

Tronçon	Cam (m)	Cav (m)	L (m)	Qtot (m³/s)	Pente (%)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	RQ	RV	RH	Vec (m/s)	Vecmin (m/s)	Hcal (mm)	Auto curage	
R129 - R130	1076.45	1076.12	41.00	0,02	0,79	164	315	1,47	0,115	0,17	0,74	0,28	1,09	0,64	88,8	0,3	Verifier
R130 - R131	1076.12	1075.87	41.00	0,021	0,6	176	315	1,28	0,1	0,21	0,79	0,31	1,01	0,61	97,3	0,3	Verifier
R131 - R132	1075.87	1075.46	41.00	0,041	1	205	315	1,65	0,129	0,32	0,89	0,39	1,47	0,95	121,7	0,3	Verifier
R132 - R133	1075.46	1075.18	41.00	0,071	0,7	269	315	1,38	0,108	0,66	1,06	0,59	1,47	0,97	185,1	0,3	Verifier
R133 - R134	1075.18	1074.89	41.00	0,091	0,7	296	315	1,38	0,108	0,84	1,13	0,7	1,56	1,46	221,8	0,3	Verifier
R134 - R135	1074.89	1074.52	41.00	0,131	0,9	323	400	1,84	0,231	0,57	1,04	0,54	1,91	1,61	214,1	0,3	Verifier
R135 - R136	1074.52	1074.34	44,48	0,151	0,4	397	400	1,23	0,154	0,98	1,14	0,79	1,4	1,18	316,3	0,3	Verifier
R136 - R137	1074.34	1073.57	45,19	1,961	1,7	848	1000	3,88	3,048	0,64	1,06	0,58	4,12	1,54	578,6	0,3	Verifier
R137 - R138	1073.57	1073.19	38.00	1,963	1	937	1000	2,98	2,338	0,84	1,13	0,7	3,35	1,31	701,5	0,3	Verifier
R138 - R139	1073.19	1073.00	38.00	1,968	0,5	1068	1200	2,38	2,688	0,73	1,09	0,63	2,58	0,99	760,4	0,3	Verifier
R139 - R140	1073.00	1071.71	38.00	1,974	3,4	746	800	4,73	2,377	0,83	1,12	0,7	5,32	2,07	556,6	0,3	Verifier
R140 - R141	1071.71	1070.27	38.00	2,004	3,8	735	800	5	2,513	0,8	1,11	0,68	5,56	2,14	540,2	0,3	Verifier
R141 - R142	1070.27	1068.82	38.00	2,006	3,8	735	800	5	2,513	0,8	1,11	0,68	5,56	2,14	540,6	0,3	Verifier
R142 - R143	1068.82	1067.33	39,21	2,008	3,8	735	800	5	2,513	0,8	1,11	0,68	5,56	2,14	541	0,3	Verifier
R143 - R144	1067.33	1067.15	36.00	3,074	0,5	1262	1500	2,76	4,873	0,63	1,06	0,57	2,92	0,91	856,8	0,3	Verifier
R144 - R145	1067.15	1067.08	36.00	3,074	0,2	1498	1500	1,74	3,082	1	1,14	0,81	1,99	0,94	1209,6	0,3	Verifier
R145 - R146	1067.08	1067.01	36.00	3,075	0,2	1499	1500	1,74	3,082	1	1,14	0,81	1,99	0,94	1210,1	0,3	Verifier
R146 - R147	1067.01	1066.40	38.00	3,076	1,6	1015	1200	4,25	4,808	0,64	1,06	0,58	4,51	1,98	691,7	0,3	Verifier
R147 - R148	1066.40	1064.83	38,33	3,077	4,1	851	1000	6,03	4,733	0,65	1,06	0,58	6,41	2,83	582,6	0,3	Verifier
R148 - R149	1064.83	1064.03	42,04	3,869	1,9	1071	1200	4,63	5,24	0,74	1,09	0,64	5,04	2,37	765,1	0,3	Verifier
R149 - R150	1064.03	1063.55	40.00	3,87	1,2	1167	1200	3,68	4,164	0,93	1,14	0,76	4,2	2,02	906,2	0,3	Verifier
R150 - R151	1063.55	1063.07	40.00	3,871	1,2	1168	1200	3,68	4,164	0,93	1,14	0,76	4,2	2,02	906,4	0,3	Verifier
R151 - R152	1063.07	1062.59	40.00	3,877	1,2	1168	1200	3,68	4,164	0,93	1,14	0,76	4,2	2,02	907,5	0,3	Verifier
R152 - R153	1062.59	1062.02	44,24	3,882	1,3	1151	1200	3,83	4,334	0,9	1,14	0,73	4,36	2,08	881,8	0,3	Verifier
R153 - R154	1062.02	1061.60	34,85	5,136	1,2	1298	1500	4,08	6,281	0,82	1,12	0,69	4,57	1,23	963,2	0,3	Verifier
R154 - R155	1061.60	1061.08	40.00	5,136	1,3	1279	1500	4,25	6,538	0,79	1,11	0,67	4,70	1,27	935,0	0,3	Verifier
R155 - R156	1061.08	1060.60	40.00	5,136	1,2	1298	1500	4,08	6,281	0,82	1,12	0,69	4,57	1,23	963,2	0,3	Verifier
R156 - R157	1060.60	1060.12	40.00	5,137	1,2	1298	1500	4,08	6,281	0,82	1,12	0,69	4,57	1,23	963,3	0,3	Verifier
R157 - R158	1060.12	1059.64	40.00	5,138	1,2	1298	1500	4,08	6,281	0,82	1,12	0,69	4,57	1,23	963,3	0,3	Verifier
R158 - R159	1059.64	1059.44	40.00	5,398	0,5	1559	1800	3,11	7,925	0,68	1,07	0,6	3,33	1,38	1082,6	0,3	Verifier
R159 - R160	1059.44	1059.24	40.00	5,399	0,5	1559	1800	3,11	7,925	0,68	1,07	0,6	3,34	1,38	1082,8	0,3	Verifier

Annexe N°1

Tableau 6 Dimensionnement de collecteur principal des eaux pluvial EP 4 (suite)

Tronçon	Cam (m)	Cav (m)	L (m)	Qtot (m³/s)	Pente (%)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m³/s)	RQ	RV	RH	Vec (m/s)	Vecmin (m/s)	Hcal (mm)	Auto curage	
R160 - R161	1059.24	1059.00	40.00	5,399	0,6	1506	1800	3,41	8,681	0,62	1,06	0,57	3,6	1,45	1018,9	0,3	Verifier
R161 - R162	1059.00	1058.76	40.00	5,4	0,6	1506	1800	3,41	8,681	0,62	1,06	0,57	3,6	1,45	1019	0,3	Verifier
R162 - R163	1058.76	1058.52	40.00	5,4	0,6	1506	1800	3,41	8,681	0,62	1,06	0,57	3,6	1,45	1019	0,3	Verifier
R163 - R164	1058.52	1058.28	40.00	5,401	0,6	1507	1800	3,41	8,681	0,62	1,06	0,57	3,6	1,45	1019,2	0,3	Verifier
R164 - R165	1058.28	1058.04	40.00	5,401	0,6	1507	1800	3,41	8,681	0,62	1,06	0,57	3,6	1,45	1019,2	0,3	Verifier
R165 - R166	1058.04	1057.80	40.00	5,402	0,6	1507	1800	3,41	8,681	0,62	1,06	0,57	3,6	1,45	1019,3	0,3	Verifier
R166 - R167	1057.80	1057.56	40.00	5,402	0,6	1507	1800	3,41	8,681	0,62	1,06	0,57	3,6	1,45	1019,3	0,3	Verifier
R167 - R168	1057.56	1057.32	40.00	5,403	0,6	1507	1800	3,41	8,681	0,62	1,06	0,57	3,6	1,45	1019,4	0,3	Verifier
R168 - R169	1057.32	1057.08	40.00	5,403	0,6	1507	1800	3,41	8,681	0,62	1,06	0,57	3,6	1,45	1019,4	0,3	Verifier
R169 - R170	1057.08	1056.84	40.00	5,404	0,6	1507	1800	3,41	8,681	0,62	1,06	0,57	3,6	1,45	1019,5	0,3	Verifier
R170 - R171	1056.84	1056.45	43,84	5,405	0,9	1397	1500	3,70	6,538	0,83	1,12	0,69	4,15	1,10	1040,3	0,3	Verifier
R171 - R172	1056.45	1055.47	30.00	5,406	1	1369	1500	3,90	6,892	0,78	1,11	0,67	4,31	1,14	1000,6	0,3	Verifier

Annexe N°1

Tableau 7 Dimensionnement de collecteur principal des eaux usées EU 1

Tronçon	Cam (m)	Cav (m)	L (m)	Qtot (m³/s)	Pente (%)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m³/s)	RQ	RV	RH	Vec (m/s)	Hcal (mm)
R1 - R2	1093,85	1093,6	15.12	0,0003	1,65	30	315	2,12	0,166	0	0,2	0,03	0,43	10,1
R2 - R3	1093,6	1092,51	30.80	0,0039	3,54	68	315	3,11	0,242	0,02	0,35	0,09	1,1	28,7
R3 - R4	1092,51	1092,27	30.51	0,0039	0,79	89	315	1,47	0,115	0,03	0,47	0,13	0,69	39,9
R4 - R5	1092,27	1092,06	30.25	0,0039	0,69	92	315	1,37	0,107	0,04	0,48	0,13	0,66	41,1
R5 - R6	1092,06	1090,3	30.17	0,0044	5,83	64	315	3,99	0,311	0,01	0,33	0,09	1,33	26,8
R6 - R7	1090,3	1089,92	30.33	0,0044	1,25	85	315	1,85	0,144	0,03	0,45	0,12	0,83	37,7
R7 - R8	1089,92	1089,63	30.14	0,0044	0,96	90	315	1,62	0,126	0,04	0,47	0,13	0,76	40
R8 - R9	1089,63	1089,48	27.63	0,0044	0,54	100	315	1,22	0,095	0,05	0,52	0,14	0,63	45,7
R9 - R10	1089,48	1089,42	17.48	0,0049	0,34	113	315	0,96	0,075	0,07	0,57	0,17	0,55	54
R10 - R11	1089,42	1088,74	25.05	0,0067	2,71	87	315	2,72	0,212	0,03	0,46	0,12	1,24	38,3
R11 - R12	1088,74	1088,11	30.13	0,0067	2,09	91	315	2,39	0,186	0,04	0,48	0,13	1,14	40,6
R12 - R13	1088,11	1087,58	31.01	0,0067	1,71	94	315	2,16	0,169	0,04	0,49	0,14	1,07	42,5
R13 - R14	1087,58	1087,21	30.81	0,0067	1,2	101	315	1,81	0,141	0,05	0,52	0,15	0,95	46,3
R14 - R15	1087,21	1086,92	30.00	0,0067	0,97	105	315	1,63	0,127	0,05	0,54	0,15	0,88	48,7
R15 - R16	1086,92	1086,52	30.00	0,0072	1,33	101	315	1,91	0,149	0,05	0,53	0,15	1	46,5
R16 - R17	1086,52	1085,76	31.06	0,0072	2,45	90	315	2,59	0,202	0,04	0,47	0,13	1,23	40,3
R17 - R18	1085,76	1084,86	30.31	0,0072	2,97	87	315	2,85	0,222	0,03	0,46	0,12	1,31	38,6
R18 - R19	1084,86	1084,46	29.16	0,0072	1,37	101	315	1,94	0,151	0,05	0,52	0,15	1,01	46,2
R19 - R20	1084,46	1083,95	22.59	0,0073	2,26	92	315	2,49	0,194	0,04	0,48	0,13	1,2	41,3
R20 - R21	1083,95	1082,21	30.00	0,0073	5,8	77	315	3,98	0,31	0,02	0,4	0,11	1,61	33,5
R21 - R22	1082,21	1081,45	29.27	0,0073	2,6	90	315	2,67	0,208	0,04	0,47	0,13	1,26	40
R22 - R23	1081,45	1080,88	24.85	0,0109	2,29	107	315	2,5	0,195	0,06	0,55	0,16	1,38	50,1
R23 - R24	1080,88	1080,15	30.00	0,0109	2,43	106	315	2,58	0,201	0,05	0,55	0,16	1,41	49,4
R24 - R25	1080,15	1079,84	26.53	0,0109	1,17	122	315	1,79	0,139	0,08	0,6	0,19	1,07	59,5
R25 - R26	1079,84	1079,78	30.00	0,0109	0,2	169	315	0,74	0,058	0,19	0,76	0,29	0,57	92,7
R26 - R27	1079,78	1079,71	30.00	0,0115	0,23	168	315	0,79	0,062	0,19	0,76	0,29	0,6	91,6
R27 - R28	1079,71	1079,36	23.42	0,0115	1,49	118	315	2,02	0,157	0,07	0,59	0,18	1,19	57,2
R28 - R29	1079,36	1079,12	30.00	0,0115	0,8	133	315	1,48	0,115	0,1	0,63	0,21	0,94	67,3
R29 - R30	1079,12	1078,83	20.12	0,0115	1,44	119	315	1,98	0,155	0,07	0,59	0,18	1,17	57,7
R30 - R31	1078,83	1078,45	19.12	0,0120	1,99	114	315	2,33	0,182	0,07	0,58	0,17	1,34	54,5
R31 - R32	1078,45	1077,96	30.00	0,0172	1,63	135	315	2,11	0,165	0,11	0,64	0,22	1,35	69
R32 - R33	1077,96	1077,88	30.07	0,0172	0,27	190	315	0,86	0,067	0,26	0,84	0,34	0,73	108,2
R33 - R34	1077,88	1077,8	30.40	0,0172	0,26	191	315	0,84	0,066	0,26	0,85	0,35	0,72	109,1
R34 - R35	1077,8	1077,69	30.20	0,0172	0,36	180	315	0,99	0,077	0,22	0,81	0,32	0,8	100,3
R35 - R36	1077,69	1077,39	30.00	0,0177	1	150	315	1,65	0,129	0,14	0,69	0,25	1,14	79,2
R36 - R37	1077,39	1076,98	30.00	0,0177	1,37	141	315	1,94	0,151	0,12	0,66	0,23	1,28	73,2

Annexe N°1

Tableau 8 Dimensionnement de collecteur principal des eaux usées EU 1 (suite)

Tronçon	Cam (m)	Cav (m)	L (m)	Qtot (m³/s)	Pente (%)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m³/s)	RQ	RV	RH	Vec (m/s)	Hcal (mm)
R37 - R38	1076,98	1076,36	30,00	0,0177	2,07	131	315	2,38	0,185	0,1	0,63	0,21	1,49	65,9
R38 - R39	1076,36	1075,82	30,00	0,0177	1,8	134	315	2,22	0,173	0,1	0,64	0,22	1,42	68,3
R39 - R40	1075,82	1075,31	22,11	0,0177	2,31	128	315	2,51	0,196	0,09	0,62	0,2	1,56	64,1
R40 - R41	1075,31	1074,77	23,65	0,0177	2,28	128	315	2,5	0,195	0,09	0,62	0,2	1,55	64,3
R41 - R42	1074,77	1074,15	18,10	0,0219	3,43	129	315	3,06	0,239	0,09	0,62	0,2	1,9	64,4
R42 - R43	1074,15	1073,7	26,38	0,0219	1,71	147	315	2,16	0,169	0,13	0,68	0,24	1,46	76,9
R43 - R44	1073,7	1072,04	30,00	0,0219	5,53	118	315	3,89	0,303	0,07	0,59	0,18	2,29	56,9
R44 - R45	1072,04	1071,79	30,00	0,0219	0,83	168	315	1,51	0,117	0,19	0,76	0,29	1,14	91,7
R45 - R46	1071,79	1071,08	30,00	0,0219	2,37	138	315	2,55	0,198	0,11	0,65	0,22	1,65	70,9
R46 - R47	1071,08	1070,81	30,00	0,0220	0,9	166	315	1,57	0,122	0,18	0,75	0,29	1,18	90,1
R47 - R48	1070,81	1069,97	30,00	0,0220	2,8	134	315	2,77	0,216	0,1	0,64	0,22	1,76	68
R48 - R49	1069,97	1069,59	29,00	0,0221	1,31	155	315	1,89	0,147	0,15	0,71	0,26	1,34	82,5
R49 - R50	1069,59	1069,25	29,00	0,0221	1,17	158	315	1,79	0,139	0,16	0,72	0,27	1,29	84,8
R50 - R51	1069,25	1068,72	33,67	0,0221	1,57	149	315	2,07	0,161	0,14	0,69	0,25	1,42	78,9
R51 - R52	1068,72	1067,95	30,34	0,0222	2,54	137	315	2,64	0,205	0,11	0,65	0,22	1,7	70,1
R52 - R53	1067,95	1067,63	30,00	0,0538	1,07	224	315	1,71	0,133	0,4	0,94	0,44	1,61	139,7
R53 - R54	1067,63	1067,12	30,00	0,0538	1,7	206	315	2,16	0,168	0,32	0,89	0,39	1,92	122,2
R54 - R55	1067,12	1066,71	30,00	0,0538	1,37	214	315	1,94	0,151	0,36	0,91	0,41	1,77	130,1
R55 - R56	1066,71	1066,1	30,00	0,0538	2,03	199	315	2,36	0,184	0,29	0,87	0,37	2,06	116,2
R56 - R57	1066,1	1065,47	29,86	0,0538	2,11	197	315	2,4	0,187	0,29	0,87	0,36	2,09	115
R57 - R58	1065,47	1064,89	30,49	0,0538	1,9	201	315	2,28	0,178	0,3	0,88	0,38	2,01	118,4
R58 - R59	1064,89	1064,42	31,00	0,0538	1,52	210	315	2,04	0,159	0,34	0,9	0,4	1,84	126,2
R59 - R60	1064,42	1063,8	30,00	0,0551	2,07	200	315	2,38	0,185	0,3	0,88	0,37	2,09	117,1
R60 - R61	1063,8	1063,47	30,00	0,0551	1,1	225	315	1,73	0,135	0,41	0,94	0,45	1,63	140,4
R61 - R62	1063,47	1063,31	30,00	0,0551	0,53	258	315	1,2	0,094	0,59	1,04	0,55	1,26	172,2
R62 - R63	1063,31	1062,95	30,00	0,0551	1,2	221	315	1,81	0,141	0,39	0,93	0,43	1,69	136,9
R63 - R64	1062,95	1061,59	30,00	0,0551	4,53	173	315	3,52	0,274	0,2	0,78	0,3	2,74	95,1
R64 - R65	1061,59	1061,34	30,00	0,0551	0,83	237	315	1,51	0,117	0,47	0,98	0,48	1,48	151,8
R65 - R66	1061,34	1061,22	30,00	0,0551	0,4	272	315	1,05	0,081	0,68	1,07	0,6	1,12	188,6
R66 - R67	1061,22	1060,35	30,00	0,0551	2,9	188	315	2,82	0,219	0,25	0,84	0,34	2,36	106,7
R67 - R68	1060,35	1060,01	29,19	0,0551	1,16	223	315	1,78	0,139	0,4	0,94	0,44	1,67	138,3
R68 - R69	1060,01	1059,81	25,42	0,0551	0,79	239	315	1,47	0,115	0,48	0,99	0,49	1,45	153,9
R69 - R70	1059,81	1059,63	16,90	0,0551	1,07	226	315	1,71	0,133	0,41	0,95	0,45	1,62	141,5
R70 - R71	1059,63	1059,41	15	0,0559	4,62	173	315	3,55	0,277	0,2	0,78	0,3	2,77	95,4

Annexe N°1

Tableau 9 Dimensionnement de collecteur principal des eaux usées EU 2

Tronçon	Cam (m)	Cav (m)	L (m)	Qtot (m³/s)	Pente (%)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	RQ	RV	RH	Vec (m/s)	Hcal (mm)
R72 - R73	1114,39	1113,8	15.00	0,0009	3,93	39	315	3,28	0,255	0	0,23	0,04	0,75	14
R73 - R74	1113,8	1112	30.00	0,0025	5,97	52	315	4,04	0,315	0,01	0,28	0,07	1,11	20,6
R74 - R75	1112	1111,58	31.46	0,0025	1,37	68	315	1,94	0,151	0,02	0,36	0,09	0,69	29,1
R75 - R76	1111,58	1111,13	30.00	0,0025	1,5	67	315	2,03	0,158	0,02	0,35	0,09	0,71	28,5
R76 - R77	1111,13	1108,11	27.90	0,0025	4,37	55	315	3,46	0,269	0,01	0,29	0,07	1	22,2
R77 - R78	1108,11	1106,57	30.00	0,0025	5,13	53	315	3,75	0,292	0,01	0,28	0,07	1,06	21,4
R78 - R79	1106,57	1105,45	30.00	0,0025	3,73	57	315	3,19	0,249	0,01	0,3	0,07	0,95	23,1
R79 - R80	1105,45	1104,85	29.69	0,0025	2,02	64	315	2,35	0,183	0,01	0,33	0,08	0,78	26,7
R80 - R81	1104,85	1104,23	17.01	0,0039	3,64	67	315	3,15	0,246	0,02	0,35	0,09	1,1	28,4
R81 - R82	1104,23	1102,86	27.65	0,0061	4,96	74	315	3,68	0,287	0,02	0,39	0,1	1,43	32,1
R82 - R83	1102,86	1102,02	30.00	0,0061	2,8	83	315	2,77	0,216	0,03	0,44	0,12	1,2	36,3
R83 - R84	1102,02	1101,29	30.00	0,0061	2,43	85	315	2,58	0,201	0,03	0,45	0,12	1,15	37,5
R84 - R85	1101,29	1099,92	30.00	0,0061	4,57	75	315	3,53	0,275	0,02	0,4	0,1	1,4	32,7
R85 - R86	1099,92	1099,27	30.00	0,0061	2,17	87	315	2,44	0,19	0,03	0,46	0,12	1,11	38,4
R86 - R87	1099,27	1099,01	30.00	0,0061	0,87	103	315	1,54	0,12	0,05	0,53	0,15	0,82	47,6
R87 - R88	1099,01	1098,57	22.04	0,0061	2	88	315	2,34	0,182	0,03	0,46	0,12	1,08	39,2
R88 - R89	1098,57	1098,21	19.28	0,0061	1,87	89	315	2,26	0,176	0,03	0,47	0,13	1,06	39,7
R89 - R90	1098,21	1098,63	19.95	0,0088	2,91	95	315	2,82	0,22	0,04	0,5	0,14	1,4	42,7
R90 - R91	1098,63	1097,15	23.84	0,0088	2,01	101	315	2,34	0,183	0,05	0,53	0,15	1,23	46,6
R91 - R92	1097,15	1096,37	30.00	0,0088	2,6	97	315	2,67	0,208	0,04	0,51	0,14	1,35	43,8
R92 - R93	1096,37	1095,53	30.00	0,0088	2,8	95	315	2,77	0,216	0,04	0,5	0,14	1,38	43
R93 - R94	1095,53	1095,21	28.33	0,0092	1,13	115	315	1,76	0,137	0,07	0,58	0,17	1,02	55
R94 - R95	1095,21	2094,8	30.79	0,0092	1,33	111	315	1,91	0,149	0,06	0,57	0,17	1,08	52,8
R95 - R96	2094,8	1094,17	23.00	0,0092	2,74	97	315	2,74	0,213	0,04	0,51	0,14	1,39	44,2
R96 - R97	1094,17	1093,26	23.00	0,0092	3,96	91	315	3,29	0,256	0,04	0,48	0,13	1,57	40,6
R97 - R98	1093,26	1092,89	22.18	0,0097	1,67	109	315	2,14	0,167	0,06	0,56	0,16	1,19	51
R98 - R99	1092,89	1091,34	26.35	0,0159	5,88	103	315	4,01	0,312	0,05	0,53	0,15	2,14	47,7
R99 - R100	1091,34	1089,94	30.00	0,0159	4,67	108	315	3,57	0,278	0,06	0,55	0,16	1,98	50,5
R100 - R 101	1089,94	1089,66	30.00	0,0159	0,92	146	315	1,59	0,124	0,13	0,68	0,24	1,07	76,6
R101 - R102	1089,66	1089,5	19.50	0,0159	0,84	149	315	1,52	0,118	0,14	0,68	0,25	1,04	78,3
R102 - R103	1089,5	1088,12	30.00	0,0167	4,6	110	315	3,55	0,276	0,06	0,56	0,17	1,99	52
R103 - R104	1088,12	1087,89	30.00	0,0167	0,77	154	315	1,45	0,113	0,15	0,7	0,26	1,02	82

Annexe N°1

Tableau 10 Dimensionnement de collecteur principal des eaux usées EU 2 (suite)

Tronçon	Cam (m)	Cav (m)	L (m)	Qtot (m³/s)	Pente (%)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m³/s)	RQ	RV	RH	Vec (m/s)	Hcal (mm)
R104 - R105	1087,89	1087,12	30,00	0,0167	2,57	123	315	2,65	0,207	0,08	0,6	0,19	1,6	60,4
R105 - R106	1087,12	1085,85	26,54	0,0170	4,78	110	315	3,62	0,282	0,06	0,56	0,17	2,03	52
R106 - R107	1085,85	1084,82	13,50	0,0204	5,41	115	315	3,85	0,3	0,07	0,58	0,18	2,23	55,2
R107 - R 108	1084,82	1083,41	30,00	0,0204	4,7	118	315	3,58	0,279	0,07	0,59	0,18	2,11	57,2
R108 - R109	1083,41	1082,62	30,00	0,0204	2,63	132	315	2,68	0,209	0,1	0,63	0,21	1,69	66,6
R109 - R110	1082,62	1082,5	30,00	0,0204	0,4	188	315	1,05	0,081	0,25	0,84	0,34	0,88	106,6
R110 - R111	1082,5	1082,35	30,00	0,0204	0,5	180	315	1,17	0,091	0,22	0,81	0,32	0,95	100,5
R111 - R112	1082,35	1082,04	30,00	0,0204	0,79	165	315	1,47	0,115	0,18	0,75	0,28	1,1	89,7
R112 - R113	1082,04	1081,04	30,00	0,0204	3,33	126	315	3,02	0,235	0,09	0,61	0,2	1,85	62,6
R113 - R114	1081,04	1080,25	30,00	0,0204	2,63	132	315	2,68	0,209	0,1	0,63	0,21	1,69	66,6
R114 - R115	1080,25	1079,64	30,00	0,0204	2,03	138	315	2,36	0,184	0,11	0,65	0,23	1,53	71,1
R115 - R116	1079,64	1078,58	30,00	0,0204	3,53	125	315	3,11	0,242	0,08	0,61	0,2	1,89	61,7
R116 - R117	1078,58	1077,52	30,00	0,0204	3,55	125	315	3,12	0,243	0,08	0,61	0,2	1,9	61,6
R117 - R118	1077,52	1077,46	30,00	0,0204	0,2	214	315	0,74	0,058	0,35	0,91	0,41	0,67	129,5
R118 - R119	1077,46	1077,4	30,00	0,0204	0,2	214	315	0,74	0,058	0,35	0,91	0,41	0,67	129,5
R119 - R120	1077,4	1077,34	30,00	0,0204	0,2	214	315	0,74	0,058	0,35	0,91	0,41	0,67	129,5
R120 - R121	1077,34	1075,88	30,00	0,0204	0,2	214	315	0,74	0,058	0,35	0,91	0,41	0,67	129,5
R121 - R122	1075,88	1075,23	23,00	0,0204	4,85	117	315	3,64	0,284	0,07	0,59	0,18	2,14	56,8
R122 - R123	1075,23	1074,75	24,28	0,0219	2,83	134	315	2,78	0,217	0,1	0,64	0,22	1,77	67,8

Annexe N°1

Tableau 11 Dimensionnement de collecteur principal des eaux usées EU 3

Tronçon	Cam (m)	Cav (m)	L (m)	Qtot (m³/s)	Pente (%)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	RQ	RV	RH	Vec (m/s)	Hcal (mm)
R126 - R127	1114,02	1113,69	21.92	0,0012	1,51	50	315	2,03	0,158	0,01	0,27	0,06	0,55	19,8
R127 - R128	1113,69	1112,01	29.99	0,0012	5,6	39	315	3,91	0,305	0	0,23	0,04	0,89	14,1
R128 - R129	1112,01	1111,67	29.96	0,0012	1,13	53	315	1,76	0,137	0,01	0,28	0,07	0,49	21,3
R129 - R130	1111,67	1111,13	23.83	0,0012	2,27	47	315	2,49	0,194	0,01	0,25	0,06	0,63	17,8
R130 - R131	1111,13	1108,13	30.00	0,0012	5	40	315	3,7	0,288	0	0,23	0,05	0,86	14,5
R131 - R132	1108,13	1107,26	30.00	0,00161	2,9	50	315	2,82	0,219	0,01	0,27	0,06	0,75	19,5
R132 - R133	1107,26	1106,66	30.00	0,00161	2	53	315	2,34	0,182	0,01	0,28	0,07	0,66	21,4
R133 - R134	1106,66	1105,2	27.00	0,00161	5,41	44	315	3,85	0,3	0,01	0,25	0,05	0,94	16,6
R134 - R135	1105,2	1104,23	25.77	0,00202	3,76	52	315	3,21	0,25	0,01	0,27	0,06	0,88	20,5
R135 - R136	1104,23	1102,76	30.15	0,00202	4,88	49	315	3,65	0,285	0,01	0,26	0,06	0,96	19,2
R136 - R137	1102,76	1102,28	29.92	0,00202	1,6	61	315	2,09	0,163	0,01	0,32	0,08	0,66	25,2
R137 - R138	1102,28	1101,29	30.07	0,00202	3,29	53	315	3	0,234	0,01	0,28	0,07	0,84	21,2
R138 - R139	1101,29	1099,92	30.33	0,00202	4,52	50	315	3,52	0,274	0,01	0,27	0,06	0,94	19,5
R139 - R140	1099,92	1098,77	29.96	0,00291	3,84	59	315	3,24	0,253	0,01	0,31	0,08	1	24,3
R140 - R141	1098,77	1097,1	34.32	0,00291	4,87	57	315	3,65	0,284	0,01	0,3	0,07	1,08	23
R141 - R142	1097,1	1095,53	33.71	0,00291	4,66	57	315	3,57	0,278	0,01	0,3	0,07	1,07	23,2
R142 - R143	1095,53	1095,14	25.59	0,00351	1,52	75	315	2,04	0,159	0,02	0,4	0,1	0,81	32,6
R143 - R144	1095,14	1094,8	30.00	0,00351	1,13	80	315	1,76	0,137	0,03	0,42	0,11	0,74	34,8
R144 - R145	1094,8	1094,17	30.00	0,00351	2,1	71	315	2,4	0,187	0,02	0,37	0,1	0,89	30,4
R145 - R146	1094,17	1093,46	30.51	0,00351	2,33	70	315	2,52	0,197	0,02	0,36	0,09	0,92	29,7
R146 - R147	1093,46	1092,74	29.95	0,00428	2,4	75	315	2,56	0,2	0,02	0,39	0,1	1	32,2
R147 - R148	1092,74	1091,34	29.97	0,00428	4,67	66	315	3,57	0,278	0,02	0,34	0,09	1,23	27,8
R148 - R149	1091,34	1091,04	30.00	0,00428	1	88	315	1,65	0,129	0,03	0,46	0,12	0,76	39
R149 - R150	1091,04	1090,72	25.64	0,00428	1,25	84	315	1,85	0,144	0,03	0,44	0,12	0,82	37,1
R150 - R151	1090,72	1089,47	30.00	0,00488	4,17	71	315	3,38	0,263	0,02	0,37	0,1	1,25	30,2
R151 - R152	1089,47	1088,58	24.49	0,00488	3,63	72	315	3,15	0,246	0,02	0,38	0,1	1,19	31,2
R152 - R153	1088,58	1087,89	27.00	0,00488	2,56	77	315	2,65	0,206	0,02	0,41	0,11	1,07	33,6
R153 - R154	1087,89	1086,64	26.10	0,00488	4,79	69	315	3,62	0,282	0,02	0,36	0,09	1,3	29,3
R154 - R155	1086,64	1085,8	38.07	0,00598	2,21	86	315	2,46	0,192	0,03	0,45	0,12	1,11	38
R155 - R156	1085,8	1085	38.20	0,00598	2,09	87	315	2,39	0,186	0,03	0,46	0,12	1,09	38,4
R156 - R157	1085	1084,01	25.15	0,00598	3,94	77	315	3,28	0,256	0,02	0,4	0,11	1,33	33,5

Annexe N°1

Tableau 12 Dimensionnement de collecteur principal des eaux usées EU 3 (suite)

Tronçon	Cam (m)	Cav (m)	L (m)	Qtot (m³/s)	Pente (%)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m³/s)	RQ	RV	RH	Vec (m/s)	Heal (mm)
R157 - R158	1084,01	1083,41	13,21	0,0070	4,54	80	315	3,52	0,275	0,03	0,42	0,11	1,48	34,9
R158 - R159	1083,41	1083,05	16,45	0,0070	2,19	92	315	2,45	0,191	0,04	0,48	0,13	1,18	41
R159 - R160	1083,05	1082,66	29,98	0,0070	1,3	101	315	1,89	0,147	0,05	0,53	0,15	0,99	46,4
R160 - R161	1082,66	1082,04	30,02	0,0070	2,07	93	315	2,38	0,185	0,04	0,49	0,13	1,16	41,6
R161 - R162	1082,04	1081,26	30,02	0,0070	2,6	89	315	2,67	0,208	0,03	0,47	0,13	1,24	39,5
R162 - R163	1081,26	1080,14	30,02	0,0080	3,73	83	315	3,19	0,249	0,03	0,44	0,12	1,39	36,4
R163 - R164	1080,14	1079,01	29,99	0,0080	3,77	83	315	3,21	0,25	0,03	0,44	0,12	1,4	36,4
R164 - R165	1079,01	1077,26	29,95	0,0081	5,56	77	315	3,9	0,304	0,02	0,4	0,11	1,57	33,4
R165 - R166	1077,26	1077,03	30,03	0,0082	0,77	111	315	1,45	0,113	0,06	0,57	0,17	0,82	52,8
R166 - R167	1077,03	1076,9	29,96	0,0082	0,43	124	315	1,08	0,084	0,08	0,61	0,19	0,66	61,4
R167 - R168	1076,9	1076,78	30,05	0,0082	0,4	126	315	1,05	0,081	0,09	0,61	0,2	0,64	62,6
R168 - R169	1076,78	1076,65	29,99	0,0083	0,43	124	315	1,08	0,084	0,08	0,61	0,19	0,66	61,4
R169 - R170	1076,65	1076,46	29,96	0,0083	0,63	116	315	1,31	0,102	0,07	0,58	0,18	0,76	55,6
R170 - R171	1076,46	1076,27	30,01	0,0083	0,63	116	315	1,31	0,102	0,07	0,58	0,18	0,76	55,6
R171 - R172	1076,27	1076,11	28,06	0,0085	0,57	118	315	1,25	0,097	0,07	0,59	0,18	0,74	57,1
R172 - R173	1076,11	1076,02	28,00	0,0085	0,32	131	315	0,94	0,073	0,1	0,63	0,21	0,59	66,3
R173 - R174	1076,02	1075,91	25,39	0,0085	0,43	124	315	1,08	0,084	0,08	0,61	0,19	0,66	61,4

Annexe N°1

Tableau 13 Dimensionnement de collecteur principal des eaux usées EU 4

Tronçon	Cam (m)	Cav (m)	L (m)	Qtot (m³/s)	Pente (%)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m³/s)	RQ	RV	RH	Vec (m/s)	Hcal (mm)
R175 - R176	1075,27	1074,86	30.00	0,0008	1,37	44	315	1,94	0,151	0,01	0,24	0,05	0,47	16,4
R176 - R177	1074,86	1074,58	30.00	0,0008	1,4	47	315	1,59	0,124	0,01	0,26	0,06	0,54	18,1
R177 - R178	1074,58	1074,29	30.00	0,0008	1,2	47	315	1,63	0,127	0,01	0,25	0,06	0,52	17,9
R178 - R179	1074,29	1074,08	30.00	0,001	0,7	58	315	1,38	0,108	0,01	0,3	0,07	0,42	23,6
R179 - R180	1074,08	1073,92	30.00	0,0011	0,53	61	315	1,2	0,094	0,01	0,32	0,08	0,38	25,2
R180 - R181	1073,92	1073,74	27.86	0,0011	0,65	58	315	1,33	0,104	0,01	0,31	0,08	0,41	24
R181 - R182	1073,74	1073,47	25.40	0,0024	1,06	71	315	1,7	0,133	0,02	0,37	0,1	0,63	30,2
R182 - R183	1073,47	1072,97	31.00	0,0024	1,61	65	315	2,1	0,164	0,01	0,34	0,09	0,71	27,5
R183 - R184	1072,97	1072,59	31.00	0,0024	1,23	69	315	1,83	0,143	0,02	0,36	0,09	0,66	29,2
R184 - R185	1072,59	1072,4	31.00	0,0025	0,61	80	315	1,29	0,101	0,03	0,42	0,11	0,54	34,8
R185 - R186	1072,4	1071,86	31.00	0,0025	1,74	66	315	2,18	0,17	0,02	0,34	0,09	0,74	27,7
R186 - R187	1071,86	1071,11	31.00	0,0027	2,42	63	315	2,57	0,2	0,01	0,33	0,08	0,85	26,5
R187 - R188	1071,11	1069,63	30.00	0,0027	4,93	55	315	3,67	0,286	0,01	0,29	0,07	1,07	22,4
R188 - R189	1069,63	1068,22	30.00	0,0027	4,7	56	315	3,58	0,279	0,01	0,29	0,07	1,05	22,7
R189 - R190	1068,22	1067,52	30.60	0,0027	2,29	64	315	2,5	0,195	0,01	0,33	0,09	0,84	26,9
R190 - R191	1067,52	1066,73	23.56	0,0031	3,35	62	315	3,03	0,236	0,01	0,33	0,08	0,99	26,1
R191 - R192	1066,73	1066,61	28.00	0,0976	0,43	333	400	1,27	0,16	0,61	1,05	0,56	1,34	224
R192 - R193	1066,61	1066,53	28.00	0,0976	0,29	358	400	1,04	0,131	0,74	1,09	0,64	1,14	256,6
R193 - R194	1066,53	1066,47	28.00	0,0977	0,21	381	400	0,89	0,112	0,88	1,14	0,72	1,01	289,2
R194 - R195	1066,47	1066,41	27.00	0,0977	0,22	377	400	0,91	0,114	0,86	1,13	0,71	1,03	284,4
R195 - R196	1066,41	1066,12	27.00	0,0978	1,07	281	315	1,71	0,133	0,73	1,09	0,64	1,86	200
R196 - R197	1066,12	1065,75	27.00	0,0978	1,37	268	315	1,94	0,151	0,65	1,06	0,58	2,06	183,3
R197 - R198	1065,75	1064,23	30.18	0,0979	5,04	210	315	3,71	0,289	0,34	0,9	0,4	3,35	126,1
R198 - R199	1064,23	1063,43	28.00	0,0987	2,86	234	315	2,8	0,218	0,45	0,97	0,47	2,71	148,9
R199 - R200	1063,43	1063,02	28.00	0,0987	1,46	266	315	2	0,156	0,63	1,06	0,57	2,12	180,6
R200 - R201	1063,02	1062,77	28.00	0,0987	0,89	291	315	1,56	0,122	0,81	1,12	0,68	1,74	215,7
R201 - R202	1062,77	1062,47	28.00	0,0989	1,07	282	315	1,71	0,133	0,74	1,09	0,64	1,86	201,7
R202 - R203	1062,47	1062	28.00	0,0989	1,68	259	315	2,14	0,167	0,59	1,05	0,55	2,24	173,1
R203 - R204	1062	1061,71	28.10	0,0989	1,04	283	315	1,69	0,131	0,75	1,09	0,65	1,84	203,8
R204 - R205	1061,71	1061,42	28.00	0,0989	1,03	284	315	1,68	0,131	0,76	1,1	0,65	1,84	204,6

Annexe N°1

Tableau 14 Dimensionnement de collecteur principal des eaux usées EU 4 (suite)

Tronçon	Cam (m)	Cav (m)	L (m)	Q _{tot} (m ³ /s)	Pente (%)	D _{cal} (mm)	D _{nor} (mm)	V _{ps} (m/s)	Q _{ps} (m ³ /s)	RQ	RV	RH	Vec (m/s)	H _{cal} (mm)
R205 - R206	1061,42	1061	28.00	0,1005	1,5	266	315	2,03	0,158	0,64	1,06	0,57	2,15	181,1
R206 - R207	1061	1060,82	28.00	0,1005	0,64	312	315	1,32	0,103	0,98	1,14	0,79	1,51	247,9
R207 - R208	1060,82	1060,5	28.00	0,1005	1,14	280	315	1,77	0,138	0,73	1,09	0,63	1,92	199,3
R208 - R209	1060,5	1060	28.00	0,1005	1,79	257	315	2,21	0,172	0,58	1,04	0,54	2,31	171,4
R209 - R210	1060	1059,86	28.00	0,1005	0,5	327	315	1,17	0,091	1,1	0,99	1	1,16	314,6
R210 - R211	1059,86	1059,49	26.94	0,1005	0,5	327	315	1,17	0,091	1,1	0,99	1	1,16	314,6
R211 - R212	1059,49	1059,04	30.00	0,1005	1,32	272	315	1,9	0,148	0,68	1,07	0,6	2,03	189
R212 - R213	1059,04	1058,95	30.00	0,1018	1,67	262	315	2,14	0,167	0,61	1,05	0,56	2,25	176,4
R213 - R214	1058,95	1058,87	28.06	0,1018	0,3	361	400	1,06	0,133	0,76	1,1	0,65	1,17	261,4
R214 - R215	1058,87	1058,73	30.00	0,1018	0,27	369	400	1,01	0,127	0,8	1,11	0,68	1,12	271,9
R215 - R216	1058,73	1058,6	30.00	0,1022	0,5	329	400	1,37	0,172	0,59	1,05	0,55	1,43	219,9
R216 - R217	1058,6	1058,45	24.68	0,1022	0,43	338	400	1,27	0,16	0,64	1,06	0,58	1,35	230,6
R217 - R218	1058,45	1058,15	28.00	0,1022	0,5	329	400	1,37	0,172	0,59	1,05	0,55	1,43	219,9
R218 - R219	1058,15	1057,92	28.00	0,1024	1,22	278	315	1,83	0,142	0,72	1,08	0,63	1,98	197,2
R219 - R220	1057,92	1057,83	28.00	0,1024	0,82	300	315	1,5	0,117	0,88	1,14	0,72	1,7	228,2
R220 - R221	1057,83	1057,75	28.00	0,1024	0,32	358	400	1,1	0,138	0,74	1,09	0,64	1,2	256,4
R221 - R222	1057,75	1057,62	28.00	0,1024	0,29	365	400	1,04	0,131	0,78	1,1	0,66	1,15	266
R222 - R223	1057,62	1057,44	28.00	0,1024	0,46	334	400	1,32	0,165	0,62	1,05	0,57	1,39	226
R223 - R224	1057,44	1057,03	28.00	0,1024	0,64	314	315	1,32	0,103	0,99	1,14	0,8	1,51	253,1
R224 - R225	1057,03	1056,97	28.00	0,1034	1,46	270	315	2	0,156	0,66	1,07	0,59	2,13	186,3
R225 - R226	1056,97	1056,72	28.00	0,1034	0,21	389	400	0,89	0,112	0,93	1,14	0,75	1,01	301,5
R226 - R227	1056,72	1056,34	28.00	0,1034	0,89	297	315	1,56	0,122	0,85	1,13	0,71	1,76	223,2
R227 - R228	1056,34	1056,22	28.00	0,1034	1,36	274	315	1,93	0,15	0,69	1,07	0,61	2,07	190,9
R228 - R229	1056,22	1056,12	30.57	0,1045	0,43	341	400	1,27	0,16	0,65	1,06	0,58	1,35	234
R229 - R230	1056,12	1056,01	39.23	0,1045	0,33	358	400	1,11	0,14	0,75	1,09	0,64	1,22	257,2

Annexe N°1

Tableau 15 Dimensionnement de collecteur secondaire des eaux pluvial EP 1-1

Tronçon	Cam (m)	Cav (m)	L (m)	Qtot (m³/s)	Pente (%)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m³/s)	RQ	RV	RH	Vec (m/s)	Vecmin (m/s)	Hcal (mm)	Auto curage	
R173-R174	1127.10	1125.46	43.00	0,103	3,8	225	315	3,22	0,251	0,41	0,94	0,45	3,04	2,76	140,8	0,3	Verifier
R174-R175	1125.46	1123.33	43.00	0,103	4,97	214	315	3,69	0,287	0,36	0,91	0,41	3,37	3,04	130,3	0,3	Verifier
R175-R176	1123.33	1119.69	43.00	0,309	4,97	324	400	4,32	0,543	0,57	1,04	0,54	4,48	2,9	214,5	0,3	Verifier
R176-R177	1121.19	1118.77	41.00	0,615	2,23	487	500	3,36	0,66	0,93	1,14	0,76	3,83	2,15	378,5	0,3	Verifier
R177-R178	1118.77	1115.95	41.00	0,615	2,23	487	500	3,36	0,660	0,93	1,14	0,76	3,83	2,15	378,5	0,3	Verifier
R178-R179	1116.76	1113.83	41.00	0,718	3,94	464	500	4,47	0,877	0,82	1,12	0,69	5	2,67	344,3	0,3	Verifier
R179-R180	1114.64	1111.72	41.00	1,027	3,2	552	630	4,7	1,464	0,7	1,08	0,61	5,05	2,44	387	0,3	Verifier
R180-R181	1112.53	1109.71	41.00	1,027	3,2	552	630	4,70	1,464	0,70	1,08	0,61	5,05	2,44	387,0	0,3	Verifier
R181-R182	1110.51	1107.40	41.00	1,13	2,96	580	630	4,52	1,408	0,80	1,11	0,68	5,03	2,38	427,6	0,3	Verifier
R182-R183	1108.40	1105.59	41.00	1,13	2,96	580	630	4,52	1,408	0,8	1,11	0,68	5,03	2,38	427,6	0,3	Verifier
R183-R2	1106.19	1104.79	27.08	1,233	2,7	610	630	4,31	1,344	0,92	1,14	0,75	4,91	2,3	471	0,3	Verifier

Tableau 16 Dimensionnement de collecteur secondaire des eaux pluvial EP 1-6

Tronçon	Cam (m)	Cav (m)	L (m)	Qtot (m³/s)	Pente (%)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m³/s)	RQ	RV	RH	Vec (m/s)	Vecmin (m/s)	Hcal (mm)	Auto curage	
R265-R266	1099.01	1097.32	33.00	0,057	5,12	171	315	3,74	0,292	0,2	0,77	0,3	2,89	3,07	93,8	0,3	Verifier
R266-R267	1097.32	1096.43	33.00	0,114	2,7	250	315	2,72	0,212	0,54	1,02	0,52	2,78	2,43	163,7	0,3	Verifier
R267-R268	1096.43	1096.18	32.01	0,171	0,8	365	400	1,73	0,218	0,78	1,11	0,67	1,92	1,54	266,9	0,3	Verifier
R268-R271	1096.18	1095.30	40.00	0,363	2,2	401	400	2,88	0,361	1	1,14	0,81	3,29	2,19	325,4	0,3	Verifier
R269-R270	1095.30	1094.38	40.00	0,363	2,2	401	400	2,88	0,361	1,00	1,14	0,81	3,29	2,19	325,4	0,3	Verifier
R270-R271	1094.38	1093.50	40.00	0,42	2,5	413	500	3,56	0,699	0,6	1,05	0,55	3,73	2,24	277,2	0,3	Verifier
R271-R272	1093.50	1092.50	40.00	0,42	2,5	413	500	3,56	0,699	0,6	1,05	0,55	3,73	2,24	277,2	0,3	Verifier
R272-R276	1092.50	1091.64	39.00	0,649	2,2	498	500	3,34	0,655	0,99	1,14	0,8	3,81	2,14	400	0,3	Verifier
R273-R274	1091.64	1090.74	39.00	0,670	2,3	501	500	3,34	0,655	1,02	1,15	0,83	3,82	2,14	416,9	0,3	Verifier
R274-R275	1090.74	1089.88	39.00	0,690	2,4	501	500	3,49	0,684	1,01	1,14	0,82	3,99	2,21	408,7	0,3	Verifier
R275-R276	1089.88	1089.03	39.00	0,706	2,4	506	630	3,49	1,268	0,56	1,03	0,53	4,19	2,21	333,8	0,3	Verifier
R276-R277	1089.03	1088.09	39.00	0,706	2,4	506	630	4,07	1,268	0,56	1,03	0,53	4,19	2,21	333,8	0,3	Verifier
R277-R278	1088.09	1087.19	39.00	0,712	2,3	512	630	3,98	1,241	0,57	1,04	0,54	4,13	2,17	339,6	0,3	Verifier
R278-R279	1087.19	1086.30	39.00	0,730	2,3	516	630	3,98	1,241	0,59	1,04	0,55	4,16	2,17	344,6	0,3	Verifier
R279-R280	1086.30	1085.44	39.00	0,877	2,2	558	630	3,89	1,214	0,72	1,08	0,63	4,22	2,14	395,4	0,3	Verifier
R280-R281	1085.44	1084.58	39.00	0,991	2,3	579	630	3,98	1,241	0,8	1,11	0,68	4,43	2,17	425,9	0,3	Verifier
R281-R282	1084.58	1083.68	39.00	0,991	2,3	579	630	3,98	1,241	0,8	1,11	0,68	4,43	2,17	425,9	0,3	Verifier
R282-R283	1083.68	1082.83	39.00	1,048	2,2	596	630	3,89	1,214	0,86	1,13	0,72	4,41	2,14	451	0,3	Verifier

Annexe N°1

Tableau 17 Dimensionnement de collecteur secondaire des eaux pluvial EP 1-6 (suite)

Tronçon	Cam (m)	Cav (m)	L (m)	Qtot (m³/s)	Pente (%)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m³/s)	RQ	RV	RH	Vec (m/s)	Vecmin (m/s)	Hcal (mm)	Auto curage	
R283-R284	1082.83	1081.85	39.00	1,219	2,5	616	630	4,15	1,294	0,94	1,14	0,76	4,73	2,24	481	0,3	Verifier
R284-R285	1081.85	1080.91	39.00	1,219	2,5	616	630	4,15	1,294	0,94	1,14	0,76	4,73	2,24	481,0	0,3	Verifier
R285-R286	1080.91	1079.94	39.00	1,39	2,3	704	800	3,89	1,955	0,71	1,08	0,62	4,20	1,83	496,1	0,3	Verifier
R286-R289	1079.94	1079.04	39.00	1,39	2,3	704	800	3,89	1,955	0,71	1,08	0,62	4,2	1,83	496,1	0,3	Verifier
R287-R288	1079.04	1078.18	39.00	1,41	2,2	714	800	3,80	1,912	0,74	1,09	0,64	4,14	1,8	509,5	0,3	Verifier
R288-R289	1078.18	1077.15	39.00	1,42	2,1	722	800	3,72	1,868	0,76	1,10	0,65	4,08	1,78	521,2	0,3	Verifier
R289-R290	1077.15	1076.91	45.00	1,447	2,1	727	800	3,72	1,868	0,77	1,1	0,66	4,1	1,78	528,6	0,3	Verifier
R290-R291	1076.91	1076.82	48.09	1,549	2	753	800	3,63	1,823	0,85	1,13	0,71	4,1	1,75	566	0,3	Verifier
R291-R292	1076.82	1076.74	42.00	1,606	2,1	756	800	3,72	1,868	0,86	1,13	0,71	4,21	1,78	570,8	0,3	Verifier
R292-R293	1076.74	1076.66	42.00	1,664	1,9	781	800	3,54	1,777	0,94	1,14	0,76	4,03	1,72	607,7	0,3	Verifier
R293-R294	1076.66	1076.57	43.00	1,722	1,6	816	1000	3,76	2,957	0,58	1,04	0,54	3,92	1,51	543,7	0,3	Verifier
R294-R295	1076.57	1076.50	37.00	1,779	1,2	872	1000	3,26	2,561	0,69	1,07	0,61	3,5	1,39	609,9	0,3	Verifier

Tableau 18 Dimensionnement de collecteur secondaire des eaux pluvial EP 2-2

Tronçon	Cam (m)	Cav (m)	L (m)	Qtot (m³/s)	Pente (%)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m³/s)	RQ	RV	RH	Vec (m/s)	Vecmin (m/s)	Hcal (mm)	Auto curage	
R337-R338	1126.16	1125.06	38.00	0,057	2,9	190	315	2,82	0,219	0,26	0,85	0,34	2,38	2,49	108,6	0,3	Verifier
R338-R339	1125.06	1123.39	38.00	0,113	4,4	227	315	3,47	0,27	0,42	0,95	0,45	3,29	2,91	142,3	0,3	Verifier
R339-R340	1123.39	1121.79	38.00	0,169	4,2	266	315	3,39	0,264	0,64	1,06	0,58	3,59	2,86	181,6	0,3	Verifier
R340-R341	1121.79	1120.23	38.00	0,226	4,1	298	315	3,35	0,261	0,87	1,13	0,72	3,8	2,84	226	0,3	Verifier
R341-R342	1120.23	1118.52	38.00	0,283	4,5	319	400	4,11	0,517	0,55	1,03	0,52	4,22	2,8	209,9	0,3	Verifier
R342-R343	1118.52	1116.93	38.00	0,34	4,2	346	400	3,97	0,499	0,68	1,07	0,6	4,26	2,73	240,5	0,3	Verifier
R343-R344	1116.93	1115.33	38.00	0,396	4,2	367	400	3,97	0,499	0,79	1,11	0,67	4,41	2,73	269	0,3	Verifier
R344-R345	1115.33	1113.77	37.94	0,453	4,1	387	400	3,93	0,493	0,92	1,14	0,75	4,47	2,7	299,3	0,3	Verifier

Annexe N°1

Tableau 19 Dimensionnement de collecteur secondaire des eaux pluvial EP 2-5

Tronçon	Cam (m)	Cav (m)	L (m)	Qtot (m³/s)	Pente (%)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m³/s)	RQ	RV	RH	Vec (m/s)	Vecmin (m/s)	Hcal (mm)	Auto curage	
R371-R372	1112.68	1111.14	40.00	0,086	3,83	210	315	3,24	0,252	0,34	0,9	0,4	2,92	2,77	126,6	0,3	Verifier
R372-R373	1111.14	1109.11	40.00	0,171	5,08	258	315	3,73	0,29	0,59	1,04	0,55	3,89	3,06	172,4	0,3	Verifier
R373-R374	1109.11	1107.08	40.00	0,342	5,08	335	400	4,37	0,549	0,62	1,06	0,57	4,61	2,92	226,6	0,3	Verifier
R374-R375	1107.08	1104.81	44.23	0,364	5,02	368	400	3,62	0,455	0,8	1,11	0,68	4,03	2,56	270,8	0,3	Verifier
R375-R376	1104.81	1103.21	38.00	0,428	4,2	378	400	3,97	0,499	0,86	1,13	0,71	4,5	2,73	284,8	0,3	Verifier
R376-R377	1103.21	1101.59	38.00	0,480	4,2	422	500	3,84	0,754	0,64	1,06	0,57	4,07	2,38	287,2	0,3	Verifier
R377-R378	1101.59	1099.88	38.00	0,599	4,25	458	500	3,87	0,759	0,79	1,11	0,67	4,28	2,39	335,1	0,3	Verifier
R378-R379	1099.88	1098.26	38.00	0,623	3,9	472	500	3,70	0,727	0,86	1,13	0,71	4,19	2,31	355,9	0,3	Verifier
R379-R380	1098.26	1096.45	38.00	0,77	3,72	481	500	4,34	0,852	0,9	1,14	0,74	4,94	2,61	369,8	0,3	Verifier
R380-R381	1096.65	1094.63	38.00	0,856	3,72	501	500	4,34	0,852	1	1,14	0,81	4,96	2,61	406,8	0,3	Verifier
R381-R382	1095.03	1092.72	38.00	0,942	3,2	534	630	4,7	1,464	0,64	1,06	0,58	4,98	2,44	364,6	0,3	Verifier
R382-R383	1093.42	1091.08	38.00	1,027	2,5	578	630	4,15	1,294	0,79	1,11	0,67	4,61	2,24	424	0,3	Verifier
R383-R384	1091.78	1089.34	38.00	1,112	2,4	600	630	4,07	1,268	0,88	1,14	0,72	4,62	2,21	456,1	0,3	Verifier
R384-R385	1090.14	1087.56	40.00	1,198	2,2	627	630	3,89	1,214	0,99	1,14	0,8	4,44	2,14	502,1	0,3	Verifier
R385-R386	1088.46	1086.56	44.28	1,283	2,27	640	630	3,95	1,233	1,04	1,15	0,86	4,53	2,16	541,1	0,3	Verifier

Tableau 20 Dimensionnement de collecteur secondaire des eaux pluvial EP 3-2

Tronçon	Cam (m)	Cav (m)	L (m)	Qtot (m³/s)	Pente (%)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m³/s)	RQ	RV	RH	Vec (m/s)	Vecmin (m/s)	Hcal (mm)	Auto curage	
R404 - R405	1117.92	1116.44	37.00	0,077	4	200	315	3,31	0,258	0,3	0,88	0,37	2,9	2,81	117,4	0,3	Verifier
R405 - R406	1116.44	1114.99	37.00	0,155	3,9	262	315	3,27	0,254	0,61	1,05	0,56	3,43	2,79	176	0,3	Verifier
R406 - R407	1114.99	1113.48	37.00	0,232	4,1	301	315	3,35	0,261	0,89	1,14	0,73	3,81	2,84	230,3	0,3	Verifier
R407 - R408	1113.48	1112.03	37.00	0,31	3,9	339	400	3,83	0,481	0,64	1,06	0,58	4,06	2,66	231,6	0,3	Verifier
R408 - R409	1112.03	1111.96	35.00	0,387	0,2	689	800	1,15	0,577	0,67	1,07	0,6	1,23	0,76	476,3	0,3	Verifier

Annexe N°1

Tableau 21 Dimensionnement de collecteur secondaire des eaux pluvial EP 3-5

Tronçon	Cam (m)	Cav (m)	L (m)	Qtot (m³/s)	Pente (%)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m³/s)	RQ	RV	RH	Vec (m/s)	Vecmin (m/s)	Hcal (mm)	Auto curage	
N422 - N423	1091.51	1090.37	37.00	0,13	3,08	256	315	2,9	0,226	0,57	1,04	0,54	3,02	2,55	170	0,3	Verifier
N423 - N424	1090.37	1089.14	37.00	0,26	3,2	330	400	3,47	0,436	0,6	1,05	0,55	3,63	2,48	220,6	0,3	Verifier
N424 - N425	1089.14	1088.03	37.01	0,39	3	388	400	3,36	0,422	0,92	1,14	0,75	3,83	2,43	300,8	0,3	Verifier
N425 - N426	1088.03	1086.81	36.98	0,52	3,2	427	500	4,02	0,79	0,66	1,06	0,59	4,29	2,47	293,7	0,3	Verifier
N426 - N427	1086.81	1085.95	29.84	0,65	3,1	467	500	3,96	0,778	0,84	1,13	0,7	4,46	2,44	349,5	0,3	Verifier

Tableau 22 Dimensionnement de collecteur secondaire des eaux pluvial EP 4-5

Tronçon	Cam (m)	Cav (m)	L (m)	Qtot (m³/s)	Pente (%)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m³/s)	RQ	RV	RH	Vec (m/s)	Vecmin (m/s)	Hcal (mm)	Auto curage	
R506 - R507	1069.79	1068.49	41.00	0,051	3,18	179	315	2,95	0,23	0,22	0,81	0,32	2,38	2,58	100	0,3	Verifier
R507 - R508	1068.49	1067.18	41.00	0,102	3,2	232	315	2,96	0,231	0,44	0,96	0,47	2,85	2,59	146,9	0,3	Verifier
R508 - R509	1067.18	1065.91	41.00	0,153	3,1	272	315	2,91	0,227	0,67	1,07	0,6	3,11	2,56	188,1	0,3	Verifier
R509 - R510	1065.91	1064.55	41.00	0,204	3,3	299	315	3	0,234	0,87	1,13	0,72	3,41	2,62	227	0,3	Verifier
R510 - R511	1064.55	1063.77	41.00	0,255	1,9	361	400	2,67	0,336	0,76	1,1	0,65	2,93	2,09	260,4	0,3	Verifier
R511 - R512	1063.77	1063.53	41.00	0,306	0,6	479	500	1,74	0,342	0,89	1,14	0,73	1,98	1,35	367	0,3	Verifier
R512 - R513	1063.53	1063.32	41.00	0,357	0,5	526	630	1,86	0,579	0,62	1,05	0,56	1,96	1,22	354,9	0,3	Verifier
R513 - R514	1063.32	1063.20	41.00	0,408	0,3	608	630	1,44	0,448	0,91	1,14	0,74	1,64	1,02	468,5	0,3	Verifier
R514 - R515	1063.20	1063.04	41.00	0,459	0,4	602	630	1,66	0,517	0,89	1,14	0,73	1,89	1,13	459,7	0,3	Verifier
R515 - R516	1063.04	1062.83	41.00	0,51	0,5	601	630	1,86	0,579	0,88	1,14	0,73	2,11	1,22	457,7	0,3	Verifier
R516 - R517	1062.83	1062.67	40.76	0,561	0,4	695	800	1,95	0,979	0,57	1,04	0,54	2,02	1,13	431	0,3	Verifier

Annexe N°1

Tableau 23 Dimensionnement de collecteur secondaire des eaux pluvial EP 4-6

Tronçon	Cam (m)	Cav (m)	L (m)	Qtot (m³/s)	Pente (%)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m³/s)	RQ	RV	RH	Vec (m/s)	Vecmin (m/s)	Hcal (mm)	Auto curage	
R518 - R519	1065.67	1065.59	41.00	0,063	0,2	326	400	0,87	0,109	0,58	1,04	0,54	0,9	0,92	216,6	0,3	Verifier
R519 - R520	1065.59	1065.51	41.00	0,063	0,2	326	400	0,87	0,109	0,58	1,04	0,54	0,9	0,92	216,6	0,3	Verifier
R520 - R521	1065.51	1065.38	41.00	0,126	0,3	391	400	1,06	0,133	0,94	1,14	0,76	1,21	1,07	305,9	0,3	Verifier
R521 - N522	1065.38	1065.30	41.00	0,189	0,2	492	500	1,01	0,198	0,96	1,14	0,77	1,15	0,91	386,6	0,3	Verifier
N522 - N523	1065.30	1065.18	41.00	0,252	0,3	508	630	1,44	0,448	0,56	1,03	0,53	1,49	1,02	335,6	0,3	Verifier
N523 - R524	1065.18	1065.10	41.00	0,315	0,2	596	630	1,17	0,366	0,86	1,13	0,71	1,33	0,89	450	0,3	Verifier
R524 - R525	1065.10	1064.97	41.00	0,378	0,3	591	630	1,44	0,448	0,84	1,13	0,7	1,62	1,02	443,4	0,3	Verifier
R525 - R526	1064.97	1064.81	41.00	0,441	0,4	593	630	1,66	0,517	0,85	1,13	0,71	1,88	1,13	446,7	0,3	Verifier
R526 - R527	1064.81	1064.28	41.00	0,504	1,3	500	500	2,57	0,504	1	1,14	0,81	2,93	1,76	404,8	0,3	Verifier
R527 - R528	1064.28	1063.58	41.00	0,567	1,7	497	500	2,93	0,576	0,98	1,14	0,79	3,35	1,94	397,3	0,3	Verifier
R528 - R529	1063.58	1062.88	38.86	0,63	1,8	512	630	3,52	1,098	0,57	1,04	0,54	3,66	1,99	339,6	0,3	Verifier

Tableau 24 Dimensionnement de collecteur secondaire des eaux usées EU 1-1

Tronçon	Cam (m)	Cav (m)	L (m)	Qtot (m³/s)	Pente (%)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m³/s)	RQ	RV	RH	Vec (m/s)	Hcal (mm)
R231 - R232	1115.96	1114.02	33.00	0,0011	5,58	38	315	3,91	0,304	0,00	0,22	0,04	0,88	13,5
R232 - R233	1114.02	1112.04	33.00	0,0011	5,09	39	315	3,73	0,291	0,00	0,23	0,04	0,85	13,8
R233 - R234	1112.04	1110.01	33.00	0,0011	5,24	39	315	3,79	0,295	0,00	0,23	0,04	0,86	13,7
R234 - R235	1110.01	1107.80	32.00	0,0014	5,97	42	315	4,04	0,315	0,00	0,24	0,05	0,96	15,4
R235 - R236	1107.80	1107.53	32.00	0,0025	0,84	75	315	1,52	0,118	0,02	0,39	0,10	0,60	32,4
R236 - R237	1107.53	1105.60	26.14	0,0036	5,85	60	315	4,00	0,312	0,01	0,31	0,08	1,24	24,6
R237 - R238	1105.60	1104.87	26.07	0,0036	1,76	75	315	2,19	0,171	0,02	0,39	0,10	0,86	32,2

Annexe N°1

Tableau 25 Dimensionnement de collecteur secondaire des eaux usées EU 1-6

Tronçon	Cam (m)	Cav (m)	L (m)	Qtot (m³/s)	Pente (%)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m³/s)	RQ	RV	RH	Vec (m/s)	Hcal (mm)
R304 - R305	1098,95	1098,4	27.00	0,0001	2,04	19	315	2,36	0,184	0	0,19	0,02	0,44	7,2
R305 - R306	1098,4	1096,7	27.00	0,0001	5,56	16	315	3,9	0,304	0	0,18	0,02	0,72	7
R306 - R307	1096,7	1095,8	27.00	0,0001	3,33	17	315	3,02	0,235	0	0,19	0,02	0,56	7,1
R307 - R308	1095,8	1095,64	28.36	0,0001	0,56	24	315	1,24	0,096	0	0,19	0,03	0,24	8,1
R308 - R309	1095,64	1095,42	30.00	0,0291	0,73	191	315	1,41	0,11	0,26	0,85	0,35	1,2	109,6
R309 - R310	1095,42	1094,71	29.28	0,0291	4,42	136	315	3,48	0,271	0,11	0,64	0,22	2,24	69,8
R310 - R311	1094,71	1093,83	25.00	0,0293	3,52	143	315	3,1	0,242	0,12	0,66	0,24	2,06	74,2
R311 - R312	1093,83	1093,67	24.90	0,0293	0,64	197	315	1,32	0,103	0,28	0,87	0,36	1,15	114,1
R312 - R313	1093,67	1093,02	22.00	0,0295	2,95	148	315	2,84	0,221	0,13	0,68	0,25	1,94	77,8
R313 - R314	1093,02	1092,9	22.00	0,0295	0,55	203	315	1,23	0,096	0,31	0,88	0,38	1,08	119,6
R314 - R315	1092,9	1092,05	25.00	0,0296	3,4	144	315	3,05	0,238	0,12	0,67	0,24	2,04	75,3
R315 - R316	1092,05	1091,1	26.32	0,0296	3,61	143	315	3,14	0,245	0,12	0,66	0,24	2,09	74,1
R316 - R317	1091,1	1091,02	27.00	0,0297	0,3	228	315	0,91	0,071	0,42	0,95	0,45	0,86	142,8
R317 - R318	1091,02	1090,14	27.16	0,0297	3,24	146	315	2,98	0,232	0,13	0,67	0,24	2,01	76,3
R318 - R320	1090,14	1089,38	23.00	0,0298	3,3	145	315	3	0,234	0,13	0,67	0,24	2,02	76,1
R320 - R321	1089,21	1088,53	33.00	0,0303	2,06	160	315	2,37	0,185	0,16	0,73	0,27	1,72	86,1
R321 - R322	1088,53	1087,55	33.00	0,0303	2,97	149	315	2,85	0,222	0,14	0,69	0,25	1,96	78,7
R322 - R323	1087,55	1086,6	33.00	0,0303	2,88	150	315	2,81	0,219	0,14	0,69	0,25	1,93	79,3
R323 - R327	1086,6	1085,73	34.00	0,0308	2,56	154	315	2,65	0,206	0,15	0,71	0,26	1,87	82,3
R327 - R328	1084,09	1083,12	34.00	0,0309	2,85	152	315	2,79	0,218	0,14	0,69	0,25	1,94	80,3
R328 - R330	1083,12	1082,24	33.21	0,0309	2,65	154	315	2,69	0,21	0,15	0,7	0,26	1,89	81,7
R330 - R331	1081,67	1080,33	34.85	0,031	3,85	143	315	3,24	0,253	0,12	0,67	0,24	2,16	74,7
R331 - R332	1080,33	1079,35	34.59	0,031	2,83	152	315	2,78	0,217	0,14	0,7	0,26	1,94	80,6
R332 - R333	1079,35	1078,52	35.00	0,032	2,37	159	315	2,55	0,198	0,16	0,72	0,27	1,84	85,4
R333 - R334	1078,52	1078,03	35.00	0,032	1,4	175	315	1,96	0,152	0,21	0,79	0,31	1,55	97,2
R334 - R335	1078,03	1077,63	34.00	0,032	1,18	181	315	1,8	0,14	0,23	0,81	0,32	1,46	101,5
R335 - R336	1077,63	1076,7	35.71	0,032	2,6	156	315	2,67	0,208	0,15	0,71	0,27	1,9	83,5
R336 - R337	1076,7	1076,42	22.55	0,032	1,24	179	315	1,84	0,143	0,22	0,81	0,32	1,49	100,2
R337 - R338	1076,42	1076,21	33.00	0,033	0,64	205	315	1,32	0,103	0,32	0,89	0,39	1,18	122,1
R338 - R339	1076,21	1076,1	33.00	0,033	0,33	233	315	0,95	0,074	0,45	0,97	0,47	0,92	147,5
R339 - R340	1076,1	1076	33.00	0,033	0,3	237	315	0,91	0,071	0,47	0,98	0,48	0,89	151,5
R340 - R341	1076	1075,9	29.30	0,033	0,34	231	315	0,96	0,075	0,44	0,96	0,46	0,93	146,3
R341 - R342	1075,9	1075,9	29.00	0,034	0,28	243	315	0,87	0,068	0,5	1	0,5	0,87	156,9
R342 - R343	1075,9	1075,82	29.00	0,034	0,24	250	315	0,81	0,063	0,54	1,02	0,52	0,83	163,7

Annexe N°1

Tableau 26 Dimensionnement de collecteur secondaire des eaux usées EU 2-3

Tronçon	Cam (m)	Cav (m)	L (m)	Qtot (m³/s)	Pente (%)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m³/s)	RQ	RV	RH	Vec (m/s)	Hcal (mm)
R405 - R406	1125.70	1125.61	26.00	0,00019	0,35	33	315	0,98	0,076	0,00	0,21	0,04	0,21	11,3
R406 - R407	1125.61	1124.50	27.04	0,00019	4,1	21	315	3,35	0,261	0,00	0,19	0,02	0,63	7,5
R407 - R408	1124.50	1122.82	25.00	0,00038	4,2	27	315	3,39	0,264	0,00	0,20	0,03	0,67	9,0
R408 - R409	1122.82	1122.53	24.94	0,00038	1,16	34	315	1,78	0,139	0,00	0,21	0,04	0,38	11,8
R409 - R410	1122.53	1121.20	21.00	0,00177	5,33	46	315	3,82	0,297	0,01	0,25	0,06	0,96	17,5
R410 - R411	1121.20	1120.82	21.19	0,00177	1,79	57	315	2,21	0,172	0,01	0,30	0,07	0,66	23,0
R411 - R412	1120.82	1119.75	27.00	0,00214	3,96	52	315	3,29	0,256	0,01	0,28	0,07	0,91	20,8
R412 - R413	1119.75	1118.01	27.00	0,00214	4,2	52	315	3,39	0,264	0,01	0,27	0,07	0,93	20,5
R413 - R414	1118.01	1117.47	27.00	0,00214	2	59	315	2,34	0,182	0,01	0,31	0,08	0,73	24,6
R414 - R415	1117.47	1116.34	27.00	0,00214	4,19	52	315	3,38	0,264	0,01	0,27	0,07	0,93	20,5
R415 - R416	1116.34	1114.73	27.00	0,00214	5,96	48	315	4,04	0,315	0,01	0,26	0,06	1,05	18,7
R416 - R417	1114.73	1113.92	25.42	0,00214	3,19	55	315	2,95	0,230	0,01	0,29	0,07	0,85	21,9

Tableau 27 Dimensionnement de collecteur secondaire des eaux usées EU 2-5

Tronçon	Cam (m)	Cav (m)	L (m)	Qtot (m³/s)	Pente (%)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m³/s)	RQ	RV	RH	Vec (m/s)	Hcal (mm)
R429 - R430	1110,24	1108,51	30.00	0,00083	5,47	35	315	3,87	0,301	0	0,21	0,04	0,83	11,8
R430 - R431	1108,51	1107,85	30.00	0,00083	2,2	41	315	2,45	0,191	0	0,23	0,05	0,57	14,9
R431 - R432	1107,85	1106,48	29.00	0,00083	4,72	36	315	3,59	0,28	0	0,22	0,04	0,78	12,3
R432 - R433	1106,48	1104,21	29.41	0,00139	5,72	42	315	3,95	0,308	0	0,24	0,05	0,93	15,2
R433 - R434	1104,21	1103,71	27.00	0,00139	1,85	51	315	2,25	0,175	0,01	0,27	0,06	0,61	20,3
R434 - R435	1103,71	1102,61	26.33	0,00139	4,18	44	315	3,38	0,263	0,01	0,24	0,05	0,82	16,4
R435 - R436	1102,61	1100,99	27.00	0,00167	5	46	315	3,7	0,288	0,01	0,25	0,05	0,92	17,3
R436 - R437	1100,99	1100,31	26.43	0,00167	2,58	52	315	2,66	0,207	0,01	0,27	0,06	0,73	20,4
R437 - R438	1100,31	1099,01	23.00	0,00195	5,65	47	315	3,93	0,306	0,01	0,26	0,06	1,01	18,1
R438 - R439	1099,01	1097,66	23.50	0,00195	5,54	47	315	3,89	0,303	0,01	0,26	0,06	1	18,2
R439 - R440	1097,66	1097,26	25.00	0,00223	1,61	63	315	2,1	0,164	0,01	0,33	0,08	0,69	26,3
R440 - R441	1097,26	1096,05	25.01	0,00223	4,83	51	315	3,63	0,283	0,01	0,27	0,06	0,99	20,2
R441 - R442	1096,05	1094,43	25.00	0,00251	5,48	52	315	3,87	0,302	0,01	0,28	0,07	1,07	20,8
R442 - R443	1094,43	1093,84	24.07	0,00251	2,45	61	315	2,59	0,202	0,01	0,32	0,08	0,82	25,2
R443 - R444	1093,84	1091,58	25.00	0,00279	5,04	55	315	3,71	0,289	0,01	0,29	0,07	1,08	22,3
R444 - R445	1091,58	1091,18	24.07	0,00279	1,53	69	315	2,05	0,159	0,02	0,36	0,09	0,74	29,5
R445 - R446	1091,18	1090,88	25.00	0,00307	1,22	75	315	1,83	0,142	0,02	0,39	0,1	0,71	32,3
R446 - R447	1090,88	1089,54	26.08	0,00307	5,38	57	315	3,84	0,299	0,01	0,3	0,07	1,14	23
R447 - R448	1089,54	1087,86	25.00	0,00335	4,8	60	315	3,62	0,282	0,01	0,31	0,08	1,13	24,7
R448 - R449	1087,86	1086,9	24.84	0,00335	2,88	66	315	2,81	0,219	0,02	0,34	0,09	0,96	27,8

Annexe N°1

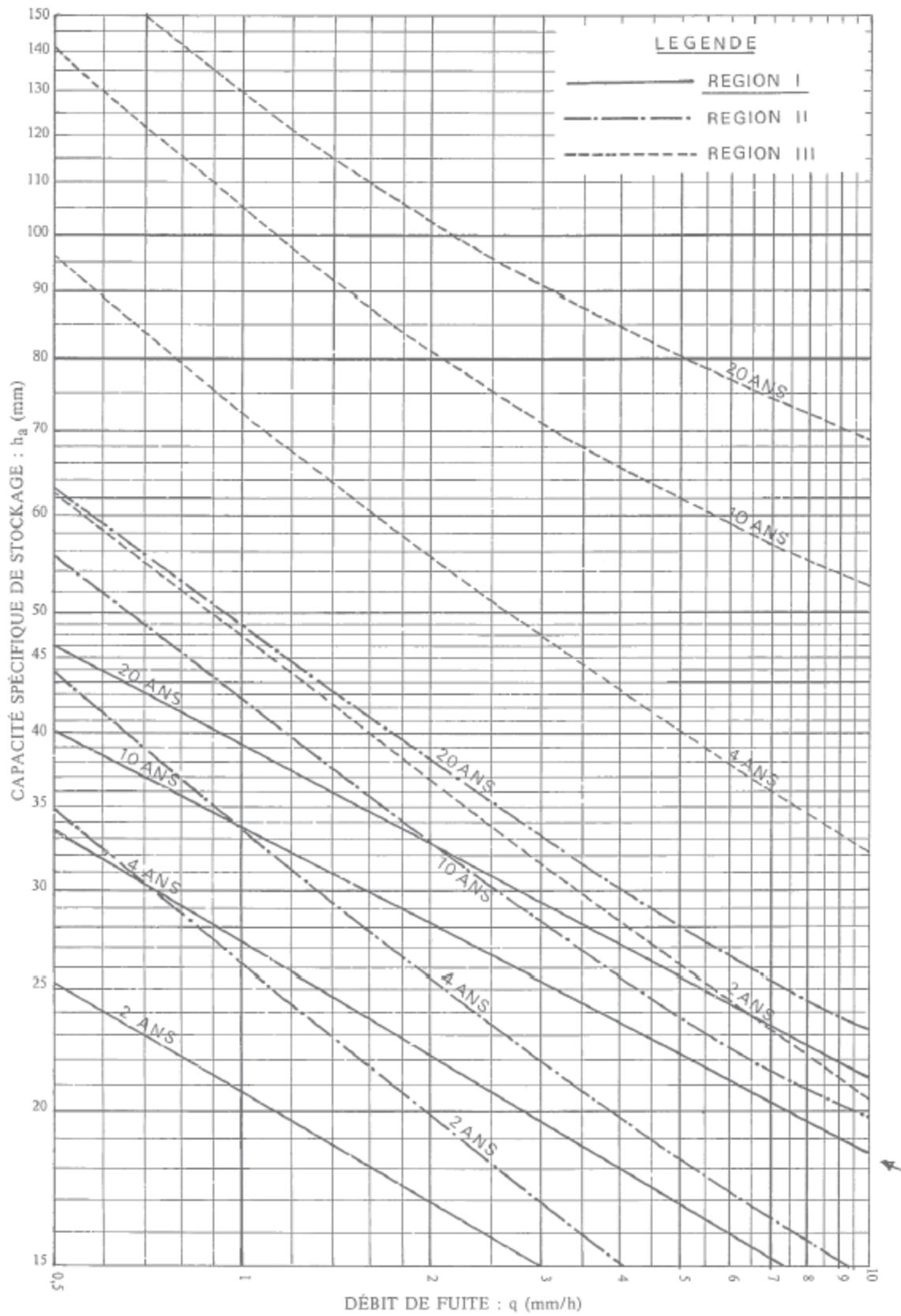
Tableau 28 Dimensionnement de collecteur secondaire des eaux usées EU 4-4

Tronçon	Cam (m)	Cav (m)	L (m)	Qtot(m³/s)	Pente (%)	Dcal(mm)	Dnor(mm)	Vps(m/s)	Qps(m3/s)	RQ	RV	RH	Vec(m/s)	Hcal(mm)
R532 - R533	1064,85	1063.64	22.00	0,00006	5,5	13	315	3,88	0,302	0,00	0,18	0,02	0,71	7,1
R533 - R534	1063.64	1062.54	22.00	0,00006	5	13	315	3,70	0,288	0,00	0,18	0,02	0,68	7,1
R534 - R535	1062.54	1061.24	27.00	0,00031	4,9	24	315	3,66	0,285	0,00	0,19	0,03	0,71	8,2
R535 - R536	1061.24	1059.98	27.00	0,00031	4,7	25	315	3,58	0,279	0,00	0,19	0,03	0,70	8,3
R536 - R537	1059.98	1058.77	27.00	0,00031	4,5	25	315	3,51	0,273	0,00	0,19	0,03	0,68	8,3
R537 - R538	1058.77	1057.57	26.29	0,00031	4,9	24	315	3,66	0,285	0,00	0,19	0,03	0,71	8,2
R538 - R539	1057.57	1056.48	28.00	0,0005	3,9	30	315	3,27	0,254	0,00	0,20	0,03	0,67	10,1
R539 - R540	1056.48	1055.28	28.00	0,0005	4	30	315	3,31	0,258	0,00	0,20	0,03	0,68	10,1
R540 - R541	1055.28	1054.11	28.00	0,0005	4,2	30	315	3,39	0,264	0,00	0,20	0,03	0,69	10,0
R541 - R542	1054.11	1052.80	30.55	0,0005	4,3	30	315	3,43	0,267	0,00	0,20	0,03	0,70	9,9
R542 - R543	1052.80	1051.48	30.00	0,00069	4,4	34	315	3,47	0,270	0,00	0,21	0,04	0,74	11,4
R543 - R544	1051.48	1050.25	30.00	0,00069	4,1	34	315	3,35	0,261	0,00	0,21	0,04	0,71	11,6
R544 - R545	1050.25	1048.99	30.00	0,00069	4,2	34	315	3,39	0,264	0,00	0,21	0,04	0,72	11,5
R545 - R546	1048.99	1047.71	30.59	0,00088	4,2	37	315	3,39	0,264	0,00	0,22	0,04	0,75	13,0

Tableau 29 Dimensionnement de collecteur secondaire des eaux usées EU 4-5

Tronçon	Cam (m)	Cav (m)	L (m)	Qtot (m³/s)	Pente (%)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	RQ	RV	RH	Vec (m/s)	Hcal (mm)
R547 - R548	1067,9	1066,62	25.00	0,00015	5,12	18	315	3,74	0,292	0	0,19	0,02	0,7	7,2
R548 - R549	1066,62	1066,05	25.00	0,00015	2,28	21	315	2,5	0,195	0	0,19	0,02	0,47	7,6
R549 - R550	1066,05	1065,31	25.00	0,00015	2,96	20	315	2,84	0,222	0	0,19	0,02	0,54	7,4
R550 - R551	1065,31	1064,37	23.18	0,00015	4,05	19	315	3,33	0,259	0	0,19	0,02	0,62	7,3
R551 - R552	1064,37	1063,95	23.00	0,00028	1,83	28	315	2,24	0,174	0	0,2	0,03	0,45	9,4
R552 - R553	1063,95	1063,17	23.00	0,00028	3,39	25	315	3,04	0,237	0	0,2	0,03	0,59	8,4
R553 - R554	1063,17	1063,01	23.00	0,00028	0,7	34	315	1,38	0,108	0	0,21	0,04	0,29	11,5
R554 - R555	1063,01	1062,93	23.80	0,00028	0,34	39	315	0,96	0,075	0	0,23	0,04	0,22	13,7
R555 - R556	1062,93	1062,72	25.00	0,00041	0,84	38	315	1,52	0,118	0	0,22	0,04	0,34	13,2
R556 - R557	1062,72	1062,52	25.00	0,00041	0,8	38	315	1,48	0,115	0	0,22	0,04	0,33	13,4
R557 - R558	1062,52	1062,37	25.00	0,00041	0,6	40	315	1,28	0,1	0	0,23	0,05	0,3	14,4
R558 - R559	1062,37	1062,25	22.00	0,00052	0,55	45	315	1,23	0,096	0,01	0,25	0,05	0,3	16,7
R559 - R560	1062,25	1062,1	22.00	0,00052	0,68	43	315	1,36	0,106	0	0,24	0,05	0,33	15,8
R560 - R561	1062,1	1062,01	22.00	0,0054	0,41	113	315	1,06	0,083	0,07	0,57	0,17	0,61	54
R561 - R562	1062,01	1061,87	22.00	0,0054	0,64	104	315	1,32	0,103	0,05	0,54	0,15	0,71	48,3
R562 - R563	1061,87	1061,64	22.00	0,0056	1,3	93	315	1,89	0,147	0,04	0,49	0,13	0,92	41,5
R563 - R564	1061,64	1061,54	25.17	0,0056	1,3	93	315	1,89	0,147	0,04	0,49	0,13	0,92	41,5

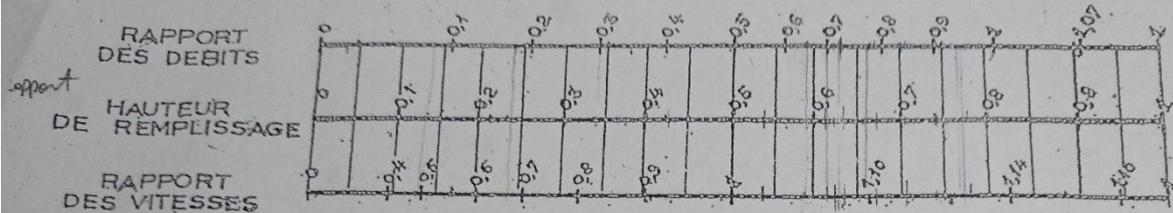
ÉVALUATION DE LA CAPACITÉ SPÉCIFIQUE DE STOCKAGE
DES BASSINS DE RETENUE



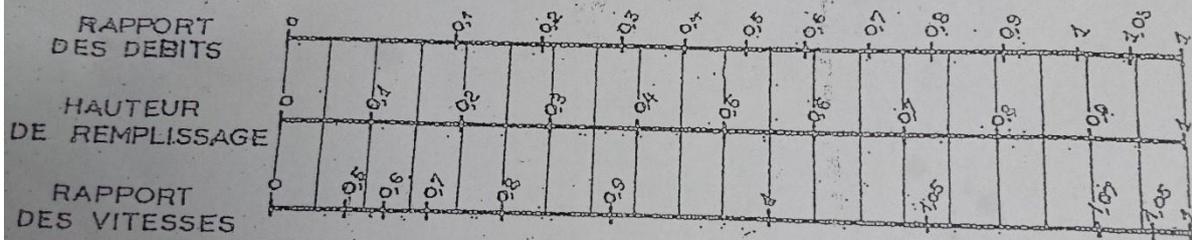
ANNEXE X

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

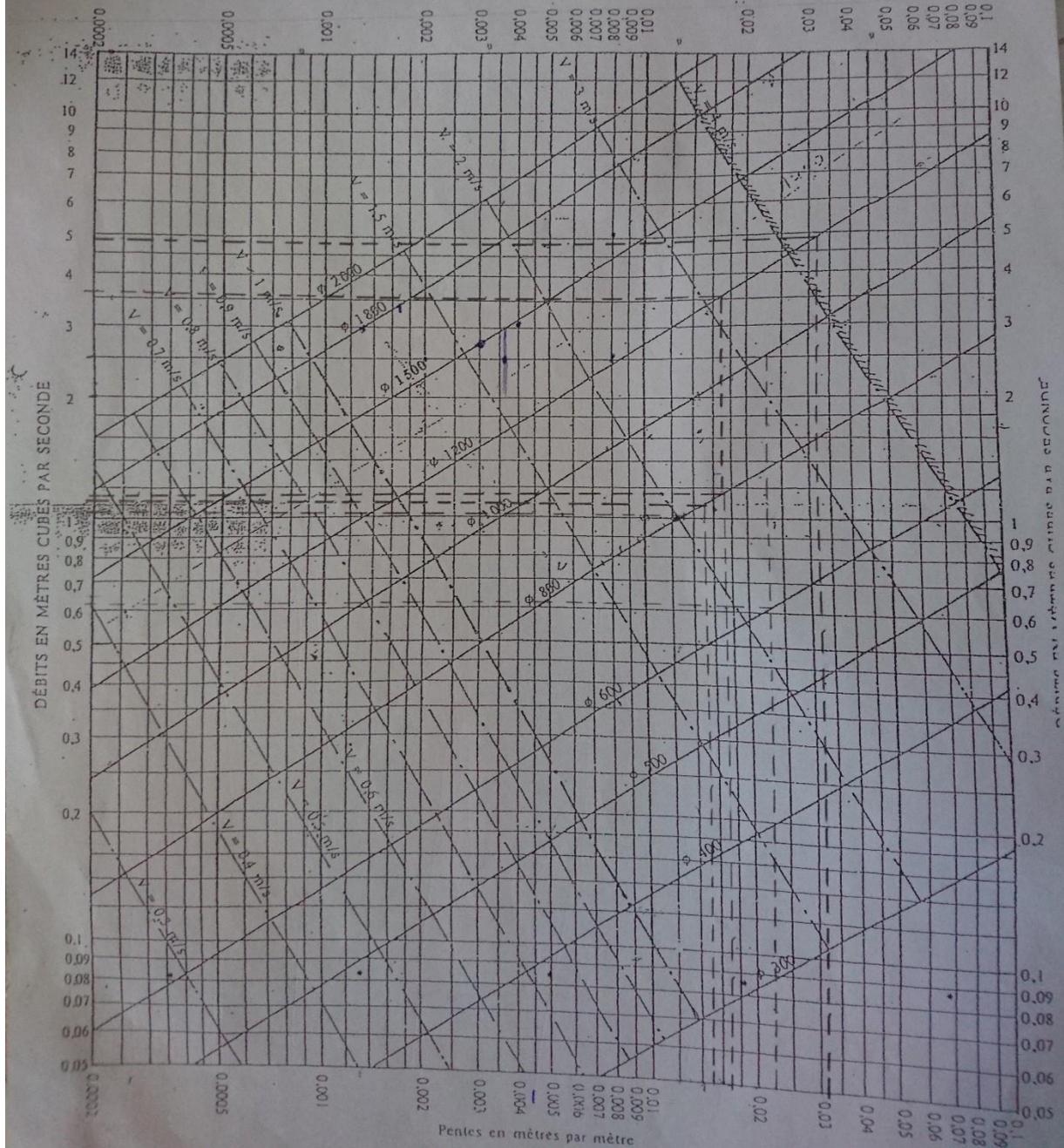


Exemple - Pour un ouvrage circulaire rempli aux 3/10, le débit est les 2/10 du débit à pleine section et la vitesse de l'eau est les 78/100 de la vitesse correspondant au débit à pleine section

conduite en beton.

ANNEXE VII

RÉSEAUX PLUVIAUX EN SYSTÈME UNITAIRE OU SÉPARATIF
(Canalisations circulaires - Formule de Bazin)



Project
Project ID
Pos.no
Created by



Page 1 / 5
2018-05-31

Data sheet

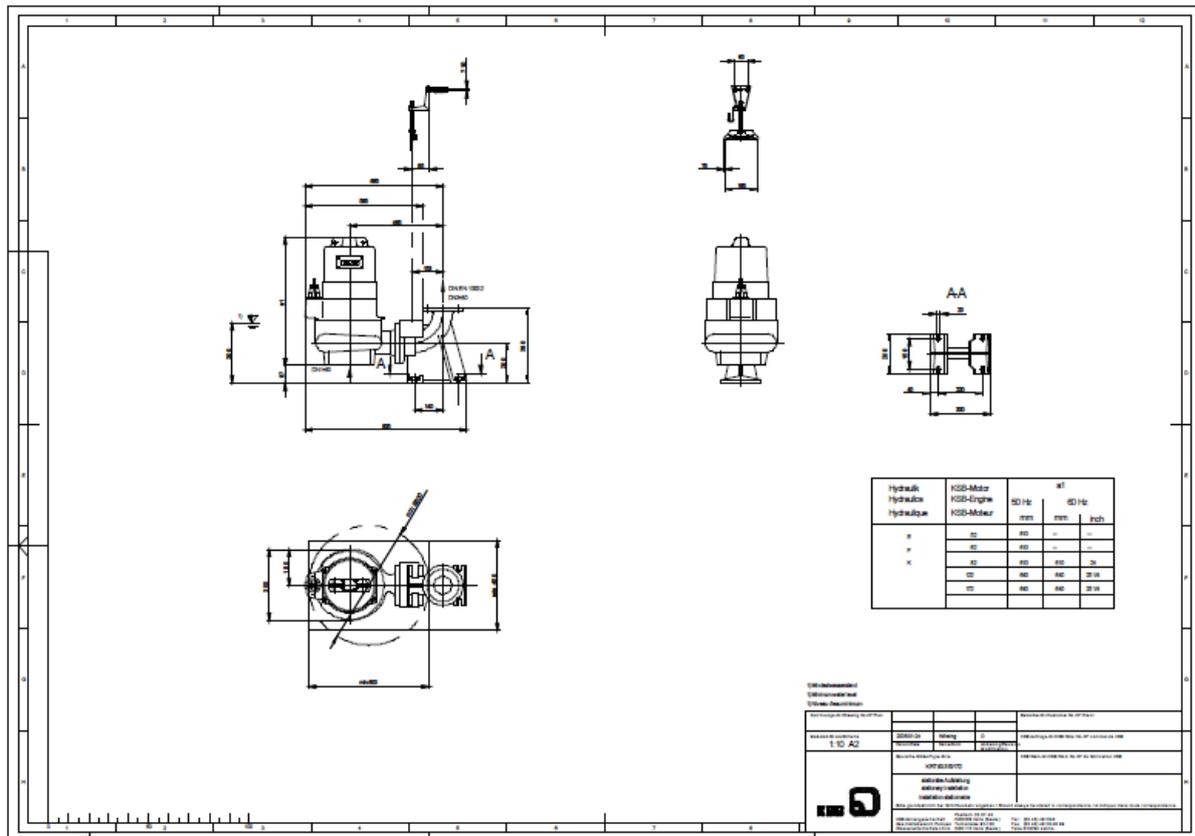
Pump type Amarex KRT K 80-315/172XC1-S

Operating data

Flow	29,5	l/s	Fluid	
Head	28,5	m	Density	0,99819 kg/dm ³
Operating speed	2900	1/min	Viscosity	1,0004 mm ² /s
Shaft power	13	kW	Temperature	20 °C
Efficiency	63	%		
Required pump NPSH		m		
Head H(Q=0)	46,7	m		
Application range	Head		Flow	
	From	m		l/s
	To	m		l/s

Design

Make	KSB	Impeller type	Multi channel impeller
Design	Submersible pump		Closed
Series	Amarex KRT K	Impeller size	184 mm
Frame size	80-315	Max.	210 mm
Stages	1	Min.	140 mm
Curve number	K42077/3	Free passage	33 mm



Project
Project ID
Pos.no
Created by



Page 1 / 5
2018-05-31

Data sheet

Pump type Amarex KRT E 100-315/294XG-S

Operating data

Flow	57	l/s	Fluid	
Head	29,4	m	Density	0,99819 kg/dm ³
Operating speed	1450	1/min	Viscosity	1,0004 mm ² /s
Shaft power	22,3	kW	Temperature	20 °C
Efficiency	73,7	%		
Required pump NPSH		m		
Head H(Q=0)	43	m		
Application range	Head		Flow	
	From	m		l/s
	To	m		l/s

Design

Make	KSB	Impeller type	Single vane impeller	
Design	Submersible pump		Closed	
Series	Amarex KRT E	Impeller size	330	mm
Frame size	100-315		Max.	330 mm
Stages	1		Min.	262 mm
Curve number	K42262/1	Free passage	100	mm

