

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'HYDRAULIQUE -ARBAOUI Abdellah-

DEPARTEMENT D'HYDRAULIQUE URBAINE

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES
*Pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'Etat en
Hydraulique*

Option: ASSAINISSEMENT

THEME

**Etude de réseau d'assainissement de la ville
de Sidi Merouane (w.Mila)**

Présenté Par :
M^{lle} Belhadi Karima

Devant les membres du jury

Nom et Prénoms	Grade	Qualité
M ^r O. KHODJET-KESBA	Professeur.	Président
M ^{me} S. BERBACHE	M.A.A.	Examinatrice
M ^r M.DJELLAB	M.C.A.	Examineur
M ^{me} N.CHENITI	M.A.A.	Examinatrice
M ^r A. HACHEMI	M.C.B.	Promoteur

Septembre-2017

Dédicace

Je dédie ce modeste travail en signe de Respect et de Reconnaissance à :

Ma très chère mère la source de bonté et de tendresse et l'exemple du dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager et de prier pour moi. Ta prière et ta bénédiction m'ont été d'un grand secours pour mener à bien mes études.

Mon cher papa : Rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien être. Ce travail est le fruit de tes sacrifices que tu as consentis pour mon éducation et ma formation.

Mon cher frère qui m'est le père et la mère, les mots ne suffisent guère pour exprimer l'attachement, l'amour et l'affection que je porte pour vous.

Mes chères sœurs En témoignage de l'attachement, de l'amour et de l'affection que je porte pour vous.

Ma grand mère mama haja A la mémoire de la grande dame ; et a mon grand père Ahmed .

Tous les membres de ma famille, petits et grands.

Tous mes camarades de classe et mes amies.

REMERCIEMENT

Après aimer et aider, remercier est assurément le troisième le plus beau verbe dans toutes les langues.

Ce travail est l'aboutissement d'un projet personnel, depuis longtemps attendu, né d'une volonté de voir mon rêve vif en réalité.

*Tout d'abord, je remercie le **DIEU** de m'avoir attribué assez le courage, la volonté et la patience pour arriver à terme de ce travail. et je tiens à remercier aussi mes chers parents pour tout ce qu'ils ont fait pour moi.*

Toute gratitude à mon promoteur Mr .Hachemi pour ses judicieux conseils son aide et sa compréhension.

Je ne pourrai jamais exprimer à la juste valeur ma reconnaissance à l'égard de nos professeurs et enseignants qui nous ont guidés au cours de la formation d'ingénieur,

J'exprime mes vifs remerciements aux membres de jury qui me feront l'honneur de juger ce travail.

Mes derniers remerciements, mais non les moindres s'adressent à tous mes amis de la promotion 2017, pour avoir beaucoup de sollicitudes et de chaleur humaine dont nous avons tant besoin.

ملخص

أن الهدف الأساسي من هذه المذكرة هو دراسة شاملة الشبكة الصرف والتطهير لمنطقة سيدي مروان (ولاية ميلة)، ومن أجل ذلك قمنا بتقدير المياه المستعملة و مياه الأمطار، و حددنا أيضا مخطط وضع الشبكة اخدين بعين الاعتبار كل المعطيات المتعلقة بالمنطقة. و ذلك بغية صرف المياه خارج المدينة وفقا للمقاييس المعمول بها و ذلك من خلال مراعاة الحفاظ على البيئة و المحيط

Résumé :

L'objectif principal de ce projet est d'étudier le réseau d'assainissement de la ville de Sidi Merouane dans la wilaya de Mila qui connaît une croissance démographique et géographique considérable. Cette étude est réalisée tout en prenant en considération les données topographique et climatique de la ville ainsi que son plan d'urbanisation. Pour cela nous avons évalué les débits usés et pluviaux et tracé le réseau d'évacuation afin de garantir la sécurité de la ville en évacuant ces eaux et leurs rejets nuisibles en dehors de la ville pour protéger l'environnement.

Abstract

The main objective of this project is to make a study of sewage network of Sidi Merouane in Mila. For this, we evaluated the different waste and rainwater flows and we made the evacuation network in order to ensure the evacuation of these waters outside the city by ensuring the protection of the environment.

Sommaire

Introduction générale

Chapitre I : Présentation de la ville

Introduction.....	1
I.1 situation géographique	1
1.1.1 Localisation géographique de la wilaya de Mila	1
1.1.2 Situation géographique de la zone d'étude.....	1
1.1.3 Place géostratégique.....	1
I.2 Données naturelles du site	2
1.2.1 Situation climatique.....	2
1.2.2 Situation géologique	4
1.2.3 Situation hydrogéologique	4
1.2.4 Monographie et situation socio-économique.....	4
I.3 .Présentation hydraulique	6
1.3.1 Alimentation en eau potable.....	6
1.3.2 Réseau d'assainissement.....	6
Conclusion	6

Chapitre II : Étude hydrologique

Introduction.....	7
2.1 Les averses	7
2.2 Période de retour.....	7
2.3 Intensité moyenne de précipitation.....	7
2.4 Choix de la loi d'ajustement.....	9
2.5 calcul des paramètres de la loi choisis.....	9
2.5.1 Ajustement de la série pluviométrique à la loi de Gumbel.....	9
2.5.2. Ajustement de la série pluviométrique à la loi de Galton.....	13
2.6. Choix de l'ajustement a adopté.....	14
2.6.1. Le test d'adéquation.....	14
2.7 Calcul de l'intensité de la pluie de durée de 15 minutes et de période de retour de 10 ans par la formule de MONTANARI.....	16

Chapitre III : calcul de base

Introduction	18
3.1 Origine et nature des eaux usées.....	18
3.1.1. Les eaux pluviales.....	18
3.1.2. Les eaux domestiques.....	18
3.1.3. Les eaux du service public.....	18
3.1.4. Les eaux industrielles.....	18
3.1.5. Les eaux parasites.....	19
3.2. Système d'évacuation du réseau d'assainissement.....	19
3.2.1. Choix du système d'évacuation	23
3.3. Découpage de l'aire d'étude en sous bassins.....	23
3.4. Choix du coefficient de ruissellement	24
3.4.1. Coefficient de ruissellement pondéré.....	26
3.4.2. Calcul de la population de chaque sous bassin.....	26

Chapitre IV: Évaluation des débits a évacué

Introduction.....	28
4.1. Evaluation des débits des eaux usées	28
4.1.1. Nature des eaux usées à évacuer.....	28
4.2. Consommation en eau potable.....	29
4.3. Estimation des débits d'eaux usées.....	29
4.3.1. Evaluation des débits d'eaux usées domestiques.....	29
4.3.2. Evaluation des débits d'eaux pluviales.....	31
4.3.3. Choix de la méthode de calcul.....	35
4.3.4. Calcul des débits pluviaux.....	35
Conclusion.....	36

Chapitre V

Calcul hydraulique du Réseau d'assainissement

Introduction	37
5.1. Conception du réseau.....	37
5.2. Dimensionnement du réseau d'assainissement.....	37
5.2.1. Conditions d'écoulement et de dimensionnement.....	37
5.2.2 .Mode de calcul.....	37
Conclusion	40

Chapitre VI

Les éléments constitutifs du réseau d'égouts

Introduction	41
6.1. Les ouvrages principaux.....	41
6.2. Canalisations.....	41
6.2.1. Type de canalisation.....	41
6.2.2. Choix du type de canalisation.....	42
6.3. Les joints des conduites en béton armé.....	43
6 .3.1-Différentes actions supportées par la conduite.....	43
6.4. Moyen de protection des conduites contre les effets corrosifs et érosifs.....	44
6.4.1 Protection contre les effets corrosifs de l' H ₂ S.....	44
6.4.2. Protection contre les effets érosifs du sable.....	45
6.5. Essais des tuyaux préfabriqués.....	45
6.6. Les ouvrages annexes.....	45
6.6.1. Ouvrages des surfaces.....	46
6.6.2 Ouvrages d'accès au réseau (les regards).....	47
6.7. Les ouvrages spéciaux.....	49
6.7.1. Les déversoirs d'orage	49
6.7.2. Emplacement des déversoirs d'orage.....	49
6.7.3. Les types des déversoirs.....	49

6.8. Choix du déversoir d'orage.....	51
6.8.1. Dimensionnement des déversoirs d'orage et leurs emplacements.....	51
Conclusion	53

Chapitre VII Organisation de chantier

Introduction.....	54
7.1 Emplacement des canalisations.....	54
7.2. Exécution des travaux.....	54
7.3. Manutention et stockage des conduites.....	54
7.3.1. Chargement et transport.....	54
7.3.2. Déchargement.....	54
7.3.4. Stockage.....	55
7.4. Décapage de la couche végétale.....	55
7.5. Implantation des regards et des axes des tranchées.....	55
7.6. Excavation des tranchées et des fouilles pour les regards.....	55
7.7. Aménagement du lit de sable.....	56
7.8. Mise en place des canalisations.....	57
7.9. Assemblage des conduites.....	57
7.10. Remblaiement et compactage des tranchées.....	57
7.11. Construction des regards.....	59
7.12. Devis quantitatif et estimatif.....	59
7.13. Détermination des différents volumes.....	59
7.14. Planification des travaux.....	60
7.14.1. Techniques de la planification.....	61
7.14.2. Les étapes de la planification.....	61
7.14.2.1. Collection des informations.....	61
7.14.2.2. Décomposition du projet.....	61
7.14.2.3. Relations entre les tâches.....	62
7.14.2.4. Les paramètres de la méthode C.P.M.....	62

7-14-3-Attribution des durées de chaque opération.....	62
7.14.3.1. Symboles des différentes opérations	63
Conclusion	65

Liste des tableaux

Chapitre I

Tableau n°1.1 : pluies moyennes mensuelles de la période (2016,2017).....	3
Tableau n°1.2 : Températures moyennes des maxima et minima par mois.....	3
Tableau n°1.3 : Vitesses moyennes des vents.....	3
Tableau N°1.4 : humidité moyenne mensuelle.....	4
Tableau N°1.5 : population de la commune.....	5
Tableau N°1.6 : Estimation du nombre d’habitants de l’agglomération.....	5

Chapitre II

Tableau n°2.1 : Série des pluies moyennes mensuelles et annuelles de la station.....	8
Tableau N°2.2 : Ajustement de la série pluviométrique à la loi de GUMBEL.....	11
Tableau n°2.3 : Ajustement de la série pluviométrique à la loi de Galton.....	13
Tableau n°2.4 :Résultat du test d’adéquation a la loi de Gumbel	16
Tableau n°2.5 : Résultat du test d’adéquation a la loi de Galton.....	16

Chapitre III

Tableau n°3.1 :Coefficient de ruissellement en fonction de la catégorie d'urbanisme....	24
Tableau n°3.2 : Coefficient de ruissellement en fonction de la densité d’habitation	25
Tableau n°3.3 : Coefficient de ruissellement en fonction de surface à drainée.....	25
Tableau n°3.4 : détermination du nombre d’habitant et coefficient de ruissèlement.....	27

Chapitre IV

Tableau n° 4.1: Détermination les débits d'eaux usées des équipements pour chaque sous bassin.....	30
Tableau n°4.2 : Détermination les débits d'eaux usées de pointe pour chaque sous bassin	31
Tableau n°4.3: Calcul des débits pluviaux pour chaque sous bassin par la méthode rationnelle.....	36

Chapitre VI

Tableau 6.1 : Caractéristiques du tuyau en béton armé.....	44
---	----

Chapitre VII

Tableau n°7.1 : détermination des délais.....	63
Tableau n°7.2 : Détermination du devis quantitatif et estimatif du projet.....	64

Liste des figures

Chapitre I

Figure n°1.1: situation géographique de la commune de Sidi Merouane	2
--	---

Chapitre II

Figure N°2.1 : Ajustement de la série pluviométrique à la loi de GUMBEL.....	12
Figure n°2.2 : Ajustement de la série pluviométrique à la loi de Galton.....	14

Chapitre III

Figure N°3.1 : Système unitaire.....	20
Figures N°3.2 : système séparatif.....	21
Figure N°3.3 : Système pseudo séparatif.....	22
Figure n°3.4 : système non gravitaire.....	23

Chapitre V

Figure N°5.1 : Organigramme du programme.....	39
--	----

Chapitre VI

Figure N° 6.1 : Coupe type d'un tuyau ovoïde préfabriqué.....	42
Figure N°6.2 : Exemple d'un branchement simple.....	46
Figure n°6.3 : Regard de visite à section circulaire de 1m de diamètre.....	48
Figure N°6.4 : Déversoir classique à seuil latéral vu de dessus.....	50
Figure n°6.5 : Déversoir frontale.....	50
Figure n°6.6 : déversoir à seuil double.....	51

Figure N°7. 1: Bulldozer.....	55
Figure N° 7.2 : Pelle équipée en rétro.....	56
Figure N°7.3 : remblaiement des tranchées.....	57
Figure n°7.4 : chargeur.....	58
Figure n°7.5 : compacteur	58

NOMENCLATURES

i_m : intensité moyenne (mm/h).

Δh : hauteur de pluie tombée pendant la durée Δt (mm).

$F(x)$: Fréquence au non dépassement de la valeur de x .

α, x_0 : Coefficients d'ajustement.

α : Paramètre d'échelle différent de zéro et positif appelé aussi « gradex ».

m : Numéro d'ordre.

n : Taille de la série.

y : Variable de Gumbel pour une probabilité donnée.

y : Moyenne de la variable réduite de Gumbel.

T : période de retour (ans).

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

$i_{15\min,p\%}$: Intensité moyenne de précipitation pour une averse de fréquence « p% » (mm/h).

t : durée de l'averse (h).

b : exposant climatique de la région.

A_i : surface du sous bassin (ha).

A : surface totale (ha).

C_{ri} : coefficient de ruissellement partiel.

C_{rp} : coefficient de ruissellement total pondéré.

Q : débit d'eau pluvial (l/s).

i : intensité de précipitation (l/s/ha).

α : Coefficient correcteur de l'intensité.

l : Longueur de la conduite (m).

L : Cheminement hydraulique le plus long (m).

V : Vitesse d'écoulement de l'eau des la conduite (m/s).

I : Pente moyenne du chemin parcouru par l'eau (m/m).

$i(t, F)$ est l'intensité maximale de la pluie de durée t (mm).

$Q(F)$: le débit pluvial de fréquence F (m³/s).

K : est un coefficient d'expression.

U : est un coefficient d'expression.

V : est un coefficient d'expression.

W : est un coefficient d'expression.

i : intensité de pluie (mm/h).

M : coefficient d'allongement.

R_h : Rayon hydraulique (m).

C: Coefficient de Chezy.

STEP : station d'épuration.

δ : coefficient de Bazin.

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

Q_{PS} : débit à pleine section (m^3/s).

V_{PS} : vitesse à pleine section (m/s).

D : diamètre normalisé de la conduite (mm).

P : Périmètre mouillé (m).

S : Section mouillée (m^2).

V : Vitesse d'écoulement (m/s).

R_q : rapport des débits.

R_v : rapport des vitesses.

R_h : rapport des hauteurs.

H : Profondeur de la tranchée (m).

V : Volume de la couche de terre végétale (m^3).

V_d : Volume des déblais des tranchées (m^3).

B : Largeur de la couche du tronçon (m).

L : Longueur totale de la tranchée (m).

H : Profondeur de la tranchée (m).

V_s : Volume du lit du sable (m^3).

B : Largeur de la couche du tronçon (m).

V_c : Volume occupé par les conduites (m^3).

L : Longueur totale de la tranchée (m).

V_r : Volume du remblai (m^3).

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

V_f : Volume du sol foisonné (m^3).

K_f : Coefficient de foisonnement.

Introduction générale

L'assainissement est une technique qui consiste à évacuer par voie hydraulique un grand débit des eaux usées et pluviales vers des collecteurs qui assurent le rejet dans un exutoire pour le moins devait estimatif et quantitatif, et évité toute stagnation des déchets provenant d'une agglomération urbaine dans des conditions satisfaisantes pour la santé publique et l'environnement.

Le développement rapide de la population en milieu urbain ainsi que l'évolution du mode de vie entraînent un accroissement rapide des structures urbaines impliquant des surfaces imperméabilisées importants et des besoins en eau importants, ces derniers se produisent par une augmentation permanente du volume des rejets polluants. L'abondance et la densité des produits nocifs charriés par les eaux usées, neutralisent de plus en plus la masse limitée de la ressource globale en eau.

Dans cet aspect ; notre étude est portée sur la projection d'un réseau d'assainissement de l'agglomération de la ville de Sidi Merouane, l'étude vise à Faire une étude sur le réseau d'assainissement de la ville en vue d'extension.

Pour ce faire, notre étude se scinde essentiellement en trois parties indissociables.

En effet, dans un premier lieu, elle consiste à recueillir des informations sur le nombre d'habitant et leurs besoins en eau et la subdivision des sous bassins pour faciliter le calcul des débits d'eaux usées et pluviales ; Dans un second lieu, nous passerons au calcul des différents débits. Ceci s'appuie, bien sûr, sur une étude hydrologique qui nous permet d'estimer l'intensité moyenne de précipitation.

Puis, comme le travail l'exige, nous ferons le calcul hydraulique qui nous permettra de trouver les dimensions du réseau ; dans cette partie de notre étude comprend également le dimensionnement de collecteur principal allant à la station d'épuration.

Enfin notre étude se terminera par quelques définitions d'organisation de chantier puis une conclusion générale.

Chapitre -I-

Présentation de la zone d'étude

I. Introduction

L'assainissement d'une agglomération est un problème trop complexe pour se prêter à une solution uniforme suivant des règles rigides.

La première étape de cette étude consiste à la collecte des données : géologiques, hydrologique, climatiques et hydrauliques.

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

I .1. Situation géographique

1.1.1. Localisation géographique de la wilaya de Mila

La wilaya de Mila est située dans le nord-est algérien elle s'étend sur une superficie de 3 481 km², et enregistre d'après le recensement de l'année 2008 : 766 886 hab.

Les wilayas limitrophes sont :

- au nord, par les wilayas de Jijel et de Skikda .
- à l'est, par la wilaya de Constantine .
- au sud, par les wilayas de Batna et d'Oum el Bouaghi .
- à l'ouest, par la wilaya de Sétif.

1.1.2. Situation géographique de la zone d'étude

Constituant l'une des trente deux communes de la Wilaya de Mila, la commune de Sidi Merouane est située au Nord de la ville de Mila (chef lieu de Wilaya), à environ 07 KM à vol d'oiseau ; Elle s'étend sur une superficie de 3500 Ha.

Administrativement, elle est limitée par:

- ♦ La commune de Chigara au Nord.
- ♦ La commune de Grarem Gouga au Nord Est.
- ♦ La commune de Mila au Sud Est.
- ♦ La commune de Zeghia à l'Ouest.

1.1.3. Place géostratégique:

La situation géographique de la commune de Sidi - Merouane, qui compte 13841 habitants au dernier recensement de 2008, permet à cette ville d'occuper une place géostratégique très importante pour son développement et par conséquent le développement de la Wilaya de Mila. Cette place géostratégique est caractérisée par deux principaux atouts.

- La ville de Sidi Merouane est implantée juste à l'amont du barrage de Béni-Haroun (Ouvrage stratégique du pays), elle est limitrophe du lac du barrage et cette situation permet une redynamisation de la région sur tous les plans de développement des activités économiques, notamment, l'agriculture en irriguée, l'industrie, la pêche et enfin le tourisme.
- Elle est traversée par la route express, reliant le pôle très actif de Jijel avec toutes ses infrastructures (Port de Djendjen, Aéroport de l'Achouat, centrale électrique, Barrage de Béni-Haroun ...etc.) au reste du pays.

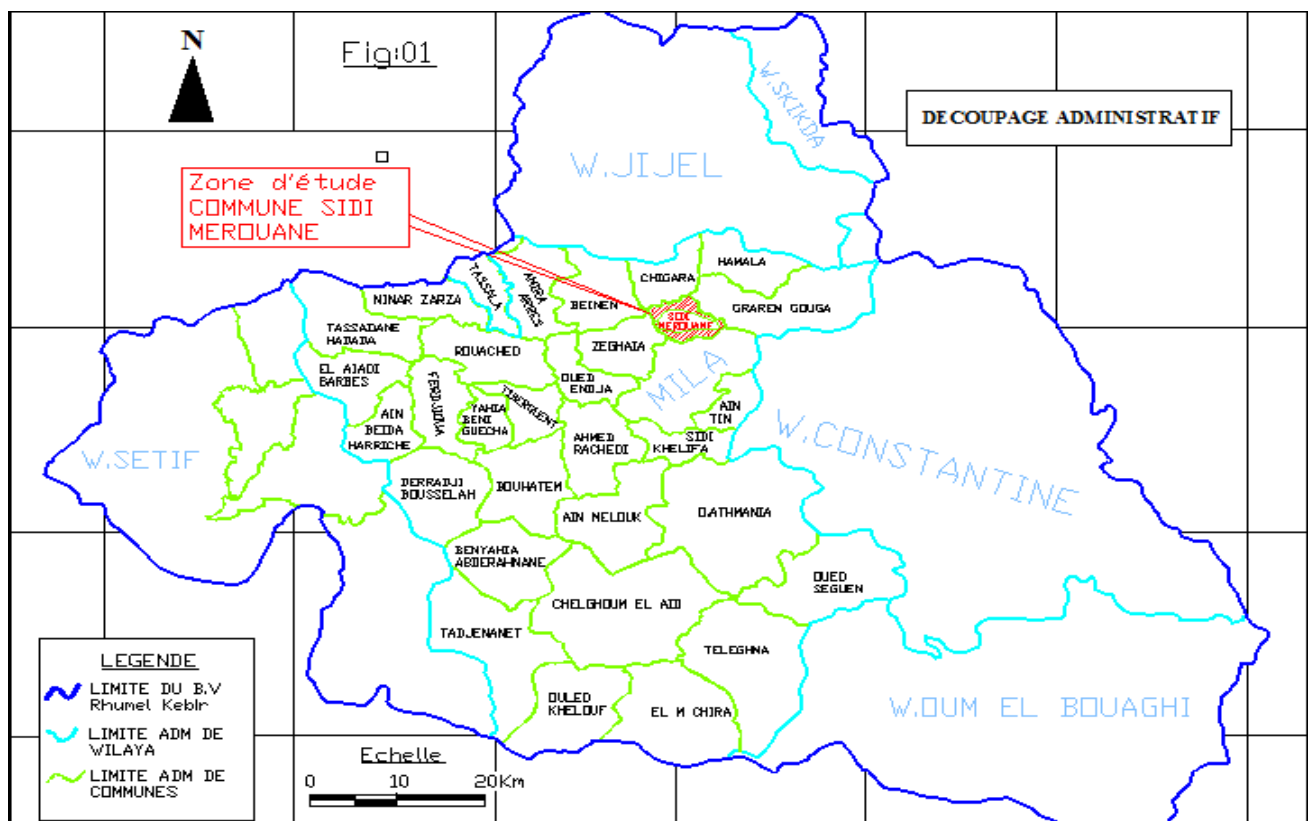


Figure n°1.1 : situation géographique de la commune de Sidi Merouane.

1.2. Données naturelles du site :

1.2.1. Situation climatique

Par sa situation géographique, la ville de Sidi Merouane a un climat méditerranéen dont les caractéristiques essentielles comportent une saison sèche et chaude (Mai - Août), et une saison humide et pluvieuse (septembre –Avril).

A) Pluviométrie :

L'étude des précipitations joue un très grand rôle, pour le choix du type de réseau d'assainissement à adopter. Pour notre région les précipitations les plus importantes s'étalent sur trois mois (Novembre, Décembre, et Janvier) ; la moyenne des précipitations annuelles varie entre 700 et 800 mm/an.

Tableau n°1.1 : pluies moyennes mensuelles de la période (1985,2015)

Mois	sept	oct.	nov.	déc.	jan	fév.	mar.	avar	mai	juin	Juilly	aout
Pluie Moyenne (mm)	29,5	53,3	62,85	131	112,2	92,09	59,6	63,6	35,07	19,03	22,2	11,3

Source :(ANRH) ; Agence Nationale des Ressources hydrauliques

B)Température :

La température influe directement sur le régime d'écoulement, elle augmente l'évaporation et l'évapotranspiration durant les périodes chaudes. Pour notre zone d'étude les températures maximales, ont pour origine le sirocco. Les températures moyennes mensuelles et la moyenne inter annuelle relevée de la station météorologique de Constantine pour une période de 10 ans, sont dressés dans le tableau ci-dessous la station météorologique de Constantine pour une période de 10 ans.

Tableau n°1.2 : Températures moyennes des maxima et minima par mois.(2005,2015)

Mois	jan	fev	mar	avr	mai	juin	juill	aout	sep	oct	nov	dec	Moy Inter-ann
T (°c)	7.1	8.6	10.6	13.1	16.8	25.3	25.3	25.5	15.7	22.8	17.0	11.9	15.7

Source :(ANRH) ; Agence Nationale des Ressources hydrauliques

1.2.2. Situation géologique :

La géologie a pour objet de décrire la nature, l'origine et la situation des roches, des terrains, etc., constituant le sol qui nous permet de déterminer le mode de réalisation des tranchées et les engins utilisés.

Les formations géologiques de notre région d'étude comprennent un ensemble inférieur essentiellement carbonaté, le substratum, d'âge crétacé à éocène et une couverture discordante constituée de dépôts continentaux à dominante détritique du Mio-Plio Quaternaire ; Cette formation sur la quelle s'est composée une terre fertile est fortement touchée de glissements de terrain. []

1.2.3. Situation hydrologique :

La région d'étude appartient au bassin versant Kebir - Rhumel Il est drainé par deux principaux oueds : Oued Rhumel et Oued El Kebir. Le chevelu hydrographique est éparse en amont et devient de plus en plus dense vers l'aval. la vallée de oued Rhumel, a un relief d'une forme géomorphologique chahutée et relativement accidentée, les pentes sont stables a l'état naturel. [2]

1.2.4. Monographie et situation socio-économique:

L'étude de la population occupe une place fondamentale dans notre étude, dans la mesure où elle fournit des éléments appréciables (type de population, catégorie de sous population..), pouvant déterminer le développement urbain.

A) Population et habitations:

D'après la DPAT de Mila on a le tableau suivant qui résume la population de la commune de Sidi Merouane.

Tableau N°1.5 : population de la commune

Agglomérations	Population
Agglomération chef lieu (ACL)	13841

(Source D.P.A.T de Mila).

B) Evolution de la population dans le temps :

L'évolution de la population à moyen et long terme est calculée par la formule des intérêts composés, avec un taux d'accroissement de l'ordre de 2.8%.

$$P = P_o (1 + T)^n$$

Avec:

P= Population à l'horizon future.

Po= Population actuelle.

T = Taux d'accroissement de la population.

n = Nombre d'années.

L'évolution de la population est insérée dans le tableau N°6 ci-après :

Tableau N°1.6: Estimation du nombre d'habitants de l'agglomération

Années	2008	2017	2047
Population			
Agglomération chef lieu	13841	17746	40635

1.3 .Présentation hydraulique :

1.3.1. Alimentation en eau potable :

Le centre urbain de Sidi Merouane est alimenté par le barrage de Béni Haroun ce dernier a un apport journalier de 52 340 m³ /j. cette commune est aussi alimenté par des eaux souterraine produites a partir des forages.

1.3.2. Réseau d'assainissement :

Le centre ville est caractérisé par une forte densité d'habitations, son relief est aussi formé de fortes pentes. le centre ville regroupe l'ancien centre ville de l'époque coloniale et les cités de Bou – Youcef et Bousselah. Elle est assainie par deux réseaux de type unitaire ;.Le centre ville, représente le point noir en matière d'assainissement de Sidi – Merouane, et ce du fait du sous dimensionnement des conduites d'une part et de la vétusté de l'autre.

Conclusion :

Dans cette partie nous avons défini les données nécessaires concernant notre région du point de vue climatique, géologie, topographie, hydrogéologie, démographie ainsi que la situation hydraulique ; nous concluons que la commune de Sidi Merouane est une commune rurale, à un climat méditerranéen, Une géologie jeune, Ces données nous serviront pour entamer notre étude du projet.

Chapitre -II- Étude hydrologique

Introduction

Le dimensionnement, la sécurité et la bonne exploitation des aménagements hydrauliques sont liées à une évaluation correcte des précipitations en particulier les pluies maximales journalières et les pluies de courte durée dite averse ; d'où l'importance des études hydrologiques plus ou moins poussées dans un réseau d'assainissement.

Dans ce contexte, il y a lieu de définir certains paramètres qui sont les suivants :

2.1. Les averses :

Ce sont des pluies subites et abondantes, la durée de ce phénomène varie entre quelques minutes et plusieurs dizaines d'heures. Elles sont caractérisées par une forte intensité par unité de temps et un volume important.

2.2. Période de retour :

C'est le temps que met une averse d'une intensité donnée pour se manifester, une pluie de période de retour de 10 ans est une pluie qui peut se manifester une fois tous les 10 ans au moins. Pour les projets d'assainissement, on opte généralement pour une pluie décennale, le choix d'une période de retour de 10 ans est issue d'un compromis entre les données techniques et économiques, d'un côté, et que la durée de vie de la plupart des ouvrages projetés en assainissement n'ont pas une durée de vie très importante à cela s'ajoute le phénomène de l'extension et de réaménagement des agglomérations qui ne suit pas les schémas de développement préconisés au préalable.

2.3. L'intensité moyenne de précipitation :

L'analyse de l'intensité moyenne maximale est très importante dans le dimensionnement des réseaux d'égout.

Lors de l'étude d'une averse, il convient de déterminer les intensités moyennes maximales qui se définissent par le rapport de la hauteur d'eau tombée et la durée Δt ,

Soit :

$$i_m = \frac{\Delta h}{\Delta t} \quad \dots\dots(2.1)$$

Avec : i_m : intensité moyenne en mm/h.

Δh : hauteur de pluie tombée pendant la durée Δt .

Pour l'étude des précipitations en assainissement on a besoin d'une série pluviométrique qui comporte les précipitations maximales journalières pour la période la plus longue possible. Pour la détermination de l'intensité pluviométrique, il a été procédé à l'adoption à la région d'étude, les observations des pluies journalières maximales du poste pluviométrique de Mila, (codé 10 06 06, par l'A.N.R.H). Ce poste est le plus représentatif de la région en étude et ce suite à sa situation géographique (le plus proche de l'aire d'étude) d'une part et des conditions climatiques similaires, (même étage climatique) de l'autre.

Tableau n°2.1.: Série des pluies moyennes mensuelles et annuelles de la station en (mm)

An	sept	oct	nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	X.maxj	Annuel
1983	59,5	6,5	34	19	10,5	36	17	12	12	1,5	0,0	7	59,5	635,4
1984	22	19	16	12	13	20	17	22,5	19	1	0,0	0,0	22,5	436,1
1985	12	11	20	22	14	17	8	70	30	0,0	0,0	0,0	70	528
1986	15	28	23	22,5	28	43,5	48,5	16,5	6,5	2	0	0,5	48,5	617,8
1987	34	66,6	25	55	34	15,5	58,3	68,2	18,5	1,5	0,5	0,9	68,2	968
1988	22,6	43,3	37,6	68	17	23	25	76,1	14,9	10,8	0,0	1,1	76,1	718,6
1989	15	19,4	13,3	30,4	34,6	39,5	40,5	20,8	12	0,5	5,9	0,0	40,5	586,3
1990	13	17,6	16,5	25,1	33	37,5	13	23,2	11,6	18,0	1,8	0,0	37,5	538,5
1991	20	28,9	30,4	40,6	55,5	40,3	19	22,4	25,9	2,2	1,4	0,0	55,5	632,6
1992	19,5	6,9	37,1	46,3	57,8	84	51,2	30,2	19	21,0	0,0	3,2	84	959,5
1993	22	29,2	37,6	91	35,3	29,3	42,5	22	14,5	45,7	1,9	0,0	91	749
1994	30,4	49,7	56,3	42,3	101,5	65,6	62,8	27,1	20,6	21,8	3,6	0,0	101,5	850,2
1995	14	5,6	41,1	39,4	25,3	42	32	32,5	22,0	7,3	0,0	0,0	42	508,1
1996	18	45,0	16,3	11,6	48	21,5	55,5	34	30	4,6	2,1	0,0	55,5	473,7
1997	8,7	9,9	23	18,4	25	16,4	18,9	16,2	13,8	4,3	3,5	0,0	25	201,1
1998	10	19,1	16,1	30	27,5	25	19,5	18	11,5	9,1	5,7	1,9	30	471,4
1999	13	25,2	22,8	40,3	53,2	26,3	20,3	80	17,5	6,5	2,3	0,0	80	810,2
2000	29	35,8	44,7	61	73	62,6	50,3	40,6	11,6	46,4	0,0	1,1	73	580,3
2001	10	43	69,4	63,7	59	45	128	26,7	17,6	15,4	0,0	0,0	128	605,6
2002	16,5	32,5	80	45	72	35	31,9	40	22,9	3,6	3,3	4,7	80	797,8
2003	22	12,6	65	72	56	48,6	46,3	55	17	4,9	8,0	3,9	72	766,1
2004	17	44	27,1	41	33,4	43,6	23	26,3	13	16,8	1,7	1,5	44	397,9
2005	10	48,1	34	45	53	36	26,6	40,5	5,8	6,1	0,0	0,0	53	658,1
2006	19	21,9	44,3	33	28	43,2	37,4	15,7	55	6,2	0,0	0,0	55	584,4
2007	10,5	24	27,1	35	42,8	35,1	23,5	10,4	18,3	21,6	2,4	1,3	42,8	732,9
2008	15	31,1	25,6	37	33	25,1	22	15,9	27,2	11,3	1,2	0,0	37	634,2
2009	9,0	11	23,3	21,6	29,6	17	15	14,7	15,5	1,1	0,0	0,0	29,6	571,1
2010	18	25	42,8	45,1	70,5	43,7	50,6	22,6	57,6	25,2	3,0	0,0	70,5	557,2
2011	12	21,5	22,4	27,5	34	43,8	36	27,6	7,5	2,3	0,0	0,0	43,8	797,6
2012	11	33,5	20,9	22,7	62	53,2	47,1	44,4	23,5	5,9	2,6	1,1	62	644
2013	14,7	24,4	11,2	21,3	25	30	28,9	39,9	34,8	8,9	0,0	2,1	39	607,1
2014	20	45,2	48,9	55	76,8	51	48,9	50,1	29,9	9,2	1,8	0,0	76,8	782,8
2015	8,0	28,3	47,6	37,7	27,8	22	44,3	30	33,2	6,7	1,2	0,0	47,6	685,9

(d'après l'ANRH)

L'évaluation des eaux pluviales, pour le dimensionnement des réseaux unitaires, consiste en le calcul de la crue décennale engendrée par la pluie maximale journalière durant un temps t de crue.

Les caractéristiques de cette série :

La moyenne interannuelle des précipitations maximales journalières $\overline{p_{max j}}$ durant 33ans d'observation

$$\overline{p_{max j}} = \frac{\sum_{i=1}^n P_{max j}}{n} \dots (2.2)$$

$$\overline{p_{max j}} = \frac{\sum_{i=1}^n P_{max j}}{n} = 58,8 \text{ mm}$$

n = le nombre d'années d'observations ($n=32$ ans).

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

Pour $n > 30$ ans on a :

$$\sigma_{p_{max,j}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n=33} (X_i - \bar{X})^2}{n}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n=33} (X_i - 59,12)^2}{33}} = 23,5 \text{ mm} \dots (2.3)$$

Le coefficient de variation << CV >> :

$$CV = \frac{\sigma_{p_{max,j}}}{\overline{p_{max j}}} = 0,399 \dots (2.4)$$

2.4. Choix de la loi d'ajustement :

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

-Loi de GALTON ou loi log normale.

-Loi de GUMBEL.

-Loi normal.

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

2.5. Calcul des paramètres de la loi choisie :

2.5.1. Ajustement de la série pluviométrique à la loi de Gumbel :

La fonction de répartition de la loi de Gumbel $F(x)$ est donnée par l'expression suivante:

$$F(x) = e^{-e^{(-y)}} \quad \dots (2.5)$$

Avec : $Y = \frac{x-x_0}{\alpha}$ variable réduite de Gumbel.

α et x_0 : coefficient d'ajustement (méthode des moindres carrés).

x_0 : paramètre de position (ordonné à l'origine).

α : paramètre d'échelle différent de zéro et positif.

$\frac{1}{\alpha}$: Pente de la droite.

X : variable étudiée $\ll p_{\max j} \gg$

Cette variable x , exprimée en fonction de la variable réduite y , est l'équation de

La droite de Gumbel sur papier à probabilité GUMBEL formule suivante :

$$x = \left(\frac{1}{\alpha}\right) y + x_0; \quad \text{soit :} \quad P_{\max j p\%} = \left(\frac{1}{\alpha}\right) y + x_0 \quad \dots (2.6)$$

a) Procédé d'ajustement :

- Classer les valeurs des précipitations par ordre croissant avec attribution

D'un rang 1, 2, 3, ..., n.

- Calculer pour chaque valeur de précipitation la fréquence expérimentale

$F(x)$ par la formule de Hazen :

$$F(x) = \frac{m-0,5}{n} \quad \dots (2.7)$$

m : rang de précipitation.

n : nombre d'observation.

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

$$Y = -[\ln(-\ln f(x))] \quad \dots (2.8)$$

- Reporter les valeurs observées sur papier Gumbel.

- représenter graphiquement les couples (x_i, y_i) sur papier Gumbel

Les résultats sont résumés dans le tableau récapitulatif et la représentation graphique par la figure n°1.

b) Calcul des paramètres d'ajustement par la loi de GUMBEL :

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{\sqrt{6}}{\pi} * \sigma_x = 0,78 * \sigma_x \quad \dots (2.9)$$

Donc $1/\alpha = 18,609$ mm

$$\bar{y} = \frac{\sum y_i}{n} = 0,57 \text{ mm} \quad \dots (2.10)$$

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

$$X_0 = \bar{x} - \frac{1}{\alpha} \bar{y} \quad \dots (2.11)$$

Donc la droite de Gumbel devient :

$$X = 18,609y + 47,794 \quad \dots (2.12)$$

L'équation de la droite de Gumbel est donnée par l'expression :

$$P_{\max,j,P\%} = 18,609 \, y_{p\%} + 47,794 \quad \dots (2.13)$$

C) Résultats de l'ajustement :

Nombre d'observation $n = 33$

Quantiles :

$q = F(X)$ (probabilité au non dépassement)

$$T = 1 / (1 - q) \quad \dots (2.14)$$

Tableau N°2.2 : Ajustement de la série pluviométrique à la loi de GUMBEL

Période de retour (ans)	Probabilité (q)	XT	Ecart type	Intervalle de
200	0.9950	150	15.6	119 - 180
100	0.9900	136	13.8	109 - 163
50	0.9800	123	11.9	99.4 - 146
20	0.9500	105	9.58	86.1 - 124
10	0.9000	91.1	7.81	75.8 - 106
5	0.8000	76.7	6.06	64.8 - 88.6
3	0.6667	65.2	4.81	55.8 - 74.6
2	0.5000	54.9	3.91	47.2 - 62.6

Avec :

T : période de retour (T=10ans).

q : probabilité au non dépassement.

XT : précipitation maximale journalière.

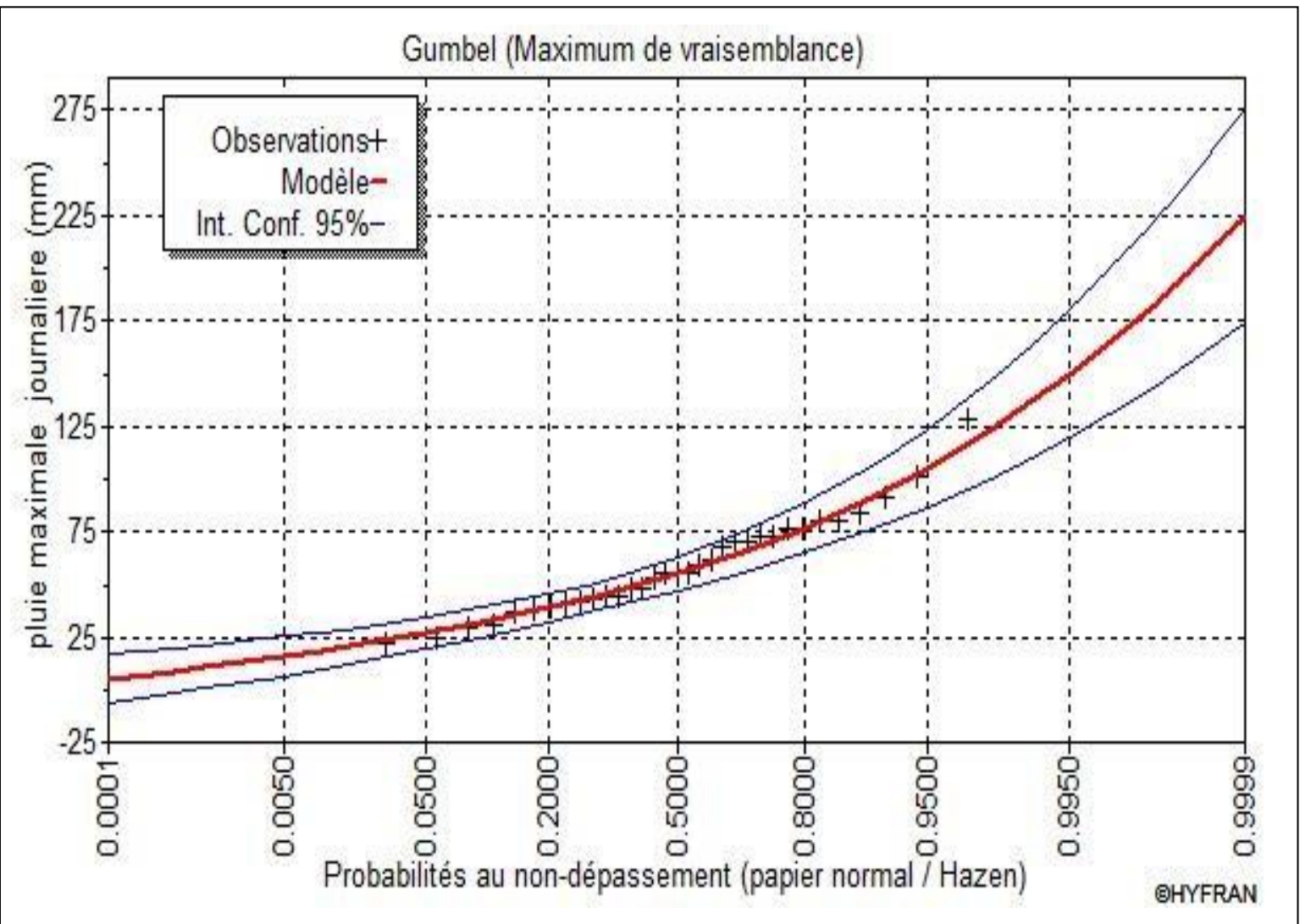


Figure N°2.1 : Ajustement de la série pluviométrique à la loi de GUMBEL

2.5.2. Ajustement de la série pluviométrique à la loi de Galton :

Une variable aléatoire a une distribution log normale lorsque $y = \ln(x)$ est normale. La loi de Galton résulte de la loi normale mais est rendue dissymétrique par un changement de variables. Sa fonction de répartition est donnée par :

$$F(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^u e^{-1/2 u^2} du \quad (2.15)$$

$F(x)$: Fréquence au non dépassement.
La variable réduite est de la forme :

$$u = \frac{\ln x - \overline{\ln x}}{\sigma \ln x} \quad \dots (2.16)$$

L'équation de la variable réduite présentée sous la forme : $\ln x = \overline{\ln x} + u \cdot \sigma \ln x$..(2.18)
Est l'équation d'une droite sur papier GAUSSO-LOGARITHMIQUE avec en abscisse l'échelle gaussienne et en ordonnée l'échelle logarithmique.

a) Procédé d'ajustement :

- 1- Classement des valeurs par ordre décroissant (fréquence au non dépassement).
- 2- Calcul de la fréquence expérimentale.
- 3- Calcul des caractéristiques empiriques de la série initiale $\bar{x}$ et s .
- 4- Calcul des caractéristiques de la série transformée en logarithme $\overline{\ln x}$ et $\sigma \ln x$
- 5- Report des valeurs sur papier GAUSSO LOGARITHMIQUE.
- 6- Détermination de la droite de Galton $\ln x = \overline{\ln x} + u \cdot \sigma \ln x$
- 7- Détermination de la valeur extrême soit graphiquement sur la droite, soit analytiquement par :

$$X_{p\%} = e^{\ln p\%} = e^{\overline{\ln x} + u_{p\%} \cdot \sigma \ln x} \quad \dots (2.19)$$

Les paramètres de la série sont représentés dans le tableau n°2.3

L'ajustement graphique des données permet de lire le quantile de période
De retour 10ans, directement sur la droite de Galton, figure n°2.2.

Résultats de l'ajustement

Nombre d'observation : 32

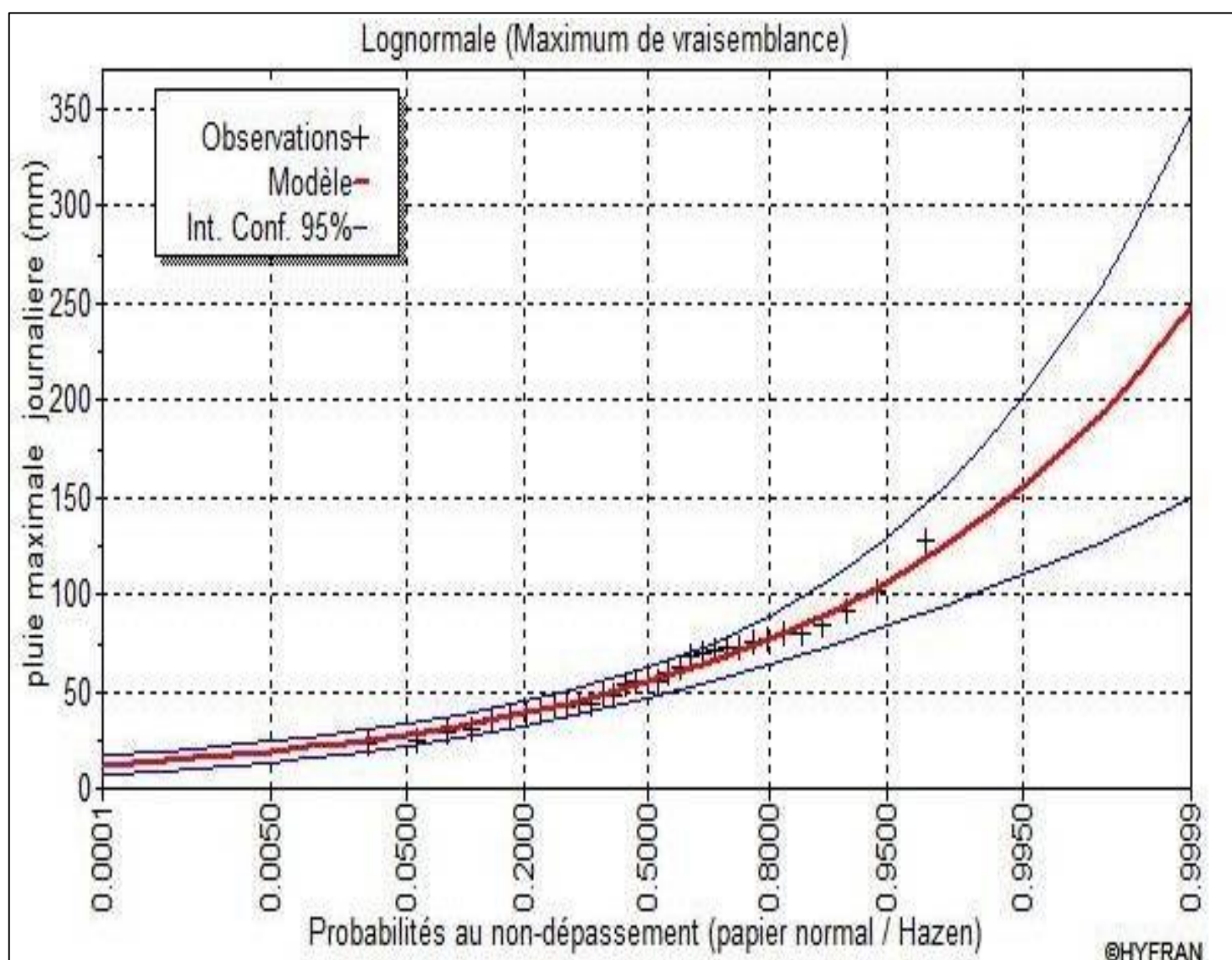
➤ Quantiles :

$q = F(X)$ (probabilité au non dépassement)

$T = 1/(1-q)$

Tableau n°2.3 : Ajustement de la série pluviométrique à la loi de Galton

Période de retour (ans)	Probabilité (q)	XT	Ecart type	Intervalle de confiance
200	0.9950	150	15.6	119 - 180
100	0.9900	136	13.8	109 - 163
50	0.9800	123	11.9	99.4 - 146
20	0.9500	105	9.58	86.1 - 124
10	0.9000	91.1	7.81	75.8 - 106
5	0.8000	76.7	6.06	64.8 - 88.6
3	0.6667	65.2	4.81	55.8 - 74.6
2	0.5000	54.9	3.91	47.2 - 62.6



2.6. Choix de l'ajustement a adopté :

Il est nécessaire de choisir la loi d'ajustement à adopter dans la suite du travail et pour cela il faut passer par une série de test pour désigner la loi appropriée.

2.6.1. Le test d'adéquation :

Ce test a pour but de vérifier si la loi d'ajustement est bien adéquate pour l'échantillon ou non, il existe plusieurs tests d'adéquation et on va appliquer le test de Khi carré dont voici le principe :

Comme critère de comparaison, la variable X^2 est utilisée pour un risque $\alpha = 5\%$ et un nombre de liberté $v = k-1-m$

Avec :

k = nombre de classes

m = nombre de paramètres de la loi

$$X^2_{\text{cal}} = \sum_{i=1}^k \frac{(n_i - n u_i)^2}{n u_i} \dots\dots (2.20)$$

Ou:

n_i = nombre d'observation continues la classe i .

u_i = nombre d'observation théorique calculés dans la classe i .

ce nombre doit être supérieur ou égale a 5.

X^2 = est une variable aléatoire qui peut varier de 0 a l'infini.

On pose l'hypothèse nulle H_0 : est que la loi de distribution de fréquence théorique P ajuste la courbe ou droite expérimentale F ?

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

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

$$X^2_{\text{calculée}} < X^2_{\text{théorique}} \text{ soit } \sum_{i=1}^k \frac{(n_i - n u_i)^2}{n u_i} < X^2_{(1-\alpha)}$$

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

- ❖ Si $X^2_{\text{calculée}} = 0$ c'est-à-dire si le nombre de valeurs observées est égale au nombre de valeurs théorique, l'ajustement est parfait et la loi théorique suit exactement la répartition des fréquences.
- ❖ Si $P(X^2_{\text{calculée}}) > 5\%$, l'ajustement est a considérer
- ❖ Si $P(X^2_{\text{calculée}}) < 1\%$, l'ajustement est a rejeter, la loi considérée n'est pas adéquate
- ❖ Si $1\% < P(X^2_{\text{calculée}}) < 5\%$, on ne peut rien conclure, il faut refaire le calcul en modifiant le nombre de classe

Le logiciel HYFRAN nous permet de refaire l'adéquation et nous donne le résultat final.

a) Loi de Gumbel :

On pose deux hypothèses :

H_0 : l'échantillon provient d'une loi Gumbel

H_1 : l'échantillon ne provient pas d'une loi Gumbel

Les résultats sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau n°2.4. Résultat du test d'adéquation a la loi de Gumbel

Résultat statistique	$X^2 = 4,09$
P value	$P=0,5364$
Degré de liberté	5
Nombre de classes	8

Conclusion :

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

b) loi de Galton :

On pose deux hypothèses :

H_0 : l'échantillon provient d'une loi Galton

H_1 : l'échantillon ne provient pas d'une loi Galton.

Les résultats sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau n°2.5. Résultat du test d'adéquation a la loi de Galton

Résultat statistique	$X^2=5,06$
P value	$P=0,2811$
Degré de liberté	4
Nombre de classes	8

Conclusion :

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

Remarque :

Comme les deux ajustement sont adéquats et donnent des valeurs très rapprochées, on opte pour la loi Galton qui donne une estimation de la précipitation max journalière de période de retour de 10 ans plus grande que celle de Gumbel.

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

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

$$I_{t15min,p\%} = I_{24,p\%} \cdot \left(\frac{t}{24}\right)^{b-1} \dots (2.15)$$

$I_{t15min,p\%}$: Intensité moyenne de précipitation pour une averse de fréquence (p%).

$I_{24,p\%}$: Intensité moyenne de précipitation pour une journée de fréquence (p%) donnée.

T : durée de l'averse en heure, $t=0.25h = 15 \text{ min}$ pour une période de retour de 10 ans.

b : exposant climatique de la région ($b=0.37$) donné par l'ANRH.

D'après la loi de GALTON : Nous aurons donc :

$$I_{t15min,p\%} = I_{24,p\%} \cdot \left(\frac{t}{24}\right)^{b-1} = \frac{p_{24,10\%}}{24} \left(\frac{t}{24}\right)^{b-1} \dots (2.16)$$

Puisque nous constatons que la loi de Galton s'ajuste contrairement à celle de Gumbel ce qui nous amène à calculer la précipitation maximale journalière.

$$I_{t15min,p\%} = 0.626 \text{ mm/mn}$$

Conclusion :

L'étude hydrologique nous a permis de déterminer l'intensité moyenne des précipitations. On observe qu'après analyse des deux lois d'ajustement que la loi de GUMBEL ne s'ajuste pas contrairement à celle de GALTON, et c'est en prenant la valeur obtenue par cette loi, qu'on déterminera l'intensité pluviale qui s'avère être le débit spécifique nécessaire au dimensionnement de notre réseau d'assainissement.

$$I = \frac{0,626 \cdot (10000)}{3600} = 104.47 \text{ l/s/ha}$$

$I = 104.47 \text{ l/s/ha}$

CHAPITRE III

CALCUL DE BASE

Introduction :

Le dimensionnement d'un réseau d'assainissement est indispensable, d'où on est contraint de passer par certaines phases préliminaires, parmi lesquelles on trouve, le calcul de base. Au sein de cette phase on estime le nombre d'habitant pour un horizon de calcul donné, le choix du système d'assainissement ainsi que le schéma de collecte et d'évacuation des eaux

3.1. Origine et nature des eaux usées :

Les eaux usées proviennent essentiellement des activités domestiques et industrielles ainsi que des précipitations et des infiltrations ; ces catégories d'eaux usées sont communément appelées respectivement eaux domestiques, déchets industriels, eaux pluviales et eaux parasites.

3.1.1. Les eaux pluviales :

Elles peuvent, elles aussi, constituer la cause de pollutions importantes des cours d'eau notamment pendant les périodes orageuses. L'eau de pluie se charge d'impuretés au contact de l'air (fumées industrielles), puis, en ruisselant, des résidus déposés sur les toits et les chaussées des villes (huile de vidange, carburants, résidus de pneus et métaux lourds...). Enfin, dans les zones urbaines, les surfaces construites rendent les sols imperméables et ajoutent le risque d'inondation à celui de la pollution.

3.1.2. Les eaux domestiques :

Elles proviennent des différents usages domestiques de l'eau. Elles sont essentiellement porteuses de pollution organique. Elles se répartissent en eaux ménagères, qui ont pour origine les salles de bains et les cuisines et sont généralement chargées de détergents, de graisses, de solvants, de débris organiques, et en eau " vannes " ; il s'agit des rejets des WC, chargés de diverses matières organiques azotées et de germes fécaux.

3.1.3. Les eaux du service public :

Les eaux de lavage (marché, rues) des espaces publics sont recueillies par les ouvrages de collecte des eaux pluviales, sauf dans le cas d'un système unitaire. Les autres besoins publics seront pris en compte avec les besoins domestiques.

3.1.4. Les eaux industrielles :

Elles sont très différentes des eaux usées domestiques. Leurs caractéristiques varient d'une industrie à l'autre. En plus de matières organiques, azotées ou phosphorées, elles peuvent également contenir des produits toxiques, des solvants, des métaux lourds, des micropolluants organiques, des hydrocarbures.

3.1.5. Les eaux parasites :

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

On notera aussi qu'une densité moyenne de 100 habitants par hectare, la ration s'établit entre 16 et 47 m³/an/hab.

Toutes ces eaux sont collectées et acheminées par un réseau d'égout aussi appelé réseau d'assainissement, soit dans une station de traitement soit sur un site autonome de traitement.

3.2. Système d'évacuation du réseau d'assainissement :

L'établissement du réseau d'une agglomération doit répondre à deux catégories de préoccupation, à savoir :

- ☐ Assurer une évacuation correcte des eaux pluviales de manière à empêcher la submersion des zones urbanisées et d'éviter toute stagnation après les averses.
- ☐ Assurer l'évacuation des eaux usées ménagères, les eaux vannes, ainsi que les eaux résiduaires industrielles. Il est permis d'imaginer un ou plusieurs réseaux de canalisations où l'effluent s'écoule généralement gravitairement.

Trois systèmes d'évacuation susceptibles d'être mis en service sont :

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

A) Système unitaire :

Le système unitaire est l'héritage du <<tout-à-l'égout>>, né vers 1830. La notion de <<tout à l'égout>> est aujourd'hui à proscrire, car elle suggère que tout et n'importe quoi peut être rejeté dans le réseau d'assainissement. L'ensemble des eaux usées et pluviales est, en système unitaire, évacué par un réseau unique, généralement équipé de déversoirs d'orage, vannages. Permettant, en cas de pluies intenses, le rejet par surverse d'une partie des eaux, vers le milieu naturel soit directement soit après un traitement spécifique.

Ce système est conseillé pour des zones ayant une topographie à faible relief, ainsi que lorsque le cours d'eau récepteur a un débit d'étiage important. Il cumule les avantages de l'économie, de la simplicité et tout risque d'inversion de branchement est évité ; mais toutefois, il présente plusieurs inconvénients :

- ☐ L'eau de pluie peut augmenter de manière très importante se qui augmentera le débit parvenant aux stations d'épuration se qui engendrera le disfonctionnement de cette dernière.
- ☐ Rejet direct vers le milieu récepteur du mélange " eaux usées eaux pluviales " au droit des déversoirs d'orage.

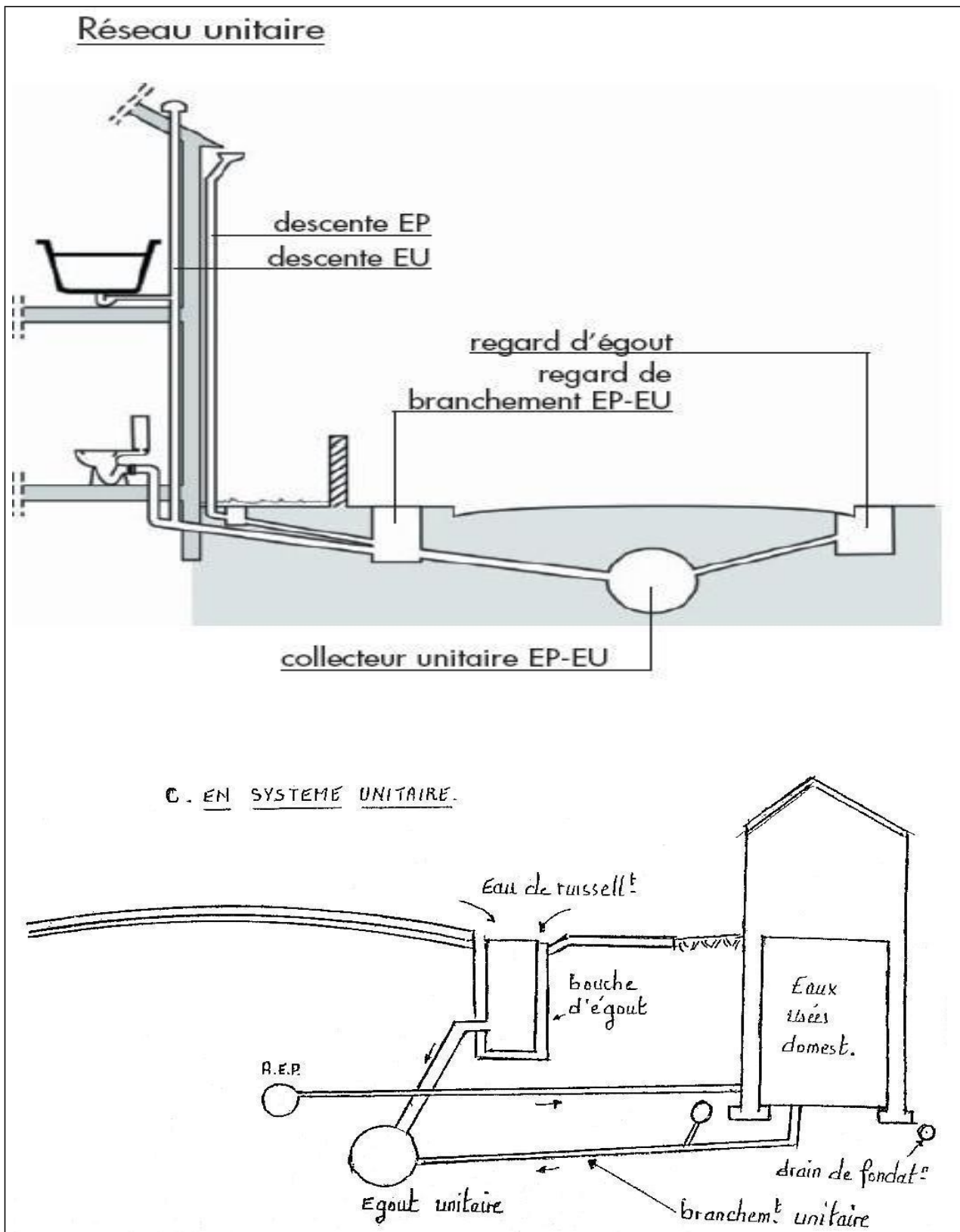
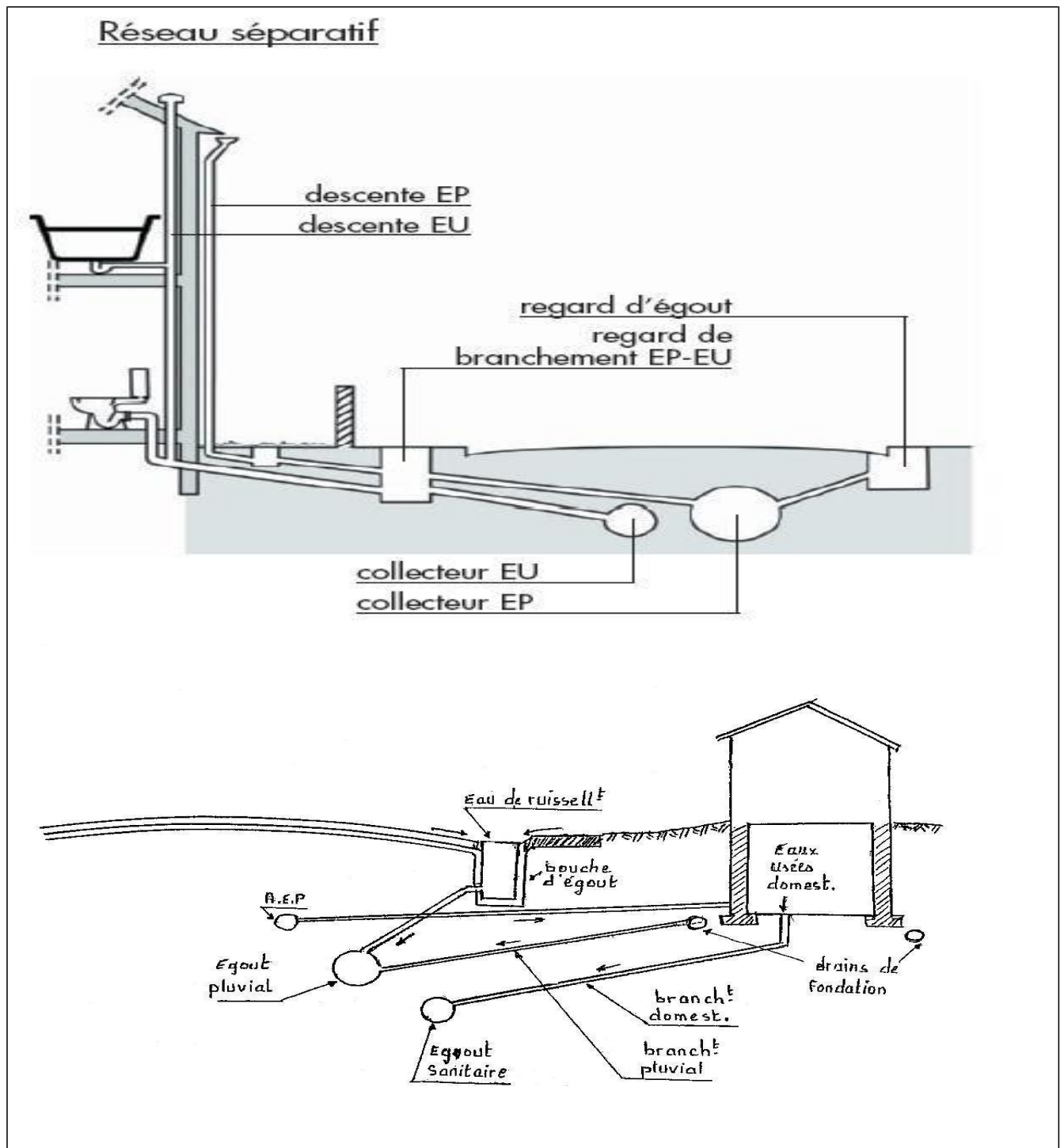


Figure N°3.1 : Système unitaire. [4]

B) Système séparatif :

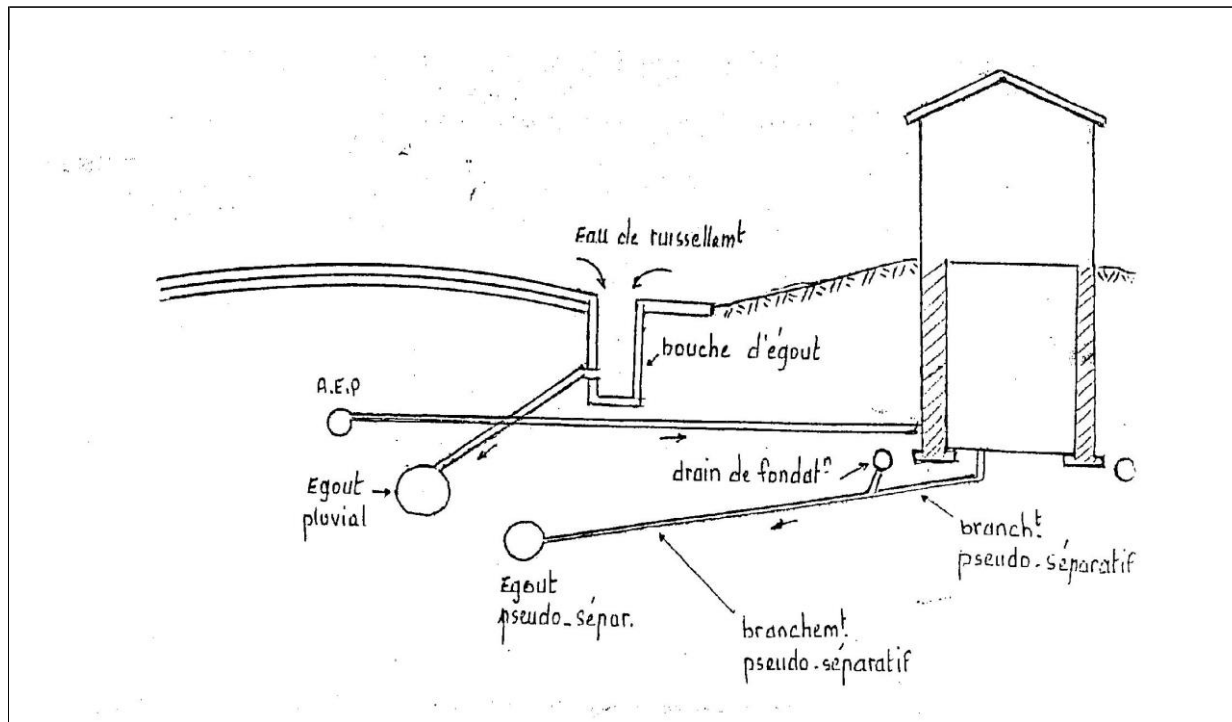
Système d'assainissement formé de deux réseaux distincts, l'un pour les eaux usées, l'autre pour les eaux pluviales. C'est un système usuel depuis les années 1970, le réseau d'eaux usées étant seul raccordé à la station d'épuration, le réseau d'eaux pluviales déversant les eaux généralement directement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

Ce système est valable dans des petites et moyennes agglomérations ou extension des villes, cette solution assure un meilleur fonctionnement des stations d'épuration, elle garantit une meilleure préservation du milieu naturel. Il est considéré comme étant un système encombrant et onéreux, comme on doit aussi imposer des contrôles permanents du réseau afin de signaler la moindre erreur de branchement et remédier à ce problème.



Figures N°3.2 : système séparatif.[4]

Il nous permet d'éliminer le problème de faux branchements et de réduire la section des collecteurs traversant la ville, toutes fois, il comporte un inconvénient qui réside dans le disfonctionnement de la STEP vu la variation de la charge polluante en qualité et en quantité.



Ces systèmes permettent, dans un réseau d'agglomération à relief varié, d'éviter des surprofondeurs excessives et onéreuses des canalisations. En milieu rural, ces systèmes favorisent le regroupement des communes, ce qui diminue le nombre des stations d'épuration. En outre ce type de réseau est généralement plus étanche qu'un réseau gravitaire.

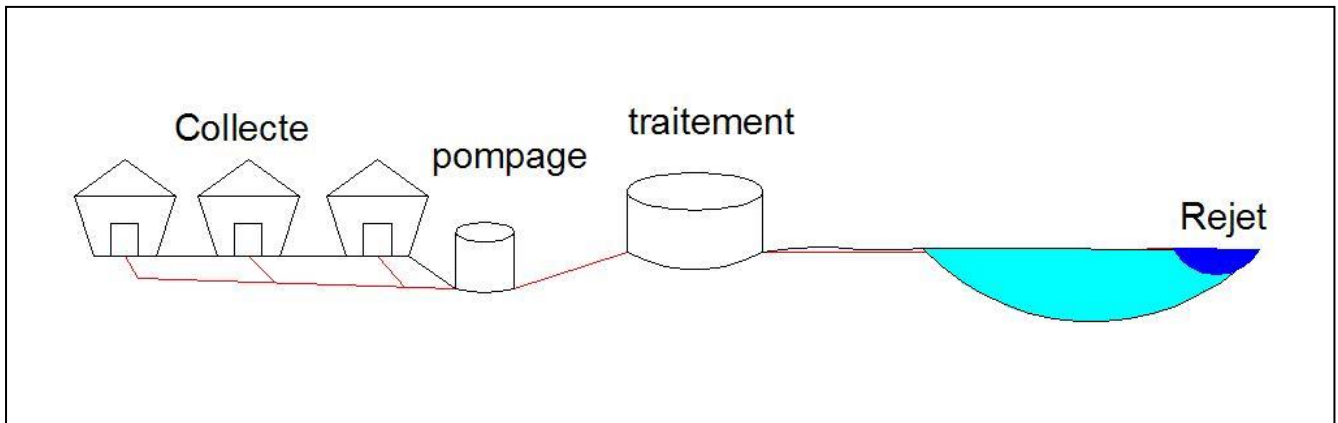


Figure n°3.4 : système non gravitaire [4]

F) Système mixte :

On appelle communément système mixte un réseau constitué suivant les zones en partie en système unitaire et en partie en système séparatif. Il est couramment appliqué dans les villes disposant d'un ancien réseau de type unitaire et dont l'extension ne pourrait être supportée, par ce dernier.

G) Système composite :

C'est une variante du système séparatif qui prévoit, grâce à divers aménagements, une dérivation partielle des eaux les plus polluées du réseau pluvial vers le réseau d'eaux usées en vue de leur traitement.

3.2.1. Choix du système d'évacuation :

Le choix de tel ou tel système doit prendre en considération les objectifs suivants :

- évacuer le plus rapidement possible les eaux usées urbaines vers la station afin de faciliter leur traitement.
- tenir compte des perspectives de développement de l'agglomération.
- respecter la qualité des rejets dans le milieu naturel.
- tenir compte des contraintes techniques : topographie, pluviométrie, type d'habitat, imperméabilisation des sols, protection contre les inondations, etc.
- tenir compte des conditions d'exploitation qui peuvent être rendues difficiles, par exemple, par le choix d'une pente insuffisante.

Remarque :

Vu que notre agglomération est caractérisée par un encombrement du sol et en tenant compte de, l'aspect économique et de la simplicité du système, nous optons pour le réseau unitaire.

3.3. Découpage de l'aire d'étude en sous bassins :

Dés lors qu'on tient compte de l'extension géographique limitée à la surface urbanisée et la topographie locale, il convient de raisonner en termes de bassin versant urbanisé.

Le bassin est un secteur géographique qui est limité par de lignes des crêtes ou lignes des partages des eaux. Dans un bassin, toutes les eaux qui ruissellent en surface sont recueillies par une seule ligne d'écoulement. Le sous bassin est une section de bassin situé de l'amont vers l'aval du bassin. Le découpage des sous-bassins se fait selon :

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

Remarque : se qui concerne notre ville, le découpage des sous-bassins a été effectué par rapport a la densité des habitations, les routes et voiries existantes. Apres le découpage de ces derniers, leurs surfaces sont évaluées en utilisant l'AUTOCAD.

3.4. Choix du coefficient de ruissellement :

Le coefficient de ruissellement d'une surface donnée est défini comme étant le rapport du volume d'eau qui ruisselle sur le volume tombé sur le bassin considéré. Il a un rôle prépondérant dans l'évaluation des débits de pointes pluviaux qui servent au dimensionnement du réseau.

Ce coefficient a 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 soient aussi homogènes que possible, pour minimiser les erreurs commises sur l'évaluation du coefficient de ruissellement.

La valeur du coefficient de ruissellement varie de 0,05 à 1, elle dépend de plusieurs facteurs :

- La nature du sol ;
- La pente du terrain ;
- Le mode d'occupation du sol ;
- La densité de la population ;
- La durée de pluie ;
- L'humidité de l'air

Remarque :

Le coefficient de ruissellement augmente avec l'accroissement de la population car on aura une augmentation de la surface couverte par rapport à celle perméable. Ce qui donne un ruissellement important.

Tableau n°3.1 : Coefficient de ruissellement en fonction de la catégorie d'urbanisme:

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

référence :[9]

Tableau n°3.2: Coefficient de ruissellement en fonction de la densité d'habitation

Densité de la population (hab / ha)	Coefficient de ruissellement
20	0.20
30 – 80	0.20 – 0.25
60 – 150	0.25 – 0.30
150 – 200	0.30 – 0.45
200 – 300	0.45 – 0.60
300 – 400	0.60 – 0.80
400 et plus	0.80 – 0.90

référence :[9]

Tableau n°3.3 : Coefficient de ruissellement en fonction de surface à drainée [9]

Surface	Coefficient de ruissellement
Chaussée en béton asphaltée	0.70 – 0.95
Chaussée en brique	0.70 – 0.85
Toiture	0.75 – 0.95
Terrain gazonné, sol sablonneux	
- Plat (pente < à 2 %).	0.05 – 0.10
- Pente moyenne de 2 à 7 %.	0.10 – 0.15
- Pente abrupte	0.15 – 0.20
Terrain gazonné, sol sablonneux	
- Plat (pente < à 2 %).	0.13 – 0.17
- Pente moyenne de 2 à 7 %.	0.18 – 0.22
- Pente abrupte	0.25 – 0.35
Entrée de garage en gravier	0.15 – 0.30

Remarque :

Pour le cas de notre projet, le coefficient de ruissellement est estimé en fonction des surfaces drainées en tenant compte la densité des habitats. Nous avons référence au plan de masse et des données de la direction d'urbanisme.

3.4.1. Coefficient de ruissellement pondéré :

A partir des coefficients élémentaires et par une surface <<A>> dont on découpe en n zones (A1, A2,.... An) auxquelles on affecte les coefficients élémentaires (C1, C2, Cn). Ai et Ci désignent respectivement les aires et les coefficients de ruissellement des zones qui leurs correspondent.

$$C_{tp} = \frac{\sum C_{ri} * A_i}{A}$$

Avec :

A : surface totale en (ha)

Cri : coefficient de ruissellement partiel

Ctp : coefficient de ruissellement total pondéré

i : numéro de sous bassin (i=1....13).

3.4.2. Calcul de la population de chaque sous bassin:

Après avoir estimé les coefficients de ruissellement de chaque sous bassin, nous déterminons le nombre d'habitants y correspondant. Pour cela il faut calculer la densité partielle et par la suite le nombre d'habitants.

On a la formule suivante :

$$D_i = \frac{C_{ri} * P_t}{C_{tp} * A}$$

Di : densité partielle pour chaque sous bassin (hab / ha)

Ctp : coefficient de ruissellement total pondéré

A : surface totale (ha)

Pt : nombre total d'habitants (hab.)

Et nous avons :

$$C_{tp} = \frac{\sum A_i * C_{ri}}{A}$$

D'où :

On procède par la suite au calcul du nombre d'habitants correspondant à chaque sous bassin par la relation ci-dessous :

$$P_i = D_i * A_i$$

Tableau n°3.4 : détermination du nombre d'habitant et coefficient de ruissèlement :

N° Sous bassin	Surface Si (HA)	Coefficie de Ruis, Cri	Cr X A	Crp	Di	Nbre d'hab Pi(hab)
1	2,8	0,6	1,68	0,63	364,0	1019
2	2,3	0,5	1,15		303,3	698
3	4,7	0,6	2,82		364,0	1711
4	9,38	0,65	6,10		394,3	3699
5	11,8	0,6	7,08		364,0	4295
6	7,1	0,65	4,62		394,3	2800
7	12,1	0,5	6,05		303,3	3670
8	7,37	0,7	5,16		424,7	3130
9	13,85	0,7	9,70		424,7	5882
10	16,02	0,67	10,73		406,5	6512
11	2,63	0,57	1,50		345,8	909
12	16	0,65	10,40		394,3	6310

Où:

Cri: coefficient de ruissèlement pour chaque sous bassin;

Ai : surface partielle (hec) ;

Di : densité partielle (hab/hect) ;

Conclusion :

Ce chapitre nous a permis la détermination des paramètres de base pour une bonne évaluation des débits d'évacuation afin de permettre un calcul hydraulique adéquat pour notre agglomération.

Chapitre -IV- Évaluation des débits à évacuer

Introduction :

L'évaluation des débits des eaux usées et pluviales est indispensable. Elle porte essentiellement sur l'estimation de la quantité et de la qualité des rejets. Ces dernières varient d'une agglomération à une autre selon la vocation de ces dernières (agricole,...)

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

Comme ces eaux ont une composition qui peut être source de maladies à transmission hydrique (fièvre typhoïde..), il faut les évacuer le plus tôt possible et par le moyen le plus sûr.

4.1. Evaluation des débits des eaux usées :

L'évaluation des débits d'eaux usées porte essentiellement sur l'estimation des quantités et de la qualité des rejets provenant des habitations et lieux d'activité.

4.1.1. Nature des eaux usées à évacuer :

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

On distingue:

- a. Les eaux usées d'origine domestique.
- b. Les eaux usées d'origine industrielle.
- c. Les eaux usées du service public.

a) Eaux usées d'origine domestique :

Ce sont des eaux qui trouvent leur origine dans les habitations

Elles sont constituées essentiellement d'eaux ménagères et d'eaux vannes.

- les eaux ménagères englobent les eaux des vaisselles, de lavage, de bain et de douche.
- les eaux vannes englobent les eaux provenant des sanitaires.

B) Eaux des équipements publics :

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

C) Les eaux usées industrielles :

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

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

1. Nature de l'industrie : (Fabrications ou de transformations) ;
2. Procédé de fabrication utilisé ;
3. Taux de recyclage effectivement réalisé.

Mis à part la quantité à évacuer, il y a toujours certains paramètres à prendre en considération à savoir :

- ☐ Les eaux chaudes doivent avoir une température inférieure à 35°C
 - ☐ Elles ne doivent pas contenir de matières corrosives, solides ou toxiques.
- Si non elles doivent subir un prétraitement à l'intérieur de l'unité industrielle.

4.2. Consommation en eau potable :

La quantité d'eau nécessaire à l'alimentation d'une agglomération dépend de :

- ☐ La disponibilité de la ressource.
- ☐ Le nombre d'habitants.
- ☐ Le développement urbain de la ville.
- ☐ Le niveau de vie de la population.

Vu le développement qu'a connu la ville de Sidi Merouane ; en sens d'urbanisme et de mode de vie de la population ainsi que la disponibilité des ressources d'eaux on a adopté une dotation en eau potable de **150 l/j/ha**.

4.3. Estimation des débits d'eaux usées

L'évaluation de la quantité d'eaux usées à évacuer journalièrement s'effectuera à partir de la consommation d'eau par habitant.

L'évacuation quantitative des rejets est fonction du type de l'agglomération ainsi que le mode d'occupation du sol. Plus l'agglomération est urbanisée, plus la proportion d'eau rejetée est élevée.

4.3.1. Evaluation des débits d'eaux usées domestiques

Pour calculer le débit des eaux usées à évacuer, on prend comme base la dotation en eau potable, et nous considérons que 80% de l'eau consommée est rejetée dans le réseau d'évacuation.

A) Evaluation du débit moyen journalier :

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

$$Q_{\text{moy j}} = \frac{kr * Dt * N}{86400} \text{ [l/s]} \dots\dots (4.1)$$

Avec:

Q moy j: débit moyen rejeté quotidiennement en (l /s) ;

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

Dt : dotation journalière estimée ; (l/hab/j)

N : nombre d'habitants à l'horizon étudié (hab.).

B) Evaluation du débit de pointe :

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

$$Q_{\text{pte}} = Q_{\text{moy j}} * K_p \dots\dots (4.2)$$

Avec :

-Q pte : débit de pointe (l/s);

-Qmoy.j : débit moyen journalier (l/s) ;

-k p : coefficient de pointe ;

Le coefficient de pointe peut être estimé par rapport au débit moyen de rejet.

$$K_p = 1,5 + \frac{2,5}{\sqrt{Q_{moyj}}} \quad \text{Si } Q_{moyj} \geq 2,8 \text{ l/s} \quad \dots (4.3)$$

$$K_p = 3 \quad \text{Si } Q_{moyj} < 2.8 \text{ l/s} \quad \dots (4.4)$$

Tableau n° 4.1: Détermination les débits d’eaux usées des équipements pour chaque sous bassin

N° du Sous Bassin	Les équipements	unité de mesure	Nombre d’unités	dotation	Débits [l/j]	Débit cons [l/s]	Débit Rej [l/s]	Débit total [l/s]
02	Ecole primaire	Elève	110	10	1100	0,013	0,010	0,010
05	Centre de santé	Fonctionnaire	30	50	1500	0,018	0,014	0,199
	Ecole primaire	Elève	650	10	6500	0,075	0,060	
	Mosquée	Fidèles	450	30	13500	0,156	0,125	
07	Mosquée	Fidèles	600	15	9000	0,104	0,083	0,083
08	Ecole primaire	Elève	490	10	4900	0,057	0,045	0,135
	Lycée	Elève	980	10	9800	0,113	0,090	
09	Mosquée	Fideles	450	30	18000	0,208	0,17	0,1732
	APC	personne	30	10	300	0,004	0,0032	
10	Abattoir	Animal	25	200	5000	0,058	0,046	0,207
	Daïra	Fonctionnaire	80	15	1200	0,014	0,011	
	Centre de santé	Fonctionnaire	30	50	1500	0,018	0,014	
	Centre de formation	Elève	484	30	14520	0,170	0,136	
11	PTT	Fonctionnaire	10	5	50	0 ,0006	0 ,0005	0,0005
13	CEM	Elève	1470	10	14700	0,170	0,136	0,1790
	Ecole primaire	Elève	463	10	4630	0,054	0,043	

Tableau n°4.2 : Détermination les débits d'eaux usées de pointe pour chaque sous bassin :

N° Sous bassin	Surface Equiv.S/Bassin Si (HA)	Nbre d'habi	Dot (l/j/hab)	Qmoy (l/s)	Qéqui (l/s)	Qtot (l/s)	Crj	Qmoy rej (l/s)	Kp	Qpte l/S	Qpte M3/s
1	2,8	1019	150	1,77	0,00	1,77	0,8	1,4156	3,00	4,2468	0,0042
2	2,3	698	150	1,21	0,01	1,22	0,8	0,9770	3,00	2,9310	0,0029
3	4,7	1711	150	2,97	0,00	2,97	0,8	2,3762	3,00	7,1286	0,0071
4	9,38	3699	150	6,42	0,00	6,42	0,8	5,1375	2,60	13,3727	0,0134
5	11,8	4295	150	7,46	0,20	7,66	0,8	6,1258	2,51	15,3762	0,0154
6	7,1	2800	150	4,86	0,08	4,94	0,8	3,9551	2,76	10,9045	0,0109
7	12,1	3670	150	6,37	0,14	6,51	0,8	5,2059	2,60	13,5129	0,0135
8	7,37	3130	150	5,43	0,17	5,61	0,8	4,4856	2,68	12,0233	0,0120
9	13,85	5882	150	10,21	0,21	10,42	0,8	8,3348	2,37	19,7197	0,0197
10	16,02	6512	150	11,31	0,00	11,31	0,8	9,0446	2,33	21,0854	0,0211
11	2,63	909	150	1,58	0,00	1,58	0,8	1,2632	3,00	3,7895	0,0038
12	16	6310	150	10,95	0,18	11,13	0,8	8,9065	2,34	20,8206	0,0208
TOTAL	106	40635		70,55	0,988	71,53		57,23		144,91	0,1449

4.3.2. Evaluation des débits d'eaux pluviales :

Le calcul de base pour le dimensionnement d'un réseau pluvial est la pluie la plus forte susceptible de survenir dans une période de 10 ans (débit décennal).

Lors d'une chute de pluie, seule la fraction d'eau ruisselant intéresse le dimensionnement d'un ouvrage déterminé, appelé à évacuer dans les conditions suffisantes le débit d'eau de cette fraction du bassin considéré.

En fonction de l'étendue du bassin et de son urbanisation ; nous considérons deux méthodes, les plus utilisées pour l'évaluation du débit pluvial :

- La méthode rationnelle.
- La méthode superficielle.

A) La méthode rationnelle :

La technique de calcul des débits de ruissellement afin de calculer les diamètres ou les dimensions des conduites et canaux est basée sur la méthode rationnelle. Cette technique est utilisée depuis la fin du siècle dernier (1889).

Ce n'est pas à proprement parler une méthode de simulation car elle est basée sur une approximation pondérée par les temps de parcours du débit de pointe de l'hydrogramme.

Cette approximation nous donne donc l'ordre de grandeurs des débits à véhiculer mais ne peut prévoir toutes les situations critiques.

La méthode rationnelle permet de calculer chaque débit de dimensionnement du réseau de drainage en commençant en tête du bassin:

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

Q = débit maximum de ruissellement en m³/s

A = aire du sous bassin en ha

Cr = coefficient de ruissellement

i = intensité de précipitation

α : Coefficient correcteur de l'intensité tenant compte de la distribution de la pluie dans l'espace, dont sa détermination est en fonction de la forme du bassin.

Sans doute ; la méthode rationnelle est simple dans son expression, il n'en demeure pas moins qu'elle suppose une attention soutenue dans la recherche de la meilleure définition possible de ses paramètres et des facteurs d'ajustement.

a) Les hypothèses de la méthode rationnelle :

Les hypothèses de base de la méthode rationnelle sont les suivantes :

- L'intensité maximale du ruissellement à tout point du réseau est fonction du taux moyen de précipitation durant le temps de concentration.
- Le débit de pointe Q_p en m³/s de l'hydrogramme de ruissellement est une fraction du débit précipité.
- L'intervalle de récurrence du débit de pointe Q_p est le même que celui de l'averse d'intensité uniforme i.

b) Démarche de la méthode rationnelle :

Il faut délimiter l'aire générale du bassin afin d'y tracer le schéma d'ossature. Ensuite, il convient d'étudier les subdivisions correspondant aux sous bassins d'apport avec toutes les caractéristiques concernant : Les surfaces, les longueurs, les pentes, les coefficients de ruissellement moyens et pondérés,...etc.

On procèdera ensuite au calcul proprement dit ; étant entendu que l'essentiel des calculs élémentaires préalables ont été effectués pendant la première étape.

c) validité de la méthode rationnelle :

Cette méthode est utilisée pour des surfaces limitées (généralement inférieures à 10 ha) le résultat est encore plus fiable du fait de la bonne estimation du coefficient de ruissellement, ainsi elle est applicable pour des zones où le temps de concentration ne dépasse pas 30 minutes. Par contre, elle n'est pas susceptible d'être utilisée pour les zones étendues, car les calculs deviendraient fastidieux.

d) Temps de concentration :

Le temps de concentration relatif à un bassin versant est le temps le plus long que met l'eau qui ruisselle pour atteindre l'exutoire. Pour évaluer ce dernier on sait qu'il y a :

t_1 , t_2 et t_3 tels que :

$t_1 = \frac{1}{60.v}$: C'est le temps mis par l'eau pour s'écouler dans les conduites. (Min)

t_2 : Temps mis par l'eau pour atteindre le premier ouvrage d'engouffrement on l'estime compris entre 2 et 20 minutes.

$t_3 = \frac{l}{11\sqrt{I}}$: Temps de ruissellement sur un parcours ne comportant pas de canalisation.

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 : $t_c = t_1 + t_2$.

Où :

l : Longueur de la conduite (m).

L : Cheminement hydraulique le plus long.

V : Vitesse d'écoulement de l'eau des la conduite. (m/s).

I : Pente moyenne du chemin parcouru par l'eau (m).

Remarque : Suivant la configuration de chaque sous bassin on évaluera le temps de concentration qui lui correspond.

B) La méthode superficielle (méthode de Caquot) :

L'expression donnant le débit provenant d'un bassin versant urbanisé pour une fréquence « F » a été établie à partir des travaux de M. Caquot. Les études les plus récentes, Confirmées par des vérifications expérimentales, ont permis de fixer la valeur numérique des coefficients de cette expression.

La formule superficielle du débit de fréquence de dépassement « F » prend l'aspect suivant :

$$Q(F) = K^{1/u} \cdot I^{v/u} \cdot C^{1/u} \cdot A^{w/u} \quad \dots (4.4)$$

Dans laquelle les divers paramètres sont des fonctions de $a(F)$ et (ou) de $b(F)$ qui sont eux-mêmes les paramètres de la relation.

$$i(t, F) = a(f) \cdot t \cdot b(f) \quad \dots (4.5)$$

Où $i(t, F)$ est l'intensité maximale de la pluie de durée t , de fréquence de dépassement F , i est exprimé en millimètres par minute et t en minutes est compris entre 5 minutes et 120 minutes.

$Q(F)$ est le débit de fréquence de dépassement F exprimé en mètres cubes par seconde

I : est la pente moyenne du bassin versant (en mètres par mètre).

A : est la superficie du bassin versant (en hectares).

K : est un coefficient d'expression

$$K = \frac{0,5b(f) a(f)}{6,6} \quad \dots (4.6)$$

C : coefficient de ruissèlement.

U : est un coefficient d'expression

$$U = 1 + 0,287b(f) \dots (4.7)$$

V : est un coefficient d'expression

$$V = -0,41b(f) \dots (4.8)$$

W : est un coefficient d'expression

$$W = 0,95 + 0,507b(f) \dots (4.9)$$

Cette formule est valable pour des bassins versants d'allongement moyen « M= 2 »

a) Evaluation de la pente :

Pour un bassin urbanisé dont le plus long cheminement hydraulique « L » est constitué De tronçons successifs « LK » de pente sensiblement constante « IK », l'expression de la pente moyenne qui intègre le temps d'écoulement le long du cheminement le plus hydrauliquement éloigné de l'exutoire (ou temps de concentration) est la suivante :

$$I = \left[\frac{L}{\sum \frac{Lk}{\sqrt{Ik}}} \right]^2 \dots (4.10)$$

b) Evaluation du coefficient de ruissellement :

Le coefficient de ruissellement « C » sera pris égal au taux d'imperméabilisation. Si « A » est la surface totale du bassin versant, « A' » la superficie de surface revêtue A' / A avec C = 0,2 Car, en zone urbanisée, la surface de la voirie et des aires de service représente à elle seule environ 20% de la superficie de cette zone.

c) Evaluation de l'allongement d'un bassin et évaluation du coefficient correcteur :

L'allongement « M » est défini comme étant le rapport du plus long cheminement hydraulique « L » au côté du carré de surface équivalente à la superficie du, bassin

Considérez, son expression est la suivante :

$$M = \frac{L}{\sqrt{A}} > 0,8 \dots (4.11)$$

Lorsqu'il apparaîtra utile de rechercher une grande approximation dans l'évaluation des débits, par exemple en vue de déterminer les caractéristiques d'un ouvrage important ou lorsqu'on aura affaire à un bassin de forme très ramassée ou au contraire de forme très allongée, on pourra, après avoir déterminé l'allongement « M » correspondant, corriger le débit calculé en le multipliant par un coefficient d'influence « ni » traduisant quantitativement le fait que, pour Une même surface « A », le débit varie à l'inverse de l'allongement « M » dudit bassin.

d) Validité de la méthode superficielle :

Dans le domaine actuel de vérification de l'ajustement du modèle de M. Caquot, les formules d'expression du débit, quelle que soit la période de retour d'insuffisance choisie, sont valables dans les conditions suivantes :

Une superficie totale < 200 ha

La pente doit être comprise entre $(0.2 < I < 5) \%$

Le coefficient de ruissellement $(0.2 < Cr < 1)$

Le coefficient d'allongement $0.8 < M$

4.3.3. Choix de la méthode de calcul :

En tenant compte des caractéristiques de notre agglomération du point de vue surface, pente, et coefficient de ruissellement la méthode rationnelle est la plus appropriée à ce cas de figure.

4.3.4. Calcul des débits pluviaux :

α Le Coefficient réducteur d'intensité α

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

- Pour des bassins longs (rectangle étroit, largeur = $\frac{1}{2}$ de la longueur), ce coefficient sera égal à: $(a) = 1 - 0.006 \sqrt{d/2} \dots (4.12)$

- Pour des bassins ramassés (carrés ou cercles), $(a) = 1 - 0.005 \sqrt{d/2}$
D : Distance du milieu du bassin.

Les résultats de calcul des débits pluviaux sont reportés dans le tableau suivant :

Tableau n°4.3: Calcul des débits pluviaux pour chaque sous bassin par la méthode rationnelle

N° Sous bassin	Surface Equiv.S/Bassin Si (HA)	Coeff Cri	α	Intensité I (l/s/ha)	Qp (SB) (l/s)	Qp (m3/s)
1	2,8	0,60	0,95	104,47	166,73	0,1667
2	2,3	0,50	0,93		111,73	0,1117
3	4,7	0,60	0,95		279,88	0,2799
4	9,38	0,65	0,94		598,74	0,5987
5	11,8	0,60	0,95		702,67	0,7027
6	7,1	0,65	0,95		458,02	0,4580
7	12,1	0,50	0,93		587,80	0,5878
8	7,37	0,70	0,94		506,62	0,5066
9	13,85	0,70	0,95		962,19	0,9622
10	16,02	0,67	0,93		1 042,83	1,0428
11	2,63	0,57	0,94		147,21	0,1472
12	16	0,65	0,95		1 032,16	1,0322

Conclusion :

Le présent chapitre a eu pour résultat la quantification des débits à évacuer. Ces débits incluent les débits d'eaux usées et d'eaux pluviales.

D'après les valeurs des débits obtenues, on constate que les débits des eaux usées ne représentent qu'une faible fraction des débits pluviaux. Aussi, on signale que la ville Sidi Merouane ne comporte pas de grandes unités industrielles, d'où les eaux usées d'origine industrielles n'ont pas été quantifiées

En conséquence ; le choix du système d'assainissement doit être judicieux afin d'éviter le problème d'auto curage dans le cas de débits minimum.

Chapitre -v -

Calcul hydraulique du Réseau d'assainissement

Introduction :

Une fois que la totalité des débits fut déterminée, on passe au dimensionnement proprement dit du réseau ; tout en vérifiant les conditions d'écoulement et en définissant le meilleur tracé possible des collecteurs.

5.1. Conception du réseau :

La conception d'un réseau d'assainissement est la concrétisation de tous les éléments constituant ce dernier sur un schéma global :

- Les collecteurs sont définis par leur :
 - Diamètre (intérieur et extérieur).
 - Pente.
 - Emplacement (en plan).
 - Profondeur.
- Les regards de visite et de jonction sont également définis par leur.
 - Emplacement (en plan).
 - Profondeur.
 - Côte

5.2. Dimensionnement du réseau d'assainissement :

5.2.1. Conditions d'écoulement et de dimensionnement :

L'écoulement en assainissement est gravitaire dans la mesure du possible, donc tributaire de la topographie du terrain naturel. IL doit aussi assurer une vitesse permettant l'auto curage qui ne favorise pas les dégradations au niveau des conduites.

La vitesse d'auto curage qui empêchera les dépôts du sable, facilement décantable dans les collecteurs est de l'ordre de :

- **au moins 0,6 m/s** pour le un dixième du débit de pleine section.
- **au moins 0,3 m/s** pour le un centième du débit de pleine section.

- 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 étant donné que les eaux sont chargées.

Remarque :

Si ces vitesses ne sont pas respectées, il faut prévoir des chasses automatiques ou des curages périodiques.

A l'opposé des considérations relatives à l'auto curage, le souci de prévenir la dégradation des joints sur les canalisations circulaires et leur revêtement intérieur, nous conduit à poser des limites supérieures aux pentes admissibles.

5.2.2 .Mode de calcul :

Avant de procéder au calcul hydraulique du réseau d'assainissement en gravitaire, on considère l'hypothèse suivante :

- L'écoulement est uniforme à surface libre, le gradient hydraulique de perte de charge est égal à la pente du radier.
- La perte de charge engendrée est une énergie potentielle égale à la différence des côtes du plan d'eau en amont et en aval.

Les canalisations d'égouts dimensionnées pour un débit en pleine section Qps 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 de la continuité :

$$Q = V \cdot S \quad \dots\dots\dots (V-1)$$

Avec :

Q : Débit (m³/s).

S : Section mouillée (m²).

V : Vitesse d'écoulement (m/s).

Cette vitesse se calcule par différentes expressions

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

$$V = K_s \cdot R^{2/3} \cdot \sqrt{I_m} \quad \dots\dots\dots (V-2)$$

Où :

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

R (m) : Rayon hydraulique.

K_s : Coefficient de rugosité dépend de la nature des parois, les coefficients K sont présentés en annexe N°1.

A partir de l'équation (V-1) et (V-2) le diamètre est calculé comme suit :

$$D_{cal} = \left[\frac{3,2 \cdot Q_t}{K_s \cdot \sqrt{I}} \right]^{3/2} \quad \dots\dots\dots (V-3)$$

Où : Q_t = Q_{eu} + Q_{pl}, avec :

Q_{eu} (m³/s): Débit d'eau usée.

Q_{pl} (m³/s): Débit d'eau pluviale.

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

$$Q_{PS} = V_{PS} \cdot \frac{\pi \cdot (D_{nor})^2}{4} \quad \dots\dots\dots (V-4)$$

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

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

La vitesse en pleine section est calculée à partir de la relation (V-2), avec le rayon hydraulique

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

$$V_{PS} = K_s \cdot (D_{nor}/4)^{2/3} \cdot \sqrt{I_m} \dots\dots\dots (V-5)$$

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

- $R_Q = \frac{Q}{Q_{ps}}$ rapport des débits (V – 6)

- $R_v = \frac{V}{V_{ps}}$ rapport des vitesses..... (V – 7)

- $R_h = \frac{h}{D}$. rapport des hauteurs (V – 8)

Où:

Q : Débit véhiculé par le collecteur circulaire en (m³/s).

V : Vitesse d'écoulement en (m/s).

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

D: diamètre normalisé du collecteur en (mm).

I : Pente du collecteur en (m/m).

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

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

Les valeurs de R_v et R_h sont données en fonction R_q (abaque sous forme de tableau) en annexe N°2

Pour développer les relations entre R_v en fonction de R_q et R_h en fonction de R_q, les données sont mises en forme.

Pour faciliter les taches du dimensionnement, on a élaboré un programme sous Excel.

L'organigramme suivant donne les étapes du dimensionnement du réseau :

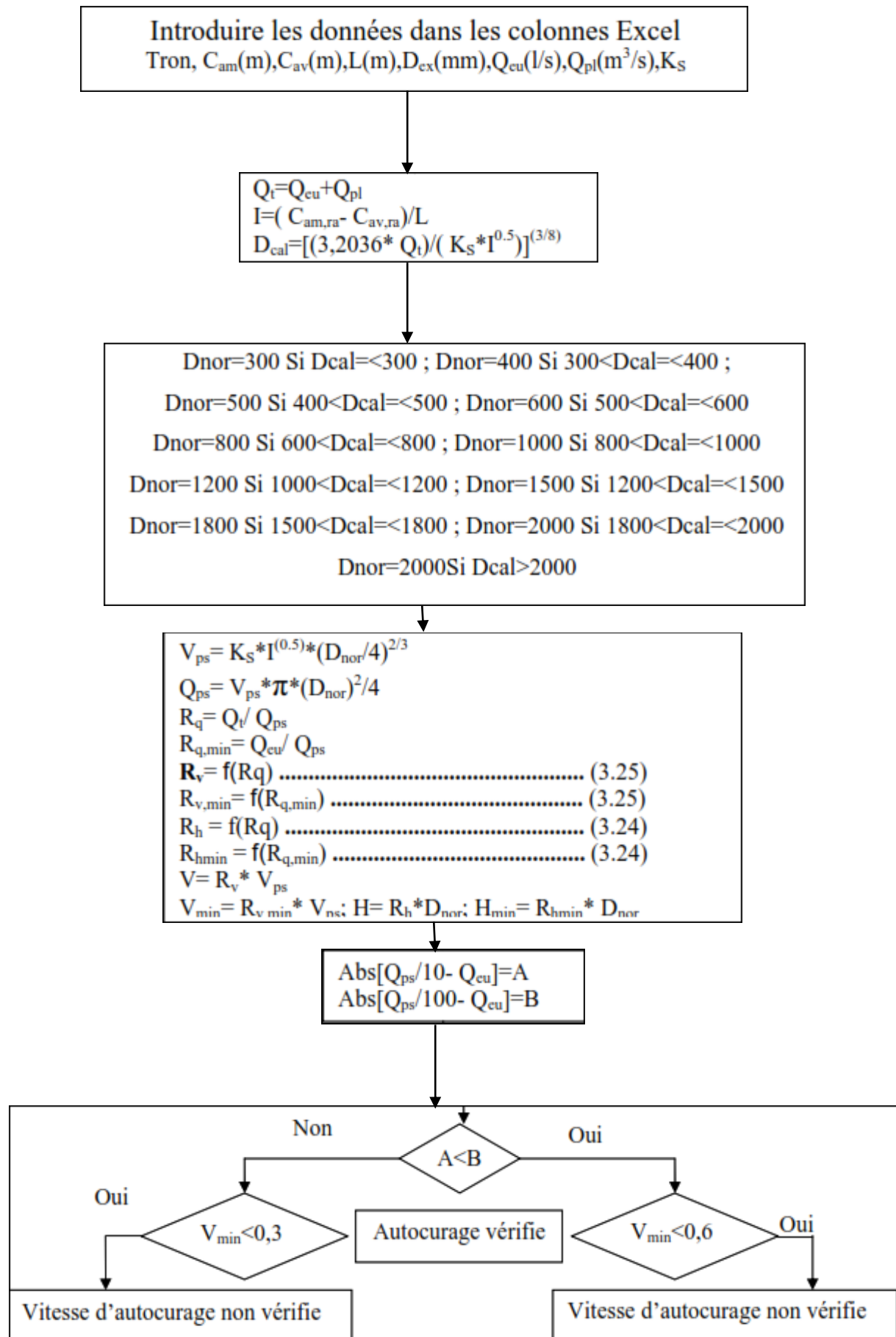


Figure N°5.1 : Organigramme du programm

Remarque :

On a pris en compte l'influence des sous bassins l'un sur l'autre, l'évaluation des différents paramètres du réseau (Q, I, Cr...) se fera en utilisant le groupement des bassins,

Conclusion :

Au terme de ce chapitre, il vient à conclure ce qui suit :

Le type de réseau d'évacuation auquel nous avons opté, est le système unitaire vu que le problème d'auto curage ne sera pas posé car les vitesses sont admissibles.

Ce système présente plusieurs avantages dans la ville Sidi Merouane, parmi lesquelles, on cite:

- la réduction du coût d'excavation des tranchées.
- la réduction des dépôts dans les canalisations et par conséquent une réduction due coût de nettoyage.

En plus du dimensionnement du réseau d'évacuation, un collecteur principal déviant les rejets vers la step a été projeté

Chapitre –VI-

Les éléments constitutifs du réseau d'égouts

Introduction :

Un réseau d'Assainissement a pour objet la collecte des eaux usées et pluviales, et pour objectif, la protection du milieu naturel. Il constitue un équipement public essentiel. Il doit être parfaitement étanche, même en cas de mouvement de terrain. Il assure l'écoulement rapide des eaux usées ou des eaux pluviales, et doit avoir un degré très élevé de durabilité. Les ouvrages d'Assainissement comprennent des ouvrages principaux et des ouvrages annexes.

6.1. Les ouvrages principaux:

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

6.2. Canalisations:

Elles se présentent sous plusieurs formes cylindriques préfabriquées en usine. Elles sont désignées par leurs diamètres intérieurs, dits diamètres nominaux exprimés en millimètre, ou ovoïdes préfabriqués désignés par leur hauteur exprimée en centimètre et, des ouvrages visitables.

6.2.1. Type de canalisation :

Il existe plusieurs types de conduites qui sont différents suivant leurs matériaux et leurs destinations.

A) Conduites en béton non armé :

Les tuyaux en béton non armé sont fabriqués mécaniquement par un procédé assurant une compacité élevée du béton. La longueur utile ne doit pas dépasser 2,50m. Ces types de tuyaux ont une rupture brutale, mais à moins que la hauteur de recouvrement ne soit insuffisante. Elle survient aux premiers âges de la canalisation. Il est déconseillé d'utiliser les tuyaux non armés pour des canalisations visitables.

B) Conduites en béton armé :

Les tuyaux en béton armé sont fabriqués mécaniquement par un procédé assurant une compacité élevée du béton (compression radiale, vibration, centrifugation). Les tuyaux comportent deux séries d'armatures, la première est formée des barres droites appelées génératrices, la deuxième est formée des spires en hélice continues d'un pas régulier maximal de 1,5 m. La longueur utile ne doit pas être supérieure à 2m.

C) Conduites en amiante – 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 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 grés artificiels :

Le grès servant à la fabrication des tuyaux est obtenu à parties égales d'argile et de sable argileux cuits entre 1200°C à 1300°C. Le matériau obtenu est très imperméable. Il est inattaquable aux agents chimiques, sauf l'acide fluorhydrique. L'utilisation de ce genre est recommandée dans les zones industrielles. La longueur minimale est de 1 m.

E) Conduites en chlorure de polyvinyle (p.v.c) non plastifié :

Les tuyaux sont sensibles à l'effet de température au-dessous de 0°C. Ils présentent une certaine sensibilité aux chocs. L'influence de la dilatation est spécialement importante et il doit en être tenu compte au moment de la pose. La longueur minimale est 6 m.

F) conduites à section ovoïde :

Jusqu'à ces dernières années, lorsque les calculs montraient qu'un tuyau de plus de 0.6m de diamètre était nécessaire, il était jugé préférable d'utiliser des tuyaux ovoïdes préfabriqués.

La longueur utile minimale est fixée à 1m, la tolérance de $\pm 1\%$; les dimensions intérieures ne doivent pas être inférieures aux dimensions nominales de plus de 3mm.

La forme générale de ces tuyaux est représentée à la figure N° -1 ; leurs dimensions principales a et b étant, respectivement, les suivantes (exprimées en centimètres) :

- Type exceptionnellement visitables 100×62.5 et 130 ×80 ;
- Type semi visitable 150×90 ;
- Type visitables 180×108 et 200×120.

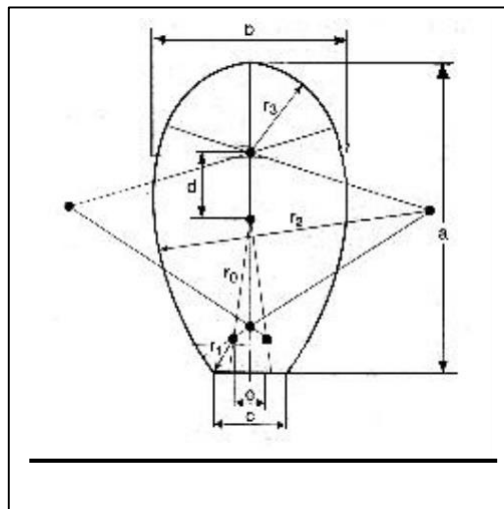


Figure N° 6.1 : Coupe type d'un tuyau ovoïde préfabriqué

6.2.2. Choix du type de canalisation :

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

- Des pentes du terrain ;
- Des diamètres utilisés ;
- De la nature du sol traversé ;
- De la nature chimique des eaux usées ;
- Des efforts extérieurs dus au remblai.

Pour notre projet, les conduites utilisées seront en béton armé de profil circulaire vu les avantages qu'elles présentent :

- Bonne étanchéité.
- Résistance aux attaques chimiques.
- Bonne résistance mécanique.

- bonne stabilité dans les tranchées.
- Pose et assemblage facile.

6.3. Les joints des conduites en béton armé :

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

Pour les tuyaux en béton armé on a différents types des 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

b)- 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

c)-joint torique :

Il est utilisé pour des diamètres variant entre 700 et 900mm, pour les sols faibles.

Il assure une bonne étanchéité pour les faibles pressions.

d)-Joint à collet :

C'est un joint à emboîtement rigide, avec collage en ciment, il est utilisé que dans les bons sols et terrains à pente faible, à éviter dans les terrains argileux.

e)-joint plastique :

Ce Joint assure une bonne étanchéité même si la conduite est en charge, la présence du cordon de la butée en bitume et la bague ou manchon en matière plastique contribuent à la bonne étanchéité, s'adapte à presque tous les sols si la confection est bien faite.

6 .3.1-Différentes actions supportées par la conduite :

Les canalisations sont exposées à des actions extérieures et intérieures. Pour cela, ces canalisations doivent être sélectionnées pour lutter contre ces actions qui sont : Les actions mécaniques ; les actions statiques et les actions chimiques

a)- 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. Cette agressivité provoque la détérioration des parois intérieures par le phénomène d'érosion dû essentiellement à de grandes vitesses imposées généralement par le relief.

b)- Actions statiques :

Les actions statiques sont dues aux surcharges fixes ou mobiles comme le remblai, au mouvement de l'eau dans les canalisations ainsi qu'aux charges dues au trafic routier.

Tableau 6.1 : Caractéristiques du tuyau en béton armé

Diamètre nominal (mm)	Epaisseurs minimales des parois (mm)
800	66-116
1000	66-116
1200	71-121
1400	119-146
1600	130-158
1800	133-177
2000	141-194

Diamètre nominal (mm)

Epaisseurs minimales des parois (mm)

c)-Actions chimiques :

Elles sont généralement à l'intérieur de la conduite. Une baisse de pH favorise le développement des bactéries acidophiles qui peuvent à leur tour favoriser la formation de l'acide sulfurique (H_2S) corrosif et néfaste aux conduites.

6.4.Moyen de protection des conduites contre les effets corrosifs et érosifs :

Pour remédier aux effets nuisibles dus aux :

- Effet corrosif des sulfures H_2S .
- Effet érosifs des sables.

6.4.1 Protection contre les effets corrosifs de l' H_2S :

Pour protéger les conduites et éviter la formation de l' H_2S dans les conduites, il y a deux types de remèdes : remèdes chimiques et remèdes hydrauliques.

a) Remède hydraulique :

- Rinçage périodique des conduites gravitaires et l'élimination régulière des dépôts.
- Eviter les écoulements en charge.
- Réduire le temps de rétention des eaux dans les conduites
- Assurer une bonne aération pour réduire la teneur en H_2S
- Faire des revêtements intérieurs des conduites par du ciment lumineux ou le ciment sulfaté.

b) Remède chimique : Addition des réactifs chimique;

- L'oxygène liquide.
- Peroxyde d'hydrogène.

Remarque :

Le gainage interne des conduites par une gaine à base de résines époxydes représente le meilleur moyen de lutte contre ces attaques, mais c'est une technique qui reste tout de même assez coûteuse.

6.4.2. Protection contre les effets érosifs du sable :

Le sable et les gravillons dus aux eaux pluviales arrivés par les voiries et autres à travers les bouches d'égout, pour éviter qu'ils ne soient véhiculés le long des conduites il faut prévoir des décanteurs (dessableurs) à la tête du réseau ou au niveau des bouches d'égout.

6.5. Essais des tuyaux préfabriqués :

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

Ces essais sont exécutés sur des tuyaux prélevés au hasard à raison de cinq éléments par lot de 1000 éléments pour l'essai à l'écrasement et de dix éléments par lot de 1000 éléments pour l'essai d'étanchéité.

a)-Essai à l'écrasement :

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 oblige de faire l'essai de l'écrasement.

L'épreuve à l'écrasement se fait par presse automatique avec enregistrement des efforts. Ils doivent être répartis uniformément sur la génératrice supérieure de tuyau. La mise en marche est effectuée jusqu'à la rupture par écrasement. À une vitesse de 1000 daN/m de longueur et par minute. Cet essai permet de déterminer la charge de rupture.

b)-Essai à l'étanchéité :

L'essai à l'étanchéité est effectué sous pression d'eau sur deux tuyaux assemblés, de manière à vérifier la bonne tenue des éléments de jonction et des bagues d'étanchéité.

On procède comme suit :

- Les tuyaux à base de ciment sont fabriqués depuis au moins 21 jours et préalablement imbibés d'eau pendant 48 heures par remplissage total.

- Les tuyaux sont disposés à plat, la mise en pression est assurée pendant 30 mn

Par une presse hydraulique, La pression d'essai est de 0,5 bar pour les ovoïdes et de 1 bar pour les autres tuyaux.

- Pour les tuyaux circulaires, une face de désaxement est appliquée à l'assemblage sur la génératrice inférieure de l'un des tuyaux, de manière à obtenir une ouverture de l'assemblage sur la génératrice supérieure égale à 15 mm lorsque les diamètres nominaux sont supérieurs ou égaux à 300 mm, et 8 mm lorsque les diamètres nominaux sont inférieurs à 300 mm.

Aucune fissure avec suintement ne doit être constatée sur l'étendue du joint.

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

6.6. Les ouvrages annexes :

Les ouvrages annexes ont une importance considérable dans l'exploitation rationnelle des réseaux d'égout. Ils sont nombreux et obéissent à une hiérarchie de fonction très diversifiée : Fonction de recette des effluents, de fenêtres ouvertes sur les réseaux pour en faciliter

l'entretien, du système en raison de leur rôle économique en agissant sur les surdimensionnements et en permettant l'optimisation des coûts.

Les ouvrages annexes sont considérés selon deux groupes :

- Les ouvrages normaux ;
- Les ouvrages spéciaux ;

A) Les ouvrages normaux :

Les ouvrages normaux sont les ouvrages courants indispensables en amont ou sur le cours des réseaux. Ils assurent généralement la fonction de recette des effluents ou d'accès au réseau.

B) les branchements :

Leur rôle est de collecter les eaux usées et les eaux pluviales d'immeubles.

Un branchement comprend trois parties essentielles ;

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

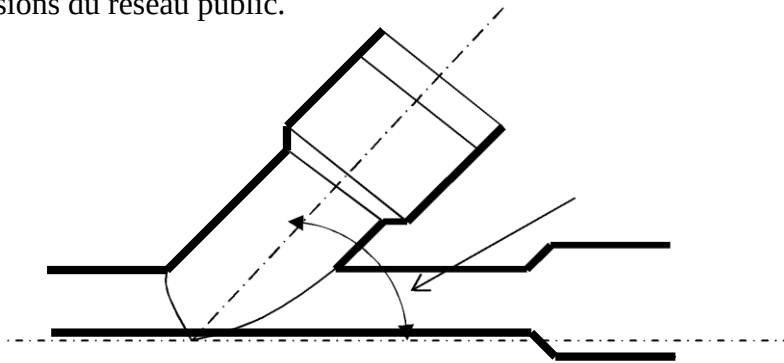


Figure N°6. 2 : Exemple d'un branchement simple

6.6.1. Ouvrages des surfaces :

Ce type d'ouvrages est destiné à la recueille des eaux pluviales. On distingue deux catégories

A- Les ouvrages de recueille et de transport.

B- Les ouvrages de recueille proprement dite en tête et sur le cours du réseau principal.

A)- les ouvrages de recueil et de transport :

A.1-Les fossés :

Les fossés sont destinés à la recueille des eaux provenant des chaussées en milieu rural. Ils sont soumis à un entretien périodique.

Dans notre cas ; on n'a pas projeté des fossés pour limiter les risques de pollution.

A. 2- Les caniveaux :

Sont destinés au recueil des eaux pluviales ruisselant sur le profil transversal de la chaussée et trottoirs et au transport de ces eaux jusqu'aux bouches d'égout.

B)- Les bouches d'égout :

Les bouches d'égouts sont destinées à collecter les eaux en surface (pluviale et de lavage des chaussées). Elles sont généralement disposées au point bas des caniveaux, soit sur le trottoir.

La distance entre les deux bouches d'égout est en moyenne de 50 m. 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 : la manière de recueillir des eaux et la manière dont les déchets sont retenus.

B.1- Les bouches d'égouts à section circulaire de 0,5m de diamètre avec ou sans décantation :

Ce type de bouche d'égout peut s'adapter surtout si le réseau risque de ne pas faire l'objet d'un entretien permanent.

Selon le type de recueille des eaux, on distingue cinq types de bouches d'égouts.

B.1.1-Les bouches d'égout avec grille et couronnement métallique :

Ces bouches peuvent être sélectives ou non. Lorsqu'il est prévu une décantation, l'entrée des eaux dans le réseau s'effectue soit au moyen d'un siphon, soit directement par surverse au-dessus du seuil du puisard de décantation.

B.1.2- Les bouches d'égout avec bavette en pierre ou en béton et couronnement métallique :

Elles peuvent être sélectives ou non, avec ou sans décantation siphonide ou non. Dans ce dernier cas l'entonnoir est prolongé par une jupe dont la base doit plonger au moins à 0,05 m au-dessous du niveau permanent du puisard de décantation.

B.1.3- Les bouches d'égout avec bavette et couronnement en pierres ou en béton :

Ce type est une variante applicable aux deux types précédents.

B.1.4-Les bouches d'égout à avaloir métallique grille et couronnement combiné :

Elles sont comme les précédentes, la seule particularité repose dans le fait que le dispositif métallique supérieur s'emboîte directement sur l'arase supérieure de la cheminée.

B.1.5- La bouche d'égout à grille seule :

Les bouches d'égouts à grille seule s'emboîtent directement sur l'arase supérieure de la cheminée.

6.6.2 Ouvrages d'accès au réseau (les regards) :

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

- **Les regards simples :** Destinés pour raccordement des collecteurs de mêmes diamètres ou de diamètres différents ;
- **Les regards latéraux :** Utilisés en cas d'encombrement du V.R.D ou collecteurs de diamètre important ;
- **Les regards toboggan :**
En cas d'exhaussement de remous ;
- **Les regards de ventilation :**

La présence d'air dans les égouts est la meilleure garantie contre la fermentation et la production du sulfure d'hydrogène gazeux ; la ventilation s'opère par :

- Les tampons des regards munis d'orifices appropriés ;
- Les tuyaux de chute qui doivent être prolongés jusqu'à l'air libre ;
- Les cheminées placées sur l'axe de la canalisation.

• Les regards de jonction :

Ils servent à unir deux collecteurs de même ou de différentes sections ; ils sont construits de telle manière à avoir :

- Une bonne aération des collecteurs en jonction (regard) ;

- Les dénivelées entre les radiers des collecteurs ;
- Une absence de reflux d'eau par temps sec ;
- Les niveaux d'eau des conduites doivent être à la même hauteur

• Les regards de chute :

C'est l'ouvrage le plus répandu en Assainissement, il permet d'obtenir une dissipation d'énergie en partie localisée, il est très utilisé dans le cas où le terrain d'une agglomération est trop accidenté. Ils sont généralement utilisés pour deux différents types de chutes :

1- La chute verticale profonde :

Utilisée pour un diamètre faible et un débit important ; leur but est de réduire la vitesse.

2- La chute toboggan :

Cette chute est utilisée pour des diamètres assez importants, elle assure la continuité d'écoulement et permet d'éviter le remous

• Les regards de visite :

Ces regards sont destinés à l'entretien courant et le curage régulier des canalisations tout en assurant une bonne ventilation de ces dernières ; l'intervalle d'espacement est de 35 à 80m (voir figure).

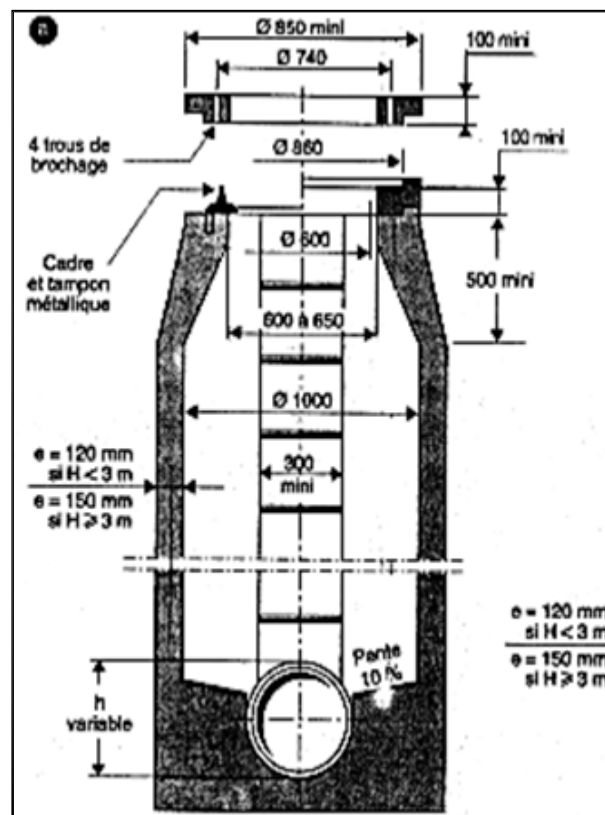


Figure n°6 .3 : Regard de visite à section circulaire de 1m de diamètre

Remarque :

La distance entre deux regards est variable :

- 35 à 50m en pente accidenté ;
- 50 à 80m en pente admissible.

Sur les canalisations les regards doivent être installés :

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

6.7. Les ouvrages spéciaux :**6.7.1. Les déversoirs d'orage**

En hydraulique urbaine, un déversoir est un dispositif dont la fonction réelle est d'évacuer par les voies les plus directes, les pointes exceptionnelles des débits d'orage vers le milieu récepteur. Par conséquent, un déversoir est un ouvrage destiné à décharger le réseau d'une certaine quantité d'eaux pluviales de manière à réagir sur l'économie d'un projet en réduction du réseau aval.

Les déversoirs sont appelés à jouer un rôle essentiel notamment dans la conception des réseaux en système unitaire.

6.7.2. Emplacement des déversoirs d'orage :

Avant l'emplacement des déversoirs d'orage il faut voir :

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

6.7.3. Les types des déversoirs :

On distingue plusieurs types de déversoir

1) Déversoirs à seuil latéral :

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

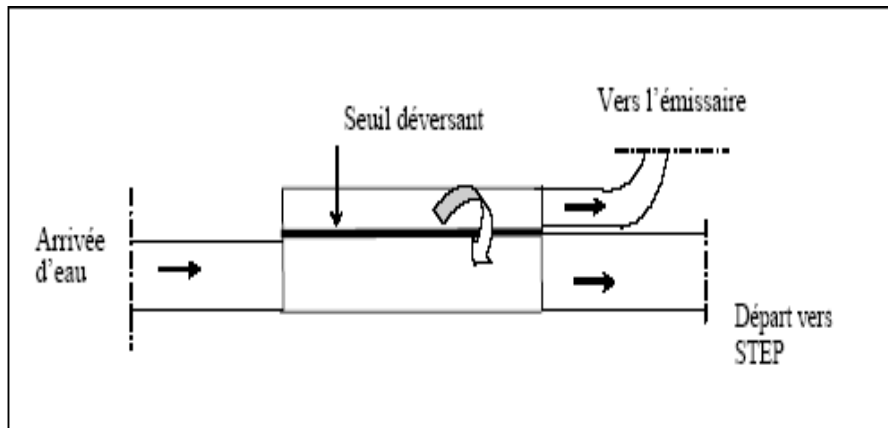


Figure N°6.4 : Déversoir classique à seuil latéral vu de dessus

1-1) Déversoir à seuil latéral et conduite aval étranglée :

Pour le calcul de cet ouvrage il faut que l'écoulement en amont soit fluvial. La présence d'un seuil élevé (marge de sécurité) conduit à la formation d'un ressaut dans la conduite d'amenée. Les vannes utilisées sur les conduites de décharges peuvent être manipulées en fonction du débit transité par le déversoir.

1-2) Déversoir à seuil latéral et conduite aval libre :

Ce type de déversoir diffère du précédent essentiellement par le fait que la conduite aval a un écoulement libre, si pour le débit max. d'orage la charge sur la crête aval est nulle. Ce type de déversoir assurera un débit aval constant quel que soit le débit déversé.

2) 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.

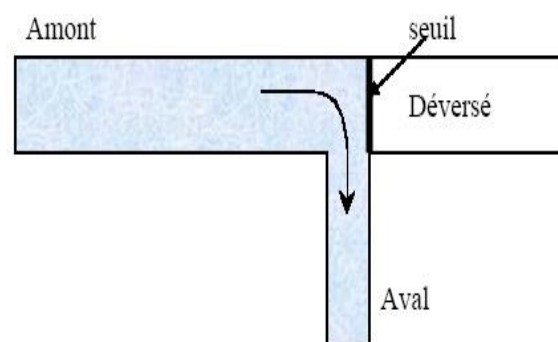


Figure n°6.5 : Déversoir frontale

3) 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.

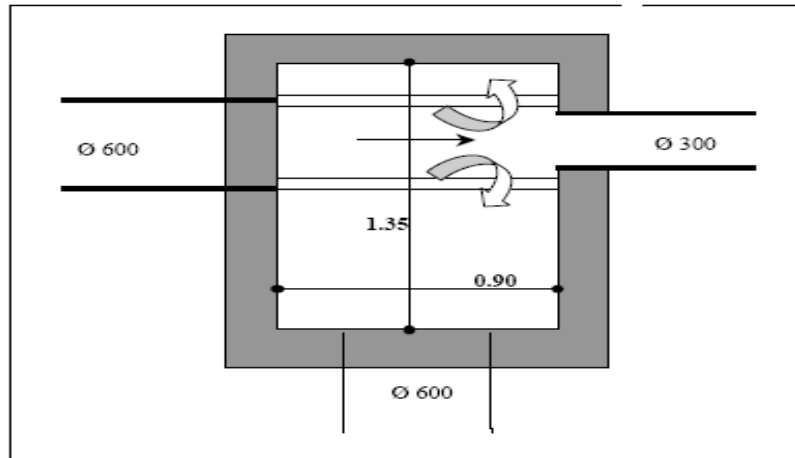


Figure n°6.6 : déversoir à seuil double

4) Déversoir d'orage à ouverture du fond :

Dans ce type d'ouvrage: le débit d'eau usée transite à travers une ouverture pratiquée dans le radier de la canalisation.

Remarque :

On a d'autres types de déversoirs comme :

- Les déversoirs siphonides.
- Les déversoirs automatiques.

6.8. Choix du déversoir d'orage :

On a procédé à la conception d'un déversoir d'orage type latérale juste en aval de l'agglomération, destinée à évacuer les eaux pluviales au moment de forts flux et en période de crue vers le milieu récepteur (cours d'eau) afin d'orienter uniquement les eaux usées vers la station d'épuration.

6.8.1. Dimensionnement des déversoirs d'orage et leurs emplacements:

Pour notre cas nous optons pour la double dilution, c'est à dire, une partie d'eau usée domestique pour une partie d'eau pluviale. Donc, le débit qui se dirige vers la station d'épuration par l'intermédiaire du déversoir d'orage est égal à deux fois le débit de temps sec. Le débit restant sera rejeté vers l'exutoire par caniveaux ou par conduite.

-Mode de calcul :

Pour le calcul des déversoirs d'orage à seuil latéral et conduite aval libre.

On doit adopter :

-Le débit total de dimensionnement qui est égal à la somme des débits en temps sec (QUS) et du débit pluvial (QP)

$$Q_T = Q_P + Q_{US} \quad \dots (6.1)$$

-Débit de pointe transité vers le collecteur de rejet qui transporte les eaux vers la station d'épuration :

$$Q_{ST} = d \times Q_{US} \quad \dots (6.2)$$

d : représente la dilution (d=3).

-Le débit rejeté vers l'oued :

$$Q_R = Q_T - Q_{ST} \dots\dots(6.3)$$

- la hauteur de la lame déversée (Hr)
- la longueur du seuil, déversant (L).

A) Les données de base sont les suivantes :

- Diamètre d'entrée : $D_e = 1200 \text{ mm}$
- Débit total à l'entrée : $Q_{pl} = 6,7387 \text{ m}^3/\text{s}$
- Débit à pleine section : $Q_{pS} = 7,052 \text{ m}^3/\text{s}$
- Débit du temps sec : $Q_{ts} = 0,14461 \text{ m}^3/\text{s}$
- Débit de pointe allant vers la station : $Q_{st} = Q_{us} \cdot d = 0,4338 \text{ m}^3/\text{s}$
- Débit rejeté vers l'oued: $Q_R = Q_t - Q_{st} = 6,3049 \text{ m}^3/\text{s}$
- La pente égale à $0,04 \text{ m/m}$
- Hauteur d'eau à l'entrée : $H_e = 927 \text{ mm}$

B) 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 de nos trois déversoirs d'orage.

$$Z = 1 - t_c / 100 \dots\dots(6.4)$$

t_c = temps de concentration (mn) $t_c = 15 \text{ mn}$

Donc $Z = 0.85$

C) Calcul du débit pluvial corrigé :

$$Q_{pl.cor} = Z \cdot Q_{pl} = 0.85 \cdot 6,7387 = 5,727 \text{ m}^3/\text{s}$$

Le débit total : $Q_t = Q_{pl.cor} = 5,727 \text{ m}^3/\text{s}$

Hauteur d'eau à l'entrée : $H_e = 927 \text{ mm}$

D) Hauteur d'eau allant vers la station de l'épuration :

Pour calculer la hauteur d'eau transitée vers la station d'épuration on doit passer au calcul de :

$$R_Q = \frac{Q_{st}}{Q_{ps}} \dots\dots(6.5) \quad \text{et} \quad R_h = \frac{H_{st}}{D_e} \dots\dots(6.6)$$

D'après l'organigramme :

$$R_Q = 0,956 \quad \text{et} \quad R_h = 0,772$$

$$H_{st} = D_e \cdot R_h \dots\dots(6.7) \Rightarrow 400 \cdot 0,772 = 308,8 \text{ mm}$$

Pour éviter le problème de dépôts au niveau de seuil et pour le bon fonctionnement du déversoir, nous supposons que la hauteur du seuil est égale à :

$$H_{ST} = H_{ST} + 20\% H_{ST} = 370,56 \text{ mm}$$

Hauteur de la lame déversante :

$$H_d = \frac{H_e - H_{st}}{2} \dots\dots(6.8) \Rightarrow H_d = 309,1 \text{ mm}$$

H_e : hauteur de remplissage dans la conduite amont (mm).

H_{st} : hauteur de remplissage dans la conduite aval (mm).

E) Détermination de seuil déversant :

On applique la formule de BAZIN :

$$Q_d = \frac{2}{3} u L \sqrt{2g} H_d^{2/3} \dots\dots(6.9)$$

Avec :

μ : coefficient de débit de la lame déversante qui tient compte de l'écoulement ($\mu=0,6$)

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

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

Hd : La hauteur de charge en m au-dessus du seuil du déversoir

Donc :

$$L = \frac{3}{2} \cdot \frac{Q_d}{0,60 \cdot (2g)^{0,5} (H_d)^{1,5}} = \frac{3}{2} \cdot \frac{2,67}{0,60 \cdot (2 \cdot 9,81)^{0,5} \cdot (0,309)^{1,5}} = 8,77 \text{ m} \dots (6.10)$$

$$L = 8,77 \text{ m}$$

Conclusion :

Pour une exploitation rationnelle de notre réseau d'assainissement, il est nécessaire de faire un bon choix des conduites qui le constituent et ceci selon la forme et le matériau par le quel elles sont construites.

Ainsi dans notre cas et après avoir exposé les divers types de conduites, on a opté pour des conduites en béton armé car elles sont satisfaisantes aux conditions de notre projet.

D'autre part pour faciliter les opérations de curage et assurer une meilleure sécurité à notre réseau, on a procédé à l'implantation et au dimensionnement des divers éléments constitutifs du réseau d'égouts.

Chapitre – VII- Organisation de chantier

Introduction

La réalisation d'un système d'assainissement est régie par les lois auxquelles sont soumis tous chantiers se trouvant dans la nature, en milieu urbain soit ils ou en milieu rural.

Pour une réalisation optimale il faut suivre les règles de l'organisation du chantier en général.

La méthode la plus utilisée est la méthode CPM « critical path méthode », c'est une méthode qui consiste à réduire les temps de réalisation, les coûts, et augmenter le rendement du travail.

Elle se base sur l'établissement d'un réseau qui traduit la succession des opérations constituant le projet en question. A la fin on obtient ce qu'on appelle le chemin critique.

7.1 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.

7.2. Exécution des travaux :

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

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

7.3. Manutention et stockage des conduites :

7.3.1. 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.

Nous devons éviter :

Les manutentions brutales, les flèches importantes, les ballants.

Tout contact des tubes et des raccords avec des pièces métalliques saillantes. Les tubes avec emboîture doivent être alternés. Les emboîtures doivent dépasser la pile.

7.3.2. Déchargement :

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

7.3.3. 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.

7.4. Décapage de la couche végétale:

Si la tranchée est ouverte sous les voies publiques, le décapage est fait avec soin sans dégradation des parties voisines. Le décapage de cette couche se fait par un bulldozer sur une couche de 10cm.



Figure N°7. 1: Bulldozer

7.5. Implantation des regards et des axes des tranchées :

On matérialise l'axe des tranchées sur le terrain par des jalons ou des piquet suivant les tracés du plan de masse, les jalons doivent être placés aussi dans chaque point d'emplacement d'un regard, c'est-à-dire à chaque changement de direction ou pente, et à chaque branchement ou jonction de canalisation, pour cela on a besoin les instruments suivantes : les jalons, les niveaux, les théodolites, les mires

7.6. Excavation des tranchées et des fouilles pour les regards :

Les travaux d'excavation des tranchées se font mécaniquement, on doit suivre les pentes des conduites même si les tranchées sont très profonde (3 à 4 m), il faut veiller à ce que la conduite d'assainissement soit plus basse que celle d'eau potable, pour éviter la contamination de l'eau en cas de fuite d'eau usée. Pour les regards et les autres ouvrages, la tranchée sera généralement creusée de façon qu'entre la surface extérieure de la maçonnerie et la paroi de la tranchée reste un espace libre.

a)-largeur du fond de la tranchée :

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

$$B = d + (2 \times 0,3) \text{ (m)} \dots\dots\dots (5.1)$$

Avec :

B : largeur de la tranchée (m)

d : diamètre de la conduite (m)

b)-profondeur de la tranchée :

La profondeur de la conduite doit permettre la réalisation correcte des branchements particuliers, empêcher toute intercommunication avec les autres conduites.

La profondeur de la tranchée est :

$$H = e + d + h \text{ (m)} \dots\dots\dots (5.2)$$

Avec :

H : profondeur de la tranchée. (m)

e : hauteur de lit de pose. (m)

d : diamètre de la conduite. (m)

h : la hauteur du remblai au dessus de la conduite

c)-choix des engins de terrassement :

Pour l'excavation des tranchées et des fouilles des regards de notre réseau, on optera Pour la pelle rétro dont Les aptitudes sont :

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



Figure N° 7.2 : Pelle équipée en rétro

7.7. Aménagement du lit de sable :

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.

7.8. Mise en place des canalisations :

La pose de canalisation d'assainissement s'opère de l'aval vers l'amont. Avant la mise en place des conduites en fouillées on procède à un triage des conduites de façon à éliminer celles qui ont subi des chocs importants, ou des fissurations, on doit s'assurer au préalable qu'aucun corps étranger ne se trouve à l'intérieur des conduites. On doit vérifier l'état de revêtement intérieur et extérieur des tuyaux. Une conduite doit toujours être posée avec une légère pente afin de créer des points pour évacuer l'air entraîné, soit lors du remplissage, ou pendant le fonctionnement des conduites.

Les tuyaux seront posés en fouillés au moyen d'une grue ou d'une pose tube, la descente des tuyaux doit être faite lentement et dans l'ordre.

Il faut vérifier régulièrement l'alignement des tuyaux.

Il faut aligner les tuyaux pour les coller, en coulant dans les terres meubles seulement.

7.9. Assemblage des conduites :

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

7.10. Remblaiement et compactage des tranchées:

Après la pose des canalisations, on procède au remblaiement des tranchées afin de reconstituer le terrain naturel ; les remblais sont effectués par couches de 20 cm soigneusement compactées et damées.

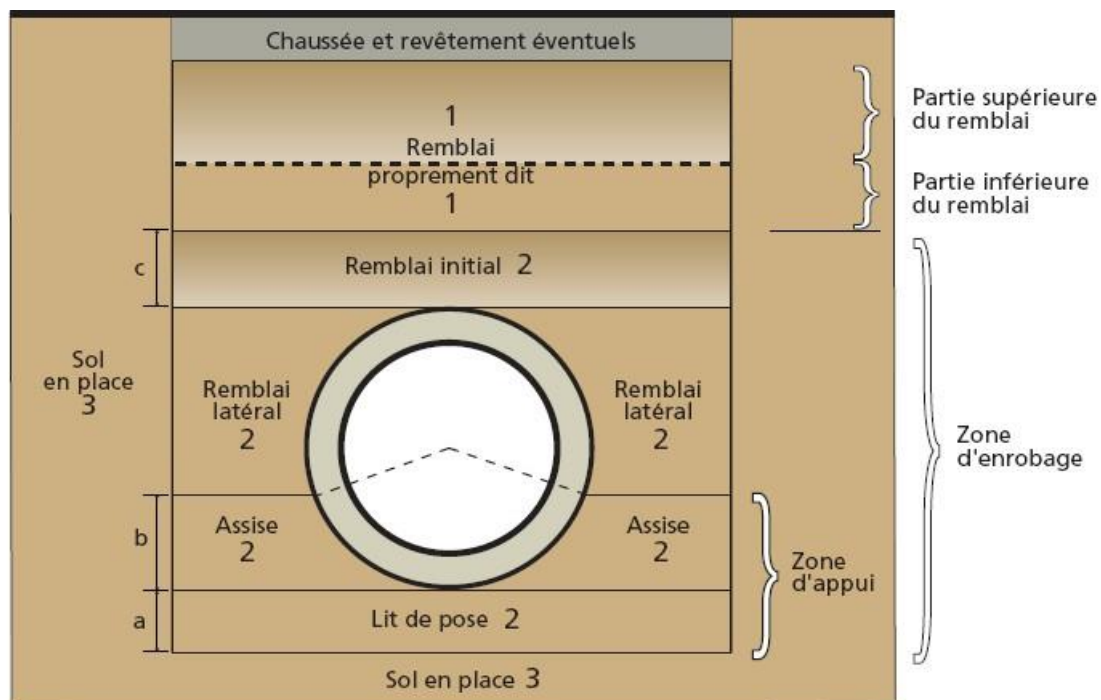


Figure N°7.3 : remblaiement des tranchées

Le remblaiement des tranchées et leur compactage se fait par le chargeur et le rouleau lisse.

a) Les chargeurs :

Ce sont des tracteur sur les quels on monte à l'avant deux bras articulés, actionnées par des vérins et porte un godet.



Figure n°7.4 chargeur

b) le rouleau lisse:

Il comprend :

Un châssis.

Des roues larges (cylindres) avec une couche d'usure d'acier au manganèse.

Les organes de manœuvre.



Figure n°7.5 compacteur

7.11. Construction des regards :

Les regards sont généralement de forme cubique dont les dimensions varient en fonction des collecteurs. La profondeur et l'épaisseur varient d'un regard à un autre.

Les différentes opérations pour l'exécution d'un regard sont les suivantes :

Réglage du fond du regard ;
 Exécution de la couche du béton de propreté ;
 Ferrailage du radier de regard ;
 Bétonnage du radier ;
 Ferrailage des parois ;
 Coffrage des parois ;
 Bétonnage des parois ;
 Décoffrage des parois ;
 Ferrailage de la dalle ;
 Coffrage de la dalle ;
 Bétonnage de la dalle ;
 Décoffrage de la dalle ;

7.12. Devis quantitatif et estimatif

Afin d'avoir une idée sur le coût de réalisation de notre projet, il faut passer par le calcul du devis quantitatif et estimatif.

Ce calcul consiste à déterminer les quantités de toutes les opérations effectuées sur le terrain pour la réalisation du projet, ensuite les multiplier par le prix unitaire correspondant.

Les différentes tâches effectuées par ordre chronologique sont :

Les travaux de décapage de la couche de terre végétale.

L'exécution des tranchées.

La fourniture et la pose du lit de sable.

La fourniture et la pose des buses en béton ou en béton armé.

La construction des regards et des déversoirs d'orage en béton armé.

Les Travaux de remblaiement de la tranchée.

Le transport des sols excédentaires.

7.13.1 Détermination des différents volumes :

a) Volume de la couche de terre végétale:

$$V_{cv} = H_v * L * B.$$

V_{cv} : Volume de la couche de terre végétale en (m³).

H_v : Profondeur la couche de terre végétale (on prend $H_v = 0,1$ m).

L : Longueur totale de la tranchée en (m).

B : Largeur de la couche de terre végétale en (m).

b) Volume des déblais des tranchées :

$$V_{ded} = B * L * H$$

V_d : Volume des déblais des tranchées en (m³).

B : Largeur de la couche du tronçon en (m).

L : Longueur totale de la tranchée en (m).

H : Profondeur de la tranchée en (m).

c) Volume du lit du sable :

$$V_{LS} = e * L * B$$

Vls : Volume du lit du sable en (m3).

e : Epaisseur de la couche de sable en (m).

B : Largeur de la couche du tronçon en (m).

L : Longueur totale de la tranchée en (m).

D) Volume occupé par les conduites :

$$V_{condt} = L * \pi * D^2 / 4$$

Vcdt : Volume occupé par les conduites en (m3).

L : Longueur totale de la tranchée en (m).

D : Diamètre de la conduite en (m).

E) Volume du remblai :

$$V_r = V_{deb} - [V_{condt} + V_{cv} + V_{ls}]$$

Vr : Volume du remblai en (m3).

F) Volume excédentaire :

$$V_{exc} = V_f - V_{remb}$$

Vexc : Volume du sol excédentaire en (m3).

Vf : Volume du sol foisonné en (m3).

Tel que $V_f = V_{deb} * K_f$

Kf : Coefficient de foisonnement dépend de la nature de sol pour notre cas on a :

Kf = 1,24.

7.14. Planification des travaux :

Elle consiste à chercher constamment la meilleure d'œuvre et les autres moyens de mise en œuvre pour assurer l'efficacité de l'action à entreprendre, elle consiste en :

Installation des postes de travail ;

Observations instantanées ;

Analyse des tâches ;

Le chronométrage ;

Définition des objectifs et des attributions ;

Simplification des méthodes ;

Stabilisation des postes de travail.

7.14.1. Techniques de la planification :

Il existe deux principales méthodes de planification à savoir :

Méthodes basées sur le réseau ;

Méthodes basées sur le graphique.

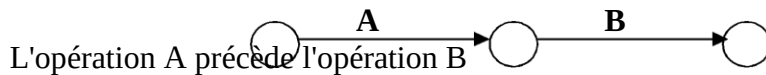
a. Méthodes basées sur le réseau :

-Définition du réseau :

Le réseau est une représentation graphique d'un projet qui permet d'indiquer la relation entre les différentes opérations qui peuvent être successives, simultanées, convergentes et la durée de réalisation. On distingue deux types de réseaux :

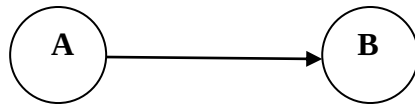
Réseau à flèches :

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



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.

7.14.2. Les étapes de la planification :

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

7.14.2.1. 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.

7.14.2.2. 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.

7.14.2.3. 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.

7.14.2.4. Les paramètres de la méthode C.P.M :

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

DCP	TR
DFP	DCPP
DFPP	MT

Avec :

TR : temps de réalisation ;

DCP : date de commencement au plus tôt ;

DCPP: date de commencement au plus tard ;

DFP : date de finition au plus tôt ;

DFPP: date de finition au plus tard ;

MT : marge totale.

$$\text{Et : } \begin{cases} \mathbf{DFP=DCP+TR} \\ \mathbf{DCPP=DFPP-TR} \end{cases}$$

Chemin critique (C.C) :

C'est le chemin qui donne la durée totale du projet (DTR) reliant les opérations possédant la marge totale nulle (0).

Donc pour retrouver un chemin critique il suffit de vérifier la double condition suivant :

$$\Leftrightarrow \begin{cases} \mathbf{MT=0} \\ \mathbf{\sum TR_{C.C} = D.T.P} \end{cases}$$

7-14-3-Attribution des durées de chaque opération :

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

Le nombre de ressources (moyens humains et matériels) ;

Dimensions du projet.

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

$$\mathbf{T = \frac{Q.N}{n}}$$

Avec :

$$\begin{cases} \mathbf{Q = \text{quantité de travail}} \\ \mathbf{N = \text{rendement}} \\ \mathbf{n = \text{nombre d'équipe}} \end{cases}$$

7.14.3.1. Symboles des différentes opérations :

Les principales opérations à exécuter sont :

- 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. Construction des regards.
- F. La mise en place des canalisations en tranchée.
- G. constructions des ouvrages annexes (les dessaleurs, les bassins de retenue, D. O.)
- H. Assemblage des tuyaux.
- I. Faire les essais d'étanchéité pour les conduites et les joints.
- J. Remblai des tranchées.
- K. travaux de finition.

Tableau n°7.1 : détermination des délais

Opération	TR (jours)	DP		DPP		MT
		DCP	DFP	DCPP	DFPP	
A	15	0	15	0	15	0
B	20	15	35	15	35	0
C	90	35	125	35	125	0
D	20	125	145	145	165	20
E	40	125	165	125	165	0
F	20	125	145	145	165	20
G	30	125	155	135	165	10
H	15	165	180	165	180	0
I	15	180	195	180	195	0
J	30	195	225	195	225	0
K	20	225	245	225	245	0

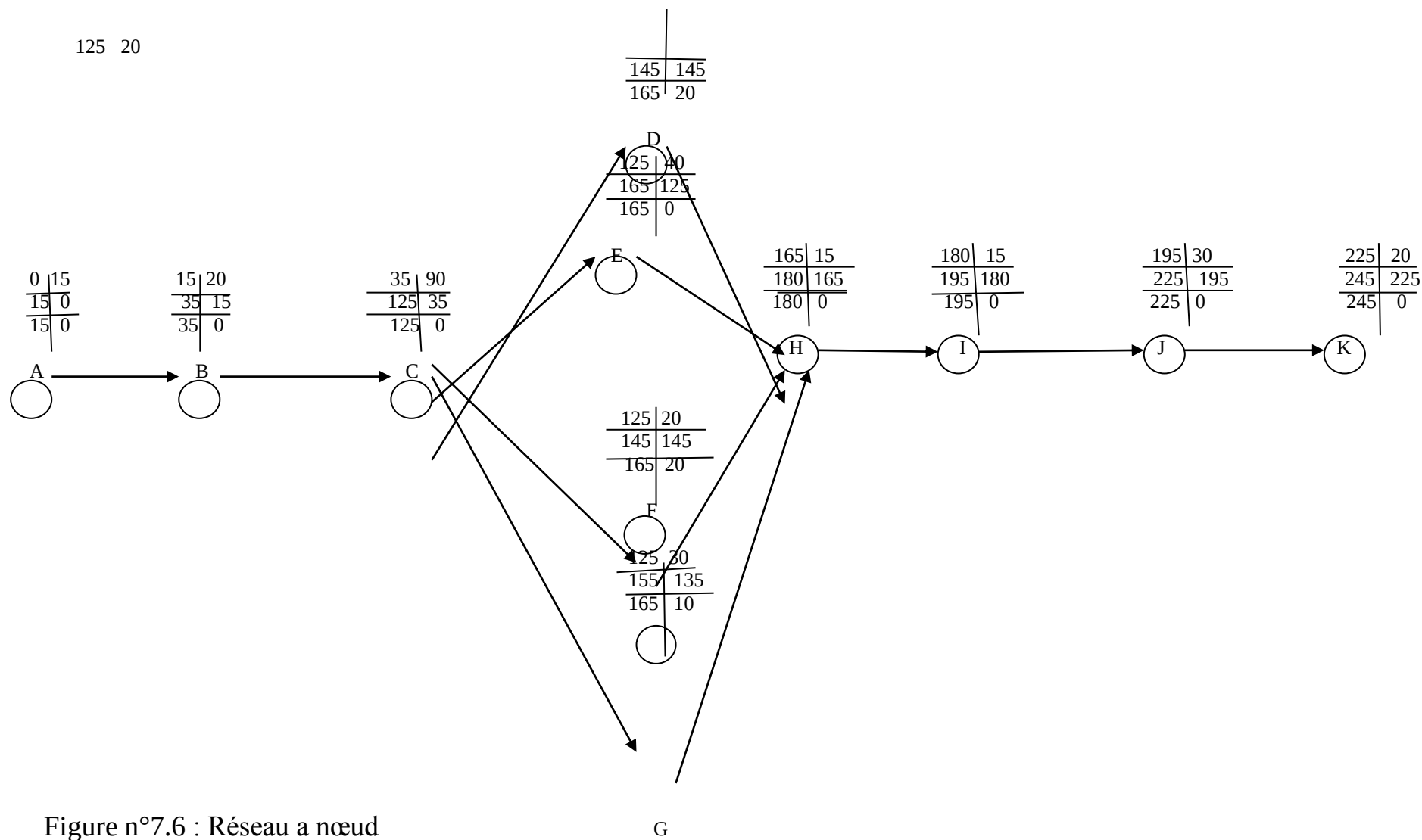
Le chemin critique :

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

$$\Sigma TR = 245 J$$

Tableau n°7.2 : 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 de la tranchée	m3	7058	150	1058820
2	Déblai	m3	69425	300	20827254
3	Pose du lit de sable	m3	2686.6	1200	3223872
4	Remblai de a tranchée	m3	40298.4	150	6044760
5	Evacuation des déblaies excédentaire	m3	45788.6	300	1373680
B	Canalisation				
1	Fourniture, transport et pose de canalisation				
	Canalisation en béton armé				
	300	ml	2923	1500	4384500
	400	ml	2964	2000	5928000
	500	ml	2584	2200	5684800
	600	ml	1856	2300	4268800
	800	ml	2319	2500	5797500
	1000	ml	661	7100	4693100
	1200	ml	1625	8000	13000000
	1500	ml	1755	40000	70200000
	1800	ml	270	50000	13500000
	2000	ml	690	52000	35880000
C	Construction				
1	Construction des regards en béton armé	U		35000	16800000
2	Exécution des déversoirs d'orage	U		300000	300000
	THT				225327986
	TVA 17%				38305757.6
	TTC				263633744.0



Conclusion :

On a conclu a partir de ce travail que l'organisation de chantier est nécessaire avant le commencement des travaux car l'organisation de chantier elle nous définit tout les volumes des travaux nécessaire pour élaborée le chantier, et nous donne après le calcul le du coût total du projet,

Conclusion générale:

Qui dit assainissement dit hygiène, santé, organisation de la ville et, somme toute, paisible vie de l'homme. C'est pour ces multiples raisons que nous sommes occupés, en tant que chercheur, de cette question qui, pour la moindre négligence et pour un minimum d'inattention, risque de porter atteinte à l'homme et à l'environnement dans lequel il évolue. Ainsi nous avons pris pour région d'étude le schéma directeur de réseau d'assainissement de la commune de Sidi Merouane ; Nous avons scindé notre étude en trois parties essentiellement ; La première a consisté à recueillir des informations sur le nombre d'habitant et leurs besoins en eau et la subdivision des sous bassins pour faciliter le calcul des débits d'eaux usées et pluviales ; Par la suite, on a calculé les débits d'eaux usées de chaque sous bassin est le dimensionnement de leur collecteurs principales et on a terminé cette partie par le dimensionnement de collecteur principale qui collecte l'ensemble des rejets. A la fin de ce travail ,on peut conclure que la réalisation d'un réseau d'assainissement repose sur plusieurs critères , dépendant de la nature du terrain ,la nature et la quantité de l'eau a évacuer ,ainsi que le plan d'urbanisation de l'agglomération .

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] : **Gomella.C, Guerree. H**, 1986 « Guide d'assainissement dans les agglomérations urbaines et rurales (tome 1), Eyrolles, Paris
- [2] : **Touaibia .B**, 2004 Manuel Pratique d'Hydrologie. Presses Madani Frères. Blida. Algérie
- [3] : **Bourrier R**, 1997 Les réseaux d'assainissement 4ème Edition, Lavoisier. Paris
- [4] : **Salah.B.**, 1993 « polycopié d'assainissement », école nationale supérieure de l'hydraulique, BLIDA
- [5] : **F. Brière**, (1997), «Distribution et collecte des eaux», édition de l'école polytechnique, Montréal.
- [6] : **Chiali**, (2009), catalogue technique « tubes PVC et accessoires », Sidi-Bel-Abbès
- [7] : **J.P.Laborde**, (2000), «Elément d'hydraulique générale», Nice.
- [8] : **F. Mouterde**, (1998), « Guide d'assainissement des communes rurales », Agence de l'Eau Artois-Picardie.
- [9] : François G, Brière, distribution et collecte des eaux, édition de l'école polytechnique de Montréal 1997, p 187)
- [10] : **Haddad.A**, Mémoire de fin d'études d'assainissement, Etude de diagnostic et extension du réseau d'assainissement de la ville de Hadjout (W.Tipaza) ENSH 2005.
- [11] : https://jeanyvesthorrignac.fr/wa_files/info_444_sidi_merouane.pdf

Annexes

COL P 1		Ctn am(m)	prof reg am	Ctn av(m)	prof reg aval	Dist (m)	ks	debit usé (m³)	debit pluvial (m³)	I m/m	Qt (m³)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V m/s	V min m/s	H mm	autocurage
1	2	439,64	1,20	439,58	2,28	22,86	100	0,00035	0,01389	5,0%	0,0142	98	400	4,82	0,606	0,024	0,405	0,106	1,95	0,9	43	V
2	3	439,58	2,28	438,66	2,95	31,76	100	0,00071	0,02779	5,0%	0,0285	127	400	4,81	0,605	0,047	0,522	0,146	2,51	0,9	58	V
3	4	438,66	2,95	437,07	3,38	40,48	100	0,00106	0,04168	5,0%	0,0427	148	400	4,82	0,605	0,071	0,584	0,178	2,82	1,0	71	V
4	5	437,07	3,38	435,44	3,23	29,58	100	0,00142	0,05558	5,0%	0,0570	165	400	4,81	0,605	0,094	0,626	0,207	3,01	1,0	83	V
5	6	435,44	3,23	434,22	2,93	23,26	100	0,00177	0,06947	4,0%	0,0712	187	400	4,29	0,539	0,132	0,680	0,246	2,92	0,9	98	V
6	7	434,22	3,93	431,11	1,88	21,23	100	0,00212	0,08337	5,0%	0,0855	192	400	4,81	0,605	0,141	0,693	0,254	3,34	1,1	102	V
7	8	431,11	3,88	428,61	2,25	17,38	100	0,00248	0,09726	5,0%	0,0997	203	400	4,83	0,607	0,164	0,727	0,274	3,51	1,1	110	V
8	9	428,61	4,25	424,67	1,60	25,79	100	0,00283	0,11116	5,0%	0,1140	214	400	4,82	0,606	0,188	0,761	0,292	3,67	1,1	117	V
9	10	424,67	3,60	422,19	2,18	21,07	100	0,00319	0,12505	5,0%	0,1282	223	400	4,83	0,607	0,211	0,793	0,310	3,83	1,2	124	V
10	11	422,19	3,18	420,24	2,17	18,91	100	0,00354	0,13895	5,0%	0,1425	232	400	4,83	0,607	0,235	0,821	0,327	3,96	1,2	131	V
11	12	420,24	2,17	418,58	1,61	21,98	100	0,00389	0,15284	5,0%	0,1567	241	400	4,82	0,606	0,259	0,845	0,344	4,07	1,2	138	V
12	13	418,58	2,61	417,01	2,49	29,01	100	0,00425	0,16673	5,0%	0,1710	249	400	4,83	0,606	0,282	0,865	0,361	4,18	1,3	144	V
13	14	417,01	2,99	414,62	2,05	29,11	100	0,00447	0,17533	5,0%	0,1798	254	400	4,82	0,605	0,297	0,876	0,371	4,22	1,3	149	V
14	15	414,62	3,55	411,39	1,82	29,84	100	0,00470	0,18392	5,0%	0,1886	258	400	4,83	0,606	0,311	0,886	0,381	4,27	1,3	153	V
15	16	411,39	2,82	409,64	1,94	17,56	100	0,00492	0,19252	5,0%	0,1974	263	400	4,82	0,605	0,326	0,895	0,392	4,31	1,3	157	V
16	17	409,64	1,94	408,77	1,81	14,55	100	0,00515	0,20111	5,0%	0,2063	267	400	4,83	0,607	0,340	0,903	0,401	4,36	1,3	160	V
17	18	408,77	1,81	406,44	1,35	47,00	100	0,00537	0,20971	4,0%	0,2151	283	400	4,30	0,541	0,398	0,936	0,439	4,03	1,3	176	V
18	19	406,44	1,35	406,15	1,32	25,69	100	0,00560	0,21830	1,0%	0,2239	373	400	2,14	0,269	0,831	1,124	0,696	2,41	0,8	278	V
19	20	406,15	1,32	406,06	1,53	29,75	100	0,00583	0,22690	1,0%	0,2327	377	400	2,17	0,272	0,854	1,131	0,710	2,45	0,8	284	V
20	21	406,06	2,03	405,15	1,59	47,11	100	0,00605	0,23549	1,0%	0,2415	383	400	2,16	0,271	0,891	1,138	0,732	2,45	0,9	293	V
21	22	405,15	1,59	405,60	2,38	34,04	100	0,00628	0,24409	1,0%	0,2504	388	400	2,16	0,271	0,922	1,139	0,751	2,46	0,9	300	V
22	23	405,60	2,38	405,68	2,78	32,54	100	0,00650	0,25268	1,0%	0,2592	393	400	2,15	0,271	0,957	1,139	0,774	2,46	0,9	309	V
23	24	405,68	2,78	405,52	3,05	42,74	100	0,00673	0,26128	1,0%	0,2680	398	500	2,51	0,492	0,545	1,025	0,523	2,57	0,8	262	V
24	25	405,52	3,05	405,75	3,54	25,63	100	0,00695	0,26987	1,0%	0,2768	402	500	2,51	0,494	0,561	1,033	0,532	2,60	0,8	266	V
25	26	405,75	3,54	405,48	3,57	30,34	100	0,00718	0,27846	1,0%	0,2856	409	500	2,48	0,488	0,586	1,043	0,546	2,59	0,8	273	V
26	27	405,48	3,57	403,88	2,23	25,93	100	0,00718	0,27846	1,0%	0,2856	407	500	2,52	0,495	0,577	1,040	0,541	2,62	0,8	270	V

27	28	403,88	2,23	402,46	2,63	45,58	100	0,00718	0,27846	4,0%	0,2856	315	500	5,00	0,982	0,291	0,872	0,367	4,36	1,3	183	V
28	29	402,46	2,63	401,40	3,08	37,58	100	0,00718	0,27846	4,0%	0,2856	315	500	5,00	0,982	0,291	0,872	0,367	4,36	1,3	184	V
29	30	401,40	3,58	397,90	1,83	43,86	100	0,00718	0,27846	4,0%	0,2856	315	500	5,01	0,983	0,291	0,872	0,367	4,36	1,3	183	V
30	31	397,90	3,33	394,93	1,47	27,67	100	0,00718	0,27846	4,0%	0,2856	315	500	5,00	0,982	0,291	0,872	0,367	4,36	1,3	184	V
31	32	394,93	1,47	394,01	1,60	26,39	100	0,00718	0,27846	4,0%	0,2856	315	500	5,00	0,982	0,291	0,872	0,367	4,36	1,3	183	V
32	33	394,01	3,10	391,81	2,21	32,81	100	0,00718	0,27846	4,0%	0,2856	315	500	5,00	0,982	0,291	0,872	0,367	4,36	1,3	184	V
33	34	391,81	3,41	389,42	1,84	20,43	100	0,00718	0,27846	4,0%	0,2856	314	500	5,01	0,984	0,290	0,872	0,367	4,37	1,3	183	V
34	35	389,42	4,04	386,28	1,69	19,87	100	0,00718	0,27846	4,0%	0,2856	315	500	4,99	0,979	0,292	0,873	0,368	4,35	1,3	184	V
35	36	386,28	2,69	384,09	1,61	27,52	100	0,00718	0,27846	4,0%	0,2856	314	500	5,01	0,984	0,290	0,872	0,367	4,37	1,3	183	V
36	37	384,09	1,61	383,59	2,12	25,26	100	0,00718	0,27846	4,0%	0,2856	314	500	5,01	0,984	0,290	0,872	0,367	4,37	1,3	183	V
37	38	383,59	2,12	381,96	1,66	29,22	100	0,00779	0,30657	4,0%	0,3144	326	500	5,01	0,983	0,320	0,891	0,387	4,46	1,4	194	V
38	39	381,96	1,66	380,86	1,96	35,01	100	0,00841	0,33468	4,0%	0,3431	337	500	5,00	0,983	0,349	0,908	0,408	4,55	1,4	204	V
39	40	380,86	2,96	379,34	2,37	23,33	100	0,00902	0,36278	4,0%	0,3718	347	500	5,00	0,982	0,379	0,925	0,427	4,63	1,4	214	V
40	41	379,34	4,37	375,09	1,51	34,55	100	0,00964	0,39089	4,0%	0,4005	357	500	5,01	0,984	0,407	0,942	0,445	4,72	1,5	223	V
41	42	375,09	3,51	372,16	1,54	24,12	100	0,01025	0,41900	4,0%	0,4293	367	500	5,00	0,982	0,437	0,960	0,463	4,80	1,5	232	V
42	43	372,16	2,04	371,13	1,88	21,73	100	0,01087	0,44710	4,0%	0,4580	376	500	5,00	0,982	0,466	0,979	0,480	4,90	1,5	240	V
43	44	371,13	3,88	368,74	2,31	20,56	100	0,01148	0,47521	4,0%	0,4867	384	500	5,01	0,985	0,494	0,997	0,496	5,00	1,6	248	V
44	45	368,74	4,31	366,21	2,77	24,90	100	0,01210	0,50332	4,0%	0,5154	393	500	4,99	0,980	0,526	1,016	0,513	5,07	1,6	257	V
45	46	366,21	4,77	362,49	2,01	23,88	100	0,01271	0,53142	4,0%	0,5441	401	500	5,00	0,982	0,554	1,030	0,528	5,15	1,6	264	V
46	47	362,49	4,01	359,70	2,14	22,95	100	0,01333	0,55953	4,0%	0,5729	409	500	5,00	0,981	0,584	1,043	0,545	5,21	1,6	272	V
47	48	359,70	3,14	357,73	2,01	21,13	100	0,01394	0,58764	4,0%	0,6016	416	500	4,99	0,980	0,614	1,053	0,561	5,26	1,7	281	V
48	49	357,73	2,01	357,01	2,04	18,71	100	0,01456	0,61574	4,0%	0,6303	423	500	5,00	0,982	0,642	1,061	0,578	5,30	1,7	289	V
49	50	357,01	3,85	355,96	3,80	42,76	70	0,04183	1,80353	2,3%	1,8454	801	800	3,66	1,841	1,002	1,143	0,811	4,19	1,5	649	V
50	51	355,96	3,80	355,53	4,15	31,53	70	0,04244	1,83163	2,5%	1,8741	798	800	3,76	1,890	0,992	1,142	0,801	4,29	1,5	641	V
51	52	355,53	4,15	354,20	3,38	13,76	70	0,04306	1,85974	4,0%	1,9028	732	800	4,80	2,411	0,789	1,108	0,670	5,32	1,7	536	V
52	53	354,20	3,76	350,50	1,74	42,04	70	0,04306	1,85974	4,0%	1,9028	732	800	4,79	2,408	0,790	1,109	0,671	5,31	1,7	537	V
53	54	350,50	1,74	348,76	1,92	48,13	70	0,04306	1,85974	4,0%	1,9028	733	800	4,78	2,404	0,792	1,109	0,672	5,30	1,7	537	V
54	55	348,76	1,92	348,12	1,68	40,40	70	0,04306	1,85974	1,0%	1,9028	951	1000	2,77	2,173	0,876	1,136	0,723	3,14	1,0	723	V
55	56	348,12	1,68	347,91	1,92	44,20	70	0,04306	1,85974	1,0%	1,9028	949	1000	2,78	2,187	0,870	1,135	0,720	3,16	1,1	720	V

56	57	347,91	1,92	348,01	2,34	31,96	70	0,04306	1,85974	1,0%	1,9028	948	1000	2,79	2,192	0,868	1,134	0,719	3,17	1,1	719	V
57	58	348,01	2,34	348,04	2,71	33,87	70	0,04306	1,85974	1,0%	1,9028	949	1000	2,78	2,186	0,871	1,135	0,720	3,16	1,1	720	V
58	59	348,04	2,71	349,11	4,07	29,39	70	0,04389	1,89727	1,0%	1,9412	956	1000	2,79	2,190	0,886	1,137	0,729	3,17	1,1	729	V
59	60	349,11	4,07	348,32	3,66	37,82	70	0,04473	1,93480	1,0%	1,9795	964	1000	2,78	2,180	0,908	1,139	0,742	3,16	1,1	742	V
60	61	348,32	3,66	346,56	3,04	28,71	70	0,04557	1,97232	4,0%	2,0179	749	1000	5,56	4,363	0,463	0,977	0,478	5,43	1,7	478	V
61	62	346,56	3,04	345,16	2,33	17,28	70	0,04641	2,00985	4,0%	2,0563	755	1000	5,55	4,358	0,472	0,983	0,483	5,45	1,7	483	V
62	63	345,16	2,83	343,36	1,84	20,08	70	0,04725	2,04738	4,0%	2,0946	760	1000	5,55	4,360	0,480	0,988	0,488	5,48	1,7	488	V
63	64	343,36	3,84	340,43	1,71	20,08	70	0,04809	2,08491	4,0%	2,1330	764	1000	5,56	4,368	0,488	0,993	0,492	5,52	1,7	492	V
64	65	340,43	2,91	338,41	1,67	19,51	70	0,04893	2,12243	4,0%	2,1714	770	1000	5,55	4,359	0,498	0,999	0,498	5,55	1,7	498	V
65	66	338,41	3,27	336,16	1,80	19,51	70	0,04977	2,15996	4,0%	2,2097	775	1000	5,55	4,359	0,507	1,005	0,503	5,58	1,7	503	V
66	67	336,16	3,80	332,06	1,58	46,88	70	0,05061	2,19749	4,0%	2,2481	780	1000	5,55	4,363	0,515	1,009	0,507	5,61	1,7	507	V
67	68	332,06	3,18	329,94	1,83	19,34	70	0,05061	2,19749	4,0%	2,2481	780	1000	5,55	4,362	0,515	1,010	0,507	5,61	1,7	507	V
68	69	329,94	2,83	328,08	1,77	19,95	70	0,05102	2,21477	4,0%	2,2658	781	1000	5,57	4,376	0,518	1,011	0,509	5,63	1,7	509	V
69	70	328,08	2,97	325,56	1,84	34,80	70	0,05143	2,23206	4,0%	2,2835	785	1000	5,55	4,356	0,524	1,015	0,512	5,63	1,7	512	V
70	71	325,56	1,84	325,01	2,05	18,98	70	0,05185	2,24934	4,0%	2,3012	787	1000	5,54	4,351	0,529	1,017	0,515	5,64	1,7	515	V
71	72	325,01	2,05	324,85	2,62	18,22	70	0,05226	2,26663	4,0%	2,3189	789	1000	5,55	4,356	0,532	1,019	0,516	5,65	1,7	516	V
72	73	324,85	3,62	322,34	2,59	33,20	70	0,05267	2,28391	4,5%	2,3366	775	1000	5,86	4,606	0,507	1,005	0,503	5,89	1,8	503	V
73	74	322,34	4,59	319,08	2,25	26,91	70	0,05308	2,30119	3,4%	2,3543	816	1000	5,15	4,047	0,582	1,042	0,543	5,37	1,7	543	V
74	75	319,08	4,25	316,93	2,96	21,39	70	0,05350	2,31848	4,0%	2,3720	796	1000	5,54	4,352	0,545	1,026	0,523	5,68	1,7	523	V
75	76	316,93	4,96	313,49	2,57	26,16	70	0,05391	2,33576	4,0%	2,3897	797	1000	5,57	4,372	0,547	1,026	0,524	5,71	1,8	524	V
76	77	313,49	4,57	309,75	1,95	28,13	70	0,05391	2,33576	4,0%	2,3897	798	1000	5,56	4,366	0,547	1,027	0,525	5,71	1,8	525	V
77	78	309,75	3,95	306,70	1,90	24,78	70	0,05473	2,37543	4,0%	2,4302	802	1000	5,56	4,370	0,556	1,031	0,529	5,74	1,8	529	V
78	79	306,70	3,90	304,51	2,34	16,04	70	0,05555	2,41510	4,0%	2,4706	809	1000	5,54	4,348	0,568	1,036	0,536	5,74	1,8	536	V
79	80	304,51	4,84	299,95	1,76	29,39	70	0,05637	2,45477	5,0%	2,5111	779	1000	6,22	4,884	0,514	1,009	0,507	6,27	1,9	507	V
80	81	299,95	3,76	296,91	1,87	29,09	70	0,05719	2,49444	4,0%	2,5516	818	1000	5,55	4,358	0,586	1,043	0,546	5,79	1,8	546	V
81	82	296,91	3,87	293,74	2,07	33,98	70	0,05719	2,49444	4,0%	2,5516	818	1000	5,56	4,364	0,585	1,043	0,545	5,80	1,8	545	V
82	83	293,74	2,07	293,36	3,06	34,32	70	0,05771	2,52063	4,0%	2,5783	821	1000	5,55	4,359	0,592	1,045	0,549	5,80	1,8	549	V
83	84	293,36	4,06	289,95	2,42	44,12	70	0,05824	2,54681	4,0%	2,6051	824	1000	5,56	4,368	0,596	1,047	0,552	5,82	1,8	552	V
84	85	289,95	2,42	287,31	1,82	51,26	70	0,05877	2,57300	4,0%	2,6318	827	1000	5,55	4,361	0,603	1,050	0,556	5,83	1,8	556	V

85	86	287,31	1,82	286,34	2,43	39,44	70	0,08156	3,65527	4,0%	3,7368	944	1000	5,55	4,358	0,857	1,132	0,712	6,28	2,1	712	V
86	87	286,34	2,43	286,12	3,61	35,00	70	0,08208	3,68146	4,0%	3,7635	946	1000	5,56	4,367	0,862	1,133	0,715	6,30	2,1	715	V
87	88	286,12	3,61	283,01	2,14	40,92	70	0,08261	3,70764	4,0%	3,7903	949	1000	5,55	4,360	0,869	1,135	0,719	6,30	2,1	719	V
88	89	283,01	2,54	281,31	2,03	29,74	70	0,08314	3,73383	4,0%	3,8170	951	1000	5,56	4,369	0,874	1,135	0,722	6,32	2,1	722	V
89	90	281,31	2,03	280,58	2,40	27,51	70	0,08366	3,76002	4,0%	3,8437	953	1000	5,56	4,370	0,880	1,136	0,725	6,32	2,1	725	V
90	91	280,58	4,40	277,55	2,13	19,00	70	0,08419	3,78620	4,0%	3,8704	956	1000	5,55	4,362	0,887	1,137	0,730	6,32	2,1	730	V
91	92	277,55	2,13	276,12	2,38	42,04	70	0,08472	3,81239	4,0%	3,8971	958	1000	5,56	4,367	0,892	1,138	0,733	6,33	2,1	733	V
92	93	276,12	2,38	276,80	4,90	45,90	70	0,08524	3,83858	4,0%	3,9238	961	1000	5,56	4,363	0,899	1,139	0,737	6,32	2,1	737	V
93	94	276,80	4,90	275,80	4,60	17,48	70	0,10529	4,71277	4,0%	4,8181	1 037	1200	6,29	7,114	0,677	1,070	0,599	6,73	2,1	719	V
94	95	275,80	4,60	273,94	4,03	32,39	70	0,10581	4,73895	4,0%	4,8448	1 040	1200	6,27	7,093	0,683	1,071	0,603	6,72	2,1	723	V
95	96	273,94	4,03	271,07	2,37	30,16	70	0,10634	4,76514	4,0%	4,8715	1 042	1200	6,28	7,107	0,685	1,072	0,604	6,74	2,1	725	V
96	97	271,07	3,87	269,70	3,33	20,82	70	0,10687	4,79133	4,0%	4,8982	1 045	1200	6,27	7,091	0,691	1,073	0,607	6,73	2,1	729	V
97	98	269,70	5,33	264,46	2,05	48,82	70	0,10739	4,81752	4,0%	4,9249	1 046	1200	6,28	7,102	0,693	1,074	0,609	6,75	2,1	731	V
98	99	264,46	4,55	260,55	2,87	44,74	70	0,10792	4,84370	5,0%	4,9516	1 006	1200	7,02	7,934	0,624	1,056	0,567	7,41	2,3	681	V
99	100	260,55	5,37	257,31	3,48	26,96	70	0,10845	4,86989	5,0%	4,9783	1 007	1200	7,02	7,936	0,627	1,057	0,569	7,42	2,3	683	V
100	101	257,31	5,98	251,87	1,77	24,54	70	0,10845	4,86989	5,0%	4,9783	1 007	1200	7,02	7,940	0,627	1,057	0,569	7,42	2,3	683	V
101	102	251,87	4,27	247,85	2,44	43,99	70	0,10845	4,86989	5,0%	4,9783	1 008	1200	7,01	7,926	0,628	1,057	0,570	7,41	2,3	684	V
102	103	247,85	3,44	244,46	2,09	40,71	70	0,10845	4,86989	5,0%	4,9783	1 007	1200	7,02	7,938	0,627	1,057	0,569	7,42	2,3	683	V
103	104	244,46	2,09	242,28	1,86	38,91	70	0,10845	4,86989	5,0%	4,9783	1 008	1200	7,01	7,932	0,628	1,057	0,569	7,41	2,3	683	V
104	105	242,28	1,86	241,36	2,36	28,43	70	0,10845	4,86989	5,0%	4,9783	1 007	1200	7,02	7,945	0,627	1,057	0,569	7,42	2,3	683	V
105	106	241,36	2,36	239,67	2,03	27,17	70	0,10845	4,86989	5,0%	4,9783	1 007	1200	7,02	7,936	0,627	1,057	0,569	7,42	2,3	683	V
106	107	239,67	2,03	238,44	2,84	40,94	70	0,11529	5,21032	5,0%	5,3256	1 033	1200	7,01	7,932	0,671	1,068	0,595	7,49	2,4	715	V
107	108	238,44	2,84	237,48	2,96	21,42	70	0,11909	5,35597	5,0%	5,4751	1 043	1200	7,03	7,950	0,689	1,073	0,606	7,54	2,4	727	V
108	109	237,48	2,96	235,05	2,66	42,68	70	0,11909	5,35597	5,0%	5,4751	1 044	1200	7,02	7,934	0,690	1,073	0,607	7,53	2,4	728	V
109	110	235,05	2,66	233,36	3,11	42,68	70	0,11909	5,35597	5,0%	5,4751	1 044	1200	7,02	7,942	0,689	1,073	0,607	7,54	2,4	728	V
110	111	233,36	3,11	231,04	2,69	38,09	70	0,11909	5,35597	5,0%	5,4751	1 044	1200	7,02	7,941	0,689	1,073	0,607	7,53	2,4	728	V
111	112	231,04	4,19	228,97	3,69	31,46	70	0,11909	5,35597	5,0%	5,4751	1 044	1200	7,01	7,930	0,690	1,073	0,607	7,53	2,4	729	V
112	113	228,97	5,69	225,93	3,54	17,78	70	0,11909	5,35597	5,0%	5,4751	1 043	1200	7,03	7,948	0,689	1,073	0,606	7,54	2,4	728	V
113	114	225,93	5,04	223,92	3,96	18,64	70	0,11909	5,35597	5,0%	5,4751	1 044	1200	7,02	7,944	0,689	1,073	0,606	7,54	2,4	728	V

114	115	223,92	3,96	222,33	3,06	13,94	70	0,11909	5,35597	5,0%	5,4751	1 045	1200	7,00	7,913	0,692	1,074	0,608	7,51	2,4	730	V
115	116	222,33	4,06	217,40	1,89	55,05	70	0,14461	6,59406	5,0%	6,7387	1 129	1200	7,01	7,933	0,849	1,130	0,707	7,93	2,6	849	V
116	Rejt	217,40	1,89	213,78	1,50	81,88	70	0,14461	6,59406	4,0%	6,7387	1 180	1200	6,24	7,052	0,956	1,139	0,772	7,10	2,4	927	V
COLS 1		Ctn am(m)	prof reg am	Ctn av(m)	prof reg aval	Dist (m)	ks	debit usé	debit pluvial	I m/m	Qt	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V m/s	V min m/s	H mm	autocurage
117	118	438,77	1,50	438,43	1,52	24,38	100	0,00036	0,01399	1,5%	0,0144	124	400	2,62	0,329	0,044	0,508	0,140	1,33	0,5	56	V
118	119	438,43	1,52	438,21	1,62	63,90	100	0,00071	0,02799	0,5%	0,0287	196	400	1,52	0,191	0,150	0,706	0,262	1,08	0,3	105	V
119	120	438,21	1,62	437,50	1,52	33,44	100	0,00107	0,04198	1,8%	0,0431	180	400	2,89	0,363	0,119	0,661	0,233	1,91	0,6	93	V
120	121	437,50	1,52	436,55	1,51	21,88	100	0,00143	0,05598	4,3%	0,0574	170	400	4,47	0,561	0,102	0,637	0,216	2,85	0,9	86	V
121	122	436,55	1,51	435,11	1,50	29,38	100	0,00178	0,06997	4,9%	0,0718	180	400	4,77	0,599	0,120	0,662	0,234	3,16	1,0	94	V
122	123	435,11	1,50	432,00	1,56	70,42	100	0,00214	0,08396	4,5%	0,0861	196	400	4,57	0,574	0,150	0,706	0,262	3,23	1,0	105	V
123	124	432,00	3,60	426,81	1,50	61,85	100	0,00250	0,09796	5,0%	0,1005	204	400	4,82	0,605	0,166	0,729	0,275	3,51	1,1	110	V
124	125	426,81	5,44	420,68	1,50	43,69	100	0,00285	0,11195	5,0%	0,1148	214	400	4,82	0,605	0,190	0,763	0,293	3,68	1,1	117	V
125	126	420,68	4,73	415,92	1,50	30,65	100	0,00321	0,12594	5,0%	0,1292	224	400	4,82	0,605	0,213	0,795	0,311	3,83	1,2	124	V
126	127	415,92	4,23	409,97	1,50	64,30	100	0,00356	0,13994	5,0%	0,1435	233	400	4,82	0,605	0,237	0,823	0,328	3,97	1,2	131	V
127	128	409,97	1,74	407,92	1,50	36,36	100	0,00392	0,15393	5,0%	0,1579	242	400	4,82	0,605	0,261	0,847	0,345	4,08	1,2	138	V
128	129	407,92	2,38	405,80	1,50	24,58	100	0,00428	0,16793	5,0%	0,1722	250	400	4,82	0,605	0,284	0,867	0,362	4,18	1,3	145	V
129	130	405,80	4,24	401,92	1,50	22,83	100	0,00463	0,18192	5,0%	0,1866	257	400	4,82	0,605	0,308	0,884	0,379	4,26	1,3	152	V
130	131	401,92	3,81	398,38	1,50	24,57	100	0,00499	0,19591	5,0%	0,2009	264	400	4,82	0,605	0,332	0,899	0,396	4,33	1,3	158	V
131	132	398,38	3,45	395,69	1,50	14,72	100	0,00535	0,20991	5,0%	0,2153	271	400	4,82	0,605	0,356	0,912	0,412	4,39	1,4	165	V
132	133	395,69	3,40	392,74	1,50	21,00	100	0,00570	0,22390	5,0%	0,2296	278	400	4,82	0,605	0,379	0,925	0,427	4,46	1,4	171	V
133	134	392,74	4,11	389,38	1,50	15,12	100	0,00606	0,23789	5,0%	0,2440	284	400	4,82	0,605	0,403	0,939	0,442	4,52	1,4	177	V
134	135	389,38	3,91	385,98	1,50	19,94	100	0,00642	0,25189	5,0%	0,2583	291	400	4,82	0,605	0,427	0,954	0,457	4,59	1,4	183	V
135	136	385,98	2,86	383,97	1,50	12,99	100	0,00677	0,26588	5,0%	0,2727	297	400	4,82	0,605	0,450	0,969	0,471	4,67	1,5	188	V
136	137	383,97	3,60	380,46	1,50	28,11	100	0,00713	0,27988	5,0%	0,2870	302	400	4,82	0,605	0,474	0,984	0,484	4,74	1,5	194	V
137	138	380,46	3,92	376,71	1,50	26,60	100	0,01047	0,42956	5,0%	0,4400	355	400	4,82	0,605	0,727	1,084	0,630	5,22	1,7	252	V
138	139	376,71	2,75	374,15	1,50	26,35	100	0,01381	0,57924	5,0%	0,5931	397	400	4,82	0,605	0,980	1,141	0,791	5,49	1,9	316	V
139	140	374,15	3,58	370,20	1,50	37,24	100	0,01716	0,72893	5,0%	0,7461	433	500	5,59	1,098	0,680	1,070	0,601	5,98	1,9	300	V

140	141	370,20	2,16	367,64	1,50	38,09	100	0,02050	0,87861	5,0%	0,8991	464	500	5,59	1,098	0,819	1,120	0,689	6,26	2,1	344	V
141	142	367,64	1,96	365,88	1,50	25,89	100	0,02050	0,87861	5,0%	0,8991	464	500	5,59	1,098	0,819	1,120	0,689	6,26	2,1	344	V
142	143	365,88	2,09	364,08	1,50	24,39	100	0,02050	0,87861	5,0%	0,8991	464	500	5,59	1,098	0,819	1,120	0,689	6,26	2,1	344	V
143	144	364,08	2,10	362,65	1,50	16,59	100	0,02112	0,90672	5,0%	0,9278	469	500	5,59	1,098	0,845	1,129	0,705	6,31	2,1	352	V
144	145	362,65	2,17	360,10	1,50	37,58	100	0,02173	0,93482	5,0%	0,9566	475	500	5,59	1,098	0,871	1,135	0,721	6,34	2,1	360	V
145	146	360,10	1,54	358,80	1,50	25,23	100	0,02235	0,96293	5,0%	0,9853	480	500	5,59	1,098	0,898	1,138	0,736	6,36	2,1	368	V
146	147	358,80	1,50	357,73	1,51	30,00	100	0,02296	0,99104	3,6%	1,0140	516	630	5,53	1,725	0,588	1,044	0,547	5,78	1,8	344	V
147	148	357,73	1,51	357,99	2,20	30,00	100	0,02358	1,01914	1,4%	1,0427	621	630	3,48	1,085	0,961	1,139	0,776	3,97	1,4	489	V
148	149	357,99	2,20	357,16	1,80	30,00	100	0,02419	1,04725	1,5%	1,0714	625	630	3,51	1,095	0,978	1,140	0,790	4,01	1,4	497	V
149	150	357,16	1,80	356,63	1,75	30,00	100	0,02481	1,07536	1,6%	1,1002	619	630	3,70	1,152	0,955	1,139	0,772	4,21	1,4	486	V
150	151	356,63	1,75	356,92	2,52	30,00	100	0,02542	1,10346	1,6%	1,1289	626	630	3,68	1,147	0,984	1,141	0,794	4,20	1,5	500	V
151	152	356,92	2,52	357,11	3,20	30,00	100	0,02604	1,13157	1,6%	1,1576	629	630	3,73	1,163	0,995	1,142	0,805	4,26	1,5	507	V
152	49	357,11	3,20	357,01	3,85	43,00	100	0,02665	1,15968	1,7%	1,1863	627	630	3,85	1,199	0,989	1,142	0,799	4,39	1,5	503	V
COL S2		Ctn am(m)	prof reg am	Ctn av(m)	prof reg aval	Dist (m)	ks	debit usé	debit pluvial	I m/m	Qt	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V m/s	V min m/s	H mm	autocurage
153	154	356,77	1,50	353,84	1,58	81,57	100	0,00084	0,03753	3,7%	0,0384	150	400	4,14	0,520	0,074	0,591	0,182	2,44	0,8	73	V
154	155	353,84	1,58	352,54	1,56	57,73	100	0,00168	0,07506	2,2%	0,0767	215	400	3,20	0,402	0,191	0,765	0,295	2,45	0,7	118	V
155	156	352,54	1,56	352,55	1,85	58,44	100	0,00252	0,11258	0,5%	0,1151	331	400	1,52	0,191	0,601	1,049	0,554	1,60	0,5	222	V
156	157	352,55	1,85	352,47	1,92	28,48	100	0,00336	0,15011	0,5%	0,1535	368	400	1,52	0,191	0,802	1,113	0,678	1,70	0,5	271	V
157	158	352,47	1,92	351,30	1,52	24,10	100	0,00420	0,18764	3,2%	0,1918	283	400	3,85	0,484	0,396	0,935	0,438	3,60	1,1	175	V
158	159	351,30	1,52	349,79	1,53	34,59	100	0,00504	0,22517	4,4%	0,2302	285	400	4,52	0,568	0,405	0,941	0,444	4,25	1,3	178	V
159	160	349,79	2,52	345,90	1,50	57,32	100	0,00587	0,26269	5,0%	0,2686	295	400	4,82	0,605	0,444	0,964	0,467	4,65	1,4	187	V
160	161	345,90	3,37	342,03	1,50	39,85	100	0,00587	0,26269	5,0%	0,2686	295	400	4,82	0,605	0,444	0,964	0,467	4,65	1,4	187	V
161	162	342,03	2,67	339,92	1,50	18,84	100	0,00587	0,26269	5,0%	0,2686	295	400	4,82	0,605	0,444	0,964	0,467	4,65	1,4	187	V
162	163	339,92	2,27	338,11	1,50	20,83	100	0,00587	0,26269	5,0%	0,2686	295	400	4,82	0,605	0,444	0,964	0,467	4,65	1,4	187	V
163	164	338,11	2,68	335,07	1,50	37,06	100	0,00587	0,26269	5,0%	0,2686	295	400	4,82	0,605	0,444	0,964	0,467	4,65	1,4	187	V
164	165	335,07	2,68	332,42	1,50	29,54	100	0,00587	0,26269	5,0%	0,2686	295	400	4,82	0,605	0,444	0,964	0,467	4,65	1,4	187	V
165	166	332,42	2,01	330,59	1,50	26,36	100	0,00587	0,26269	5,0%	0,2686	295	400	4,82	0,605	0,444	0,964	0,467	4,65	1,4	187	V

166	167	330,59	3,19	326,18	1,50	54,44	100	0,00669	0,30236	5,0%	0,3091	311	400	4,82	0,605	0,511	1,007	0,505	4,85	1,5	202	V
167	168	326,18	1,50	324,49	1,54	42,14	100	0,00751	0,34203	4,1%	0,3495	338	400	4,36	0,548	0,638	1,060	0,575	4,62	1,4	230	V
168	169	324,49	3,66	321,16	1,50	23,61	100	0,00833	0,38170	5,0%	0,3900	339	400	4,82	0,605	0,644	1,061	0,579	5,11	1,6	232	V
169	170	321,16	4,41	317,22	1,50	20,60	100	0,00915	0,42137	5,0%	0,4305	352	400	4,82	0,605	0,711	1,079	0,620	5,20	1,6	248	V
170	171	317,22	4,31	313,58	1,50	16,56	100	0,00997	0,46104	5,0%	0,4710	364	400	4,82	0,605	0,778	1,104	0,663	5,32	1,7	265	V
171	172	313,58	2,41	310,98	1,50	33,75	100	0,01079	0,50071	5,0%	0,5115	376	400	4,82	0,605	0,845	1,129	0,705	5,44	1,8	282	V
172	173	310,98	1,50	309,75	1,51	28,29	100	0,01161	0,54038	4,4%	0,5520	396	400	4,52	0,568	0,972	1,140	0,785	5,15	1,7	314	V
173	174	309,75	1,51	308,28	1,53	30,87	100	0,01243	0,58005	4,8%	0,5925	400	500	5,48	1,075	0,551	1,028	0,527	5,63	1,7	263	V
174	175	308,28	1,53	307,09	1,53	28,38	100	0,01325	0,61972	4,2%	0,6330	420	500	5,12	1,006	0,629	1,057	0,570	5,42	1,7	285	V
175	176	307,09	1,68	305,84	1,50	21,51	100	0,01407	0,65939	5,0%	0,6735	416	500	5,59	1,098	0,614	1,053	0,561	5,88	1,8	281	V
176	177	305,84	1,87	304,10	1,50	27,36	100	0,01489	0,69906	5,0%	0,7139	426	500	5,59	1,098	0,650	1,063	0,583	5,94	1,8	291	V
177	178	304,10	1,50	302,49	1,53	44,34	100	0,01571	0,73873	3,7%	0,7544	460	500	4,81	0,944	0,799	1,112	0,676	5,35	1,7	338	V
178	179	302,49	1,53	300,72	1,52	40,01	100	0,01653	0,77840	4,4%	0,7949	454	500	5,24	1,030	0,772	1,101	0,659	5,78	1,8	330	V
179	180	300,72	1,52	299,21	1,54	38,19	100	0,01735	0,81807	4,0%	0,8354	471	500	5,00	0,982	0,851	1,130	0,708	5,65	1,8	354	V
180	181	299,21	1,54	297,61	1,50	35,60	100	0,01817	0,85773	4,4%	0,8759	471	500	5,24	1,030	0,851	1,130	0,708	5,93	1,9	354	V
181	182	297,61	1,61	295,76	1,50	34,90	100	0,01899	0,89740	5,0%	0,9164	467	500	5,59	1,098	0,835	1,125	0,699	6,29	2,0	349	V
182	183	295,76	1,52	294,22	1,50	30,24	100	0,01981	0,93707	5,0%	0,9569	475	500	5,59	1,098	0,872	1,135	0,721	6,35	2,0	360	V
183	184	294,22	1,50	292,87	1,51	28,34	100	0,02063	0,97674	4,8%	0,9974	486	500	5,48	1,075	0,927	1,139	0,754	6,24	2,0	377	V
184	185	292,87	1,51	291,51	1,51	30,43	100	0,02144	1,01641	4,5%	1,0379	499	500	5,30	1,041	0,997	1,143	0,806	6,06	2,0	403	V
185	186	291,51	1,76	289,70	1,50	30,85	100	0,02226	1,05608	5,0%	1,0783	497	500	5,59	1,098	0,982	1,141	0,793	6,38	2,1	397	V
186	85	289,70	1,50	287,31	1,82	50,28	100	0,02226	1,05608	5,4%	1,0783	489	500	5,81	1,141	0,945	1,139	0,765	6,62	2,2	383	V
COL S3		Ctn am(m)	prof reg am	Ctn av(m)	prof reg aval	Dist (m)	ks	debit usé	debit pluvial	I m/m	Qt	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V m/s	V min m/s	H mm	autocurage
187	188	358,28	1,50	357,92	1,52	24,40	100	0,00067	0,02802	1,6%	0,0287	158	400	2,71	0,341	0,084	0,609	0,195	1,65	0,6	78	V
188	189	357,92	1,52	356,67	1,51	30,05	100	0,00135	0,05605	4,1%	0,0574	172	400	4,36	0,548	0,105	0,641	0,219	2,80	0,9	88	V
189	190	356,67	2,61	354,58	1,50	19,52	100	0,00202	0,08407	5,0%	0,0861	192	400	4,82	0,605	0,142	0,695	0,255	3,35	1,1	102	V
190	191	354,58	3,08	351,81	1,50	23,83	100	0,00269	0,11210	5,0%	0,1148	214	400	4,82	0,605	0,190	0,763	0,293	3,68	1,1	117	V
191	192	351,81	2,60	349,75	1,50	19,11	100	0,00336	0,14012	5,0%	0,1435	233	400	4,82	0,605	0,237	0,823	0,328	3,97	1,2	131	V

192	193	349,75	3,22	347,00	1,50	20,50	100	0,00404	0,16814	5,0%	0,1722	250	400	4,82	0,605	0,284	0,867	0,362	4,18	1,2	145	V
193	194	347,00	1,97	345,77	1,50	15,46	100	0,00471	0,19617	5,0%	0,2009	264	400	4,82	0,605	0,332	0,899	0,396	4,33	1,3	158	V
194	195	345,77	3,13	343,24	1,50	17,99	100	0,00538	0,22419	5,0%	0,2296	278	400	4,82	0,605	0,379	0,925	0,427	4,46	1,4	171	V
195	196	343,24	2,29	341,30	1,50	22,89	100	0,00605	0,25221	5,0%	0,2583	291	400	4,82	0,605	0,427	0,954	0,457	4,59	1,4	183	V
196	197	341,30	3,54	337,95	1,50	26,28	100	0,00673	0,28024	5,0%	0,2870	302	400	4,82	0,605	0,474	0,984	0,484	4,74	1,5	194	V
197	198	337,95	3,19	335,29	1,50	19,23	100	0,00740	0,30826	5,0%	0,3157	313	400	4,82	0,605	0,521	1,013	0,511	4,88	1,5	204	V
198	199	335,29	1,60	332,68	1,50	50,26	100	0,00807	0,33629	5,0%	0,3444	324	400	4,82	0,605	0,569	1,037	0,536	4,99	1,6	215	V
199	200	332,68	1,50	330,53	1,54	49,74	100	0,00874	0,36431	4,4%	0,3731	342	400	4,52	0,568	0,657	1,065	0,587	4,81	1,6	235	V
200	201	330,53	1,76	328,45	1,50	36,35	100	0,00942	0,39233	5,0%	0,4018	343	400	4,82	0,605	0,664	1,066	0,591	5,14	1,7	236	V
201	202	328,45	2,20	326,52	1,50	24,53	100	0,01009	0,42036	5,0%	0,4304	352	400	4,82	0,605	0,711	1,079	0,620	5,20	1,7	248	V
202	203	326,52	1,50	325,31	1,52	29,48	100	0,01076	0,44838	4,2%	0,4591	373	400	4,42	0,555	0,828	1,123	0,694	4,96	1,7	278	V
203	204	325,31	1,52	323,94	1,51	39,76	100	0,01076	0,44838	3,4%	0,4591	388	400	3,97	0,499	0,920	1,139	0,749	4,53	1,6	300	V
204	205	323,94	1,51	322,85	1,52	28,35	100	0,01118	0,46566	3,9%	0,4768	383	400	4,25	0,535	0,892	1,138	0,733	4,84	1,6	293	V
205	206	322,85	1,52	322,35	2,50	36,05	100	0,01159	0,48295	4,1%	0,4945	385	400	4,36	0,548	0,903	1,139	0,739	4,96	1,7	296	V
206	207	322,35	3,56	318,47	1,50	36,41	100	0,01200	0,50023	5,0%	0,5122	376	400	4,82	0,605	0,846	1,129	0,705	5,44	1,8	282	V
207	208	318,47	2,23	316,13	1,50	32,18	100	0,01241	0,51752	5,0%	0,5299	381	400	4,82	0,605	0,875	1,136	0,723	5,47	1,8	289	V
208	209	316,13	3,20	312,90	1,50	30,65	100	0,01282	0,53480	5,0%	0,5476	385	400	4,82	0,605	0,905	1,139	0,740	5,49	1,9	296	V
209	210	312,90	2,48	310,77	1,50	22,88	100	0,01324	0,55208	5,0%	0,5653	390	400	4,82	0,605	0,934	1,139	0,758	5,49	1,9	303	V
210	211	310,77	2,82	308,26	1,50	23,87	100	0,01365	0,56937	5,0%	0,5830	394	500	5,59	1,098	0,531	1,018	0,516	5,69	1,8	258	V
211	212	308,26	2,77	305,83	1,50	23,27	100	0,01406	0,58665	5,0%	0,6007	399	500	5,59	1,098	0,547	1,027	0,525	5,74	1,8	262	V
212	213	305,83	3,35	302,35	1,50	32,42	100	0,01447	0,60394	5,0%	0,6184	403	500	5,59	1,098	0,563	1,034	0,533	5,78	1,8	267	V
213	214	302,35	2,30	300,57	1,50	19,58	100	0,01489	0,62122	5,0%	0,6361	407	500	5,59	1,098	0,580	1,041	0,542	5,82	1,8	271	V
214	215	300,57	2,51	298,61	1,50	18,83	100	0,01530	0,63850	5,0%	0,6538	412	500	5,59	1,098	0,596	1,047	0,551	5,85	1,8	276	V
215	216	298,61	2,20	296,73	1,50	23,78	100	0,01530	0,63850	5,0%	0,6538	412	500	5,59	1,098	0,596	1,047	0,551	5,85	1,8	276	V
216	217	296,73	3,01	293,54	1,50	33,47	100	0,01583	0,66469	5,0%	0,6805	418	500	5,59	1,098	0,620	1,055	0,565	5,90	1,9	282	V
217	218	293,54	2,19	291,85	1,50	20,13	100	0,01635	0,69088	5,0%	0,7072	424	500	5,59	1,098	0,644	1,061	0,579	5,93	1,9	290	V
218	219	291,85	3,33	288,01	1,50	40,14	100	0,01688	0,71706	5,0%	0,7339	430	500	5,59	1,098	0,669	1,068	0,594	5,97	1,9	297	V
219	220	288,01	1,50	285,67	1,55	50,70	100	0,01741	0,74325	4,7%	0,7607	441	500	5,42	1,064	0,715	1,081	0,623	5,86	1,9	311	V
220	221	285,67	2,31	282,67	1,50	43,73	100	0,01793	0,76944	5,0%	0,7874	441	500	5,59	1,098	0,717	1,081	0,624	6,04	2,0	312	V

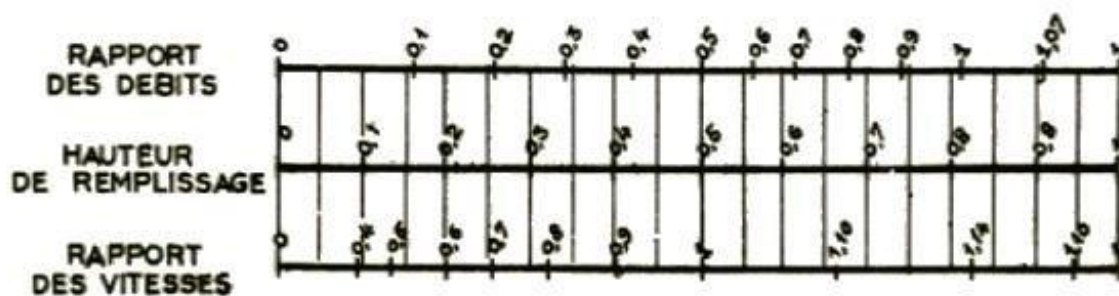
221	222	282,67	3,50	279,62	1,50	21,13	100	0,01846	0,79563	5,0%	0,8141	447	500	5,59	1,098	0,742	1,090	0,640	6,09	2,0	320	V
222	223	279,62	2,11	278,02	1,50	19,83	100	0,01899	0,82181	5,0%	0,8408	452	500	5,59	1,098	0,766	1,099	0,655	6,14	2,0	328	V
223	93	278,02	1,72	276,80	1,50	19,85	100	0,01951	0,84800	5,0%	0,8675	458	500	5,59	1,098	0,790	1,109	0,671	6,20	2,0	335	V
COL S4		Ctn am(m)	prof reg am	Ctn av(m)	prof reg aval	Dist (m)	ks	debit usé	debit pluvial	I m/m	Qt	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V m/s	V min m/s	H mm	autocurage
224	225	293,57	3,03	289,88	1,50	43,16	100	0,00053	0,02619	5,0%	0,0267	124	400	4,82	0,605	0,044	0,511	0,141	2,46	0,9	56	V
225	226	289,88	2,41	286,81	1,50	43,23	100	0,00105	0,05237	5,0%	0,0534	161	400	4,82	0,605	0,088	0,616	0,200	2,97	1,0	80	V
226	227	286,81	3,25	282,87	1,50	43,83	100	0,00158	0,07856	5,0%	0,0801	187	400	4,82	0,605	0,132	0,681	0,246	3,28	1,0	99	V
227	228	282,87	1,50	283,00	1,81	35,57	100	0,00211	0,10475	0,5%	0,1069	321	400	1,52	0,191	0,558	1,032	0,530	1,57	0,5	212	V
228	229	283,00	1,81	281,18	1,51	56,43	100	0,00263	0,13094	2,7%	0,1336	255	400	3,54	0,445	0,300	0,879	0,374	3,11	0,9	149	V
229	230	281,18	4,43	277,18	1,50	21,33	100	0,00316	0,15712	5,0%	0,1603	243	400	4,82	0,605	0,265	0,851	0,348	4,10	1,2	139	V
230	231	277,18	2,46	275,43	1,50	15,76	100	0,00369	0,18331	5,0%	0,1870	257	400	4,82	0,605	0,309	0,884	0,380	4,26	1,2	152	V
231	232	275,43	3,38	272,33	1,50	24,42	100	0,00421	0,20950	5,0%	0,2137	271	400	4,82	0,605	0,353	0,911	0,410	4,39	1,3	164	V
232	233	272,33	2,94	269,83	1,50	21,19	100	0,00474	0,23568	5,0%	0,2404	283	400	4,82	0,605	0,397	0,936	0,439	4,51	1,3	176	V
233	234	269,83	3,74	266,19	1,50	27,94	100	0,00527	0,26187	5,0%	0,2671	294	400	4,82	0,605	0,441	0,963	0,466	4,64	1,4	186	V
234	235	266,19	3,98	262,67	1,50	20,92	100	0,00579	0,28806	5,0%	0,2939	305	400	4,82	0,605	0,485	0,991	0,491	4,78	1,4	196	V
235	236	262,67	2,48	260,48	1,50	24,07	100	0,00632	0,31425	5,0%	0,3206	315	400	4,82	0,605	0,530	1,017	0,515	4,90	1,4	206	V
236	237	260,48	2,13	258,61	1,50	24,75	100	0,00685	0,34043	5,0%	0,3473	325	400	4,82	0,605	0,574	1,039	0,539	5,00	1,5	216	V
237	238	258,61	2,86	255,90	1,50	27,00	100	0,00685	0,34043	5,0%	0,3473	325	400	4,82	0,605	0,574	1,039	0,539	5,00	1,5	216	V
238	239	255,90	3,78	251,32	1,50	45,91	100	0,00685	0,34043	5,0%	0,3473	325	400	4,82	0,605	0,574	1,039	0,539	5,00	1,5	216	V
239	240	251,32	2,76	249,03	1,50	20,53	100	0,00685	0,34043	5,0%	0,3473	325	400	4,82	0,605	0,574	1,039	0,539	5,00	1,5	216	V
240	241	249,03	3,29	245,80	1,50	28,79	100	0,00685	0,34043	5,0%	0,3473	325	400	4,82	0,605	0,574	1,039	0,539	5,00	1,5	216	V
241	242	245,80	1,96	244,39	1,50	18,92	100	0,00685	0,34043	5,0%	0,3473	325	400	4,82	0,605	0,574	1,039	0,539	5,00	1,5	216	V
242	243	244,39	1,50	243,79	1,52	27,18	100	0,00685	0,34043	2,3%	0,3473	376	400	3,27	0,411	0,846	1,129	0,705	3,69	1,2	282	V
243	244	243,79	1,52	242,96	1,52	32,13	100	0,00685	0,34043	2,6%	0,3473	367	400	3,47	0,437	0,796	1,111	0,674	3,86	1,2	270	V
244	245	242,96	1,52	242,89	1,61	30,29	100	0,00685	0,34043	0,5%	0,3473	500	500	1,77	0,347	1,001	1,143	0,810	2,02	0,7	405	V
245	246	242,89	1,61	242,76	1,63	31,23	100	0,00685	0,34043	0,5%	0,3473	500	500	1,77	0,347	1,001	1,143	0,810	2,02	0,7	405	V
246	247	242,76	1,63	242,64	1,67	31,23	100	0,00685	0,34043	0,5%	0,3473	500	500	1,77	0,347	1,001	1,143	0,810	2,02	0,7	405	V

247	248	242,64	1,67	241,40	1,51	32,74	100	0,00685	0,34043	3,3%	0,3473	351	500	4,54	0,892	0,389	0,931	0,434	4,23	1,2	217	V
248	249	241,40	1,51	240,71	1,51	25,53	100	0,00685	0,34043	2,7%	0,3473	365	500	4,11	0,807	0,431	0,956	0,459	3,93	1,1	230	V
249	250	240,71	1,51	240,44	1,53	28,21	100	0,00685	0,34043	1,0%	0,3473	439	500	2,50	0,491	0,707	1,078	0,618	2,70	0,8	309	V
250	106	240,44	1,53	239,67	1,53	40,94	100	0,00685	0,34043	1,9%	0,3473	390	500	3,44	0,675	0,514	1,009	0,507	3,47	1,0	253	V
COL S5		Ctn am(m)	prof reg am	Ctn av(m)	prof reg aval	Dist (m)	ks	debit usé	debit pluvial	I m/m	Qt	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V m/s	V min m/s	H mm	autocurage
251	252	281,44	4,41	277,00	1,50	30,42	100	0,00019	0,00728	5,0%	0,0075	77	400	4,82	0,605	0,012	0,316	0,080	1,52	0,9	32	V
252	253	277,00	3,06	274,43	1,50	20,35	100	0,00038	0,01456	5,0%	0,0149	100	400	4,82	0,605	0,025	0,413	0,109	1,99	0,9	43	V
253	254	274,43	2,45	272,02	1,50	29,14	100	0,00057	0,02185	5,0%	0,0224	116	400	4,82	0,605	0,037	0,481	0,130	2,32	0,9	52	V
254	255	272,02	3,40	268,88	1,50	25,07	100	0,00076	0,02913	5,0%	0,0299	129	400	4,82	0,605	0,049	0,529	0,149	2,55	0,9	60	V
255	256	268,88	4,57	264,26	1,50	30,92	100	0,00095	0,03641	5,0%	0,0374	141	400	4,82	0,605	0,062	0,564	0,166	2,72	1,0	67	V
256	257	264,26	2,52	262,26	1,50	19,80	100	0,00114	0,04369	5,0%	0,0448	151	400	4,82	0,605	0,074	0,591	0,183	2,85	1,0	73	V
257	258	262,26	2,35	260,46	1,50	19,05	100	0,00133	0,05098	5,0%	0,0523	160	400	4,82	0,605	0,086	0,613	0,198	2,95	1,0	79	V
258	259	260,46	2,68	257,26	1,50	40,32	100	0,00152	0,05826	5,0%	0,0598	168	400	4,82	0,605	0,099	0,632	0,212	3,05	1,0	85	V
259	260	257,26	1,62	255,47	1,50	33,44	100	0,00171	0,06554	5,0%	0,0672	175	400	4,82	0,605	0,111	0,650	0,226	3,13	1,0	90	V
260	261	255,47	1,50	255,36	1,51	24,43	100	0,00190	0,07282	0,5%	0,0747	281	400	1,52	0,191	0,390	0,932	0,435	1,42	0,4	174	V
261	262	255,36	1,51	254,74	1,50	28,72	100	0,00208	0,08011	2,1%	0,0822	223	400	3,12	0,392	0,209	0,790	0,308	2,47	0,8	123	V
262	263	254,74	1,50	253,77	1,51	35,01	100	0,00227	0,08739	2,8%	0,0897	218	400	3,61	0,453	0,198	0,775	0,300	2,79	0,9	120	V
263	264	253,77	1,51	252,33	1,51	30,04	100	0,00246	0,09467	4,8%	0,0971	203	400	4,72	0,593	0,164	0,726	0,273	3,43	1,1	109	V
264	265	252,33	1,51	250,02	1,51	50,06	100	0,00265	0,10195	4,6%	0,1046	210	400	4,62	0,581	0,180	0,750	0,286	3,47	1,1	114	V
265	266	250,02	1,57	248,51	1,50	28,92	100	0,00284	0,10924	5,0%	0,1121	213	400	4,82	0,605	0,185	0,757	0,290	3,65	1,1	116	V
266	267	248,51	3,67	245,36	1,50	19,49	100	0,00303	0,11652	5,0%	0,1196	218	400	4,82	0,605	0,197	0,774	0,299	3,73	1,2	120	V
267	268	245,36	1,98	243,92	1,50	19,32	100	0,00322	0,12380	5,0%	0,1270	223	400	4,82	0,605	0,210	0,791	0,309	3,81	1,2	123	V
268	269	243,92	1,77	242,12	1,50	30,48	100	0,00341	0,13108	5,0%	0,1345	228	400	4,82	0,605	0,222	0,806	0,318	3,88	1,2	127	V
269	270	242,12	2,58	239,22	1,50	36,48	100	0,00360	0,13837	5,0%	0,1420	232	400	4,82	0,605	0,235	0,820	0,327	3,95	1,2	131	V
270	107	239,22	1,50	238,44	1,50	46,21	100	0,00379	0,14565	1,7%	0,1494	290	400	2,81	0,353	0,423	0,952	0,455	2,67	0,8	182	V
COL S6		Ctn am(m)	prof reg am	Ctn av(m)	prof reg aval	Dist (m)	ks	debit usé	debit pluvial	I m/m	Qt	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	V m/s	V min m/s	H mm	autocurage

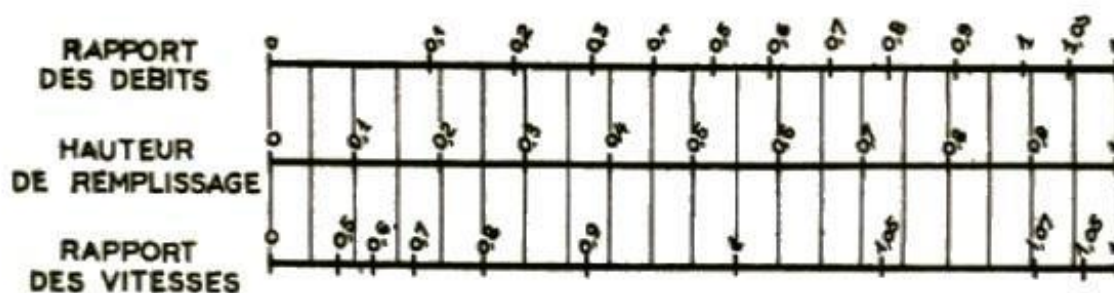
271	272	322,37	2,48	320,06	1,50	26,74	100	0,00041	0,01728	5,0%	0,0177	106	400	4,82	0,605	0,029	0,441	0,117	2,12	0,9	47	V
272	273	320,06	3,59	316,66	1,50	26,13	100	0,00082	0,03457	5,0%	0,0354	138	400	4,82	0,605	0,058	0,556	0,162	2,68	1,0	65	V
273	274	316,66	3,63	313,01	1,50	30,43	100	0,00124	0,05185	5,0%	0,0531	161	400	4,82	0,605	0,088	0,615	0,200	2,96	1,0	80	V
274	275	313,01	2,38	310,83	1,50	25,96	100	0,00165	0,06914	5,0%	0,0708	179	400	4,82	0,605	0,117	0,658	0,231	3,17	1,0	93	V
275	276	310,83	3,09	308,10	1,50	22,83	100	0,00206	0,08642	5,0%	0,0885	194	400	4,82	0,605	0,146	0,701	0,259	3,37	1,1	103	V
276	277	308,10	2,85	305,93	1,50	16,31	100	0,00247	0,10370	5,0%	0,1062	208	400	4,82	0,605	0,175	0,743	0,282	3,58	1,1	113	V
277	278	305,93	4,23	301,74	1,50	29,28	100	0,00289	0,12099	5,0%	0,1239	221	400	4,82	0,605	0,205	0,784	0,305	3,78	1,1	122	V
278	279	301,74	2,58	299,70	1,50	19,25	100	0,00330	0,13827	5,0%	0,1416	232	400	4,82	0,605	0,234	0,820	0,326	3,95	1,2	130	V
279	280	299,70	3,44	296,74	1,50	20,42	100	0,00371	0,15556	5,0%	0,1593	242	400	4,82	0,605	0,263	0,849	0,347	4,09	1,2	139	V
280	281	296,74	3,30	293,66	1,50	25,66	100	0,00412	0,17284	5,0%	0,1770	252	400	4,82	0,605	0,292	0,873	0,368	4,21	1,3	147	V
281	282	293,66	3,21	290,70	1,50	24,98	100	0,00479	0,20613	5,0%	0,2109	269	400	4,82	0,605	0,348	0,908	0,407	4,37	1,3	163	V
282	283	290,70	2,38	288,46	1,50	27,22	100	0,00546	0,23942	5,0%	0,2449	285	400	4,82	0,605	0,405	0,940	0,443	4,53	1,4	177	V
283	284	288,46	3,23	285,52	1,50	24,24	100	0,00613	0,27271	5,0%	0,2788	299	400	4,82	0,605	0,461	0,975	0,477	4,70	1,4	191	V
284	285	285,52	2,72	283,36	1,50	18,72	100	0,00680	0,30600	5,0%	0,3128	312	400	4,82	0,605	0,517	1,010	0,508	4,87	1,5	203	V
285	286	283,36	1,20	283,53	2,10	42,52	100	0,00747	0,33928	1,7%	0,3468	396	400	2,83	0,355	0,977	1,140	0,788	3,22	1,1	315	V
286	287	283,53	2,10	281,88	1,50	39,79	100	0,00814	0,37257	2,6%	0,3807	379	400	3,51	0,440	0,864	1,134	0,716	3,97	1,3	287	V
287	288	281,88	1,50	279,84	1,52	46,59	100	0,00881	0,40586	4,4%	0,4147	355	400	4,52	0,568	0,729	1,085	0,632	4,91	1,6	253	V
288	289	279,84	1,52	278,26	1,50	40,07	100	0,00947	0,43915	3,9%	0,4486	375	400	4,25	0,534	0,840	1,127	0,701	4,79	1,5	281	V
289	290	278,26	1,50	276,75	1,50	39,97	100	0,01014	0,47244	3,8%	0,4826	387	400	4,19	0,527	0,916	1,139	0,747	4,78	1,6	299	V
290	291	276,75	1,50	275,21	1,53	40,04	100	0,01081	0,50573	3,9%	0,5165	395	400	4,26	0,535	0,966	1,140	0,780	4,85	1,6	312	V
291	292	275,21	1,57	272,80	1,50	46,82	100	0,01148	0,53902	5,0%	0,5505	386	400	4,82	0,605	0,909	1,139	0,743	5,49	1,8	297	V
292	293	272,80	1,50	271,73	1,52	31,08	100	0,01215	0,57231	3,5%	0,5845	422	500	4,68	0,918	0,636	1,059	0,575	4,95	1,5	287	V
293	294	271,73	1,52	269,98	1,55	54,12	100	0,01282	0,60560	3,3%	0,6184	436	500	4,54	0,892	0,693	1,074	0,609	4,88	1,5	305	V
294	295	269,98	3,16	266,28	1,50	40,67	100	0,01349	0,63889	5,0%	0,6524	411	500	5,59	1,098	0,594	1,046	0,550	5,85	1,8	275	V
295	296	266,28	1,61	264,67	1,50	30,02	100	0,01416	0,67218	5,0%	0,6863	419	500	5,59	1,098	0,625	1,056	0,568	5,90	1,8	284	V
296	297	264,67	1,50	264,47	1,50	29,53	100	0,01482	0,70547	0,7%	0,7203	620	800	2,83	1,424	0,506	1,004	0,502	2,84	0,8	402	V
297	298	264,47	1,50	264,41	1,62	34,11	100	0,01549	0,73875	0,5%	0,7542	671	800	2,40	1,208	0,624	1,056	0,568	2,54	0,8	454	V
298	299	264,41	1,62	263,28	1,52	26,41	100	0,01616	0,77204	3,9%	0,7882	462	800	6,76	3,399	0,232	0,817	0,325	5,53	1,6	260	V
299	300	263,28	1,80	261,19	1,50	35,61	100	0,01683	0,80533	5,0%	0,8222	449	800	7,65	3,844	0,214	0,796	0,311	6,09	1,8	249	V

300	301	261,19	1,50	259,54	1,52	36,45	100	0,01750	0,83862	4,6%	0,8561	463	800	7,34	3,687	0,232	0,818	0,325	6,00	1,7	260	V
301	302	259,54	1,90	257,75	1,50	27,71	100	0,01817	0,87191	5,0%	0,8901	462	800	7,65	3,844	0,232	0,817	0,324	6,25	1,8	260	V
302	303	257,75	2,20	255,63	1,50	28,46	100	0,01884	0,90520	5,0%	0,9240	469	800	7,65	3,844	0,240	0,827	0,331	6,32	1,8	265	V
303	304	255,63	1,99	253,71	1,50	28,64	100	0,01951	0,93849	5,0%	0,9580	475	800	7,65	3,844	0,249	0,836	0,337	6,39	1,8	270	V
304	305	253,71	1,50	253,31	1,52	25,00	100	0,02018	0,97178	1,7%	0,9920	590	800	4,44	2,230	0,445	0,965	0,468	4,28	1,3	374	V
305	306	253,31	3,18	250,75	1,50	17,52	100	0,02084	1,00507	5,0%	1,0259	487	800	7,65	3,844	0,267	0,853	0,350	6,52	1,9	280	V
306	307	250,75	1,50	249,83	1,52	23,05	100	0,02151	1,03836	4,1%	1,0599	512	800	6,92	3,477	0,305	0,882	0,377	6,10	1,8	302	V
307	308	249,83	1,52	248,75	1,52	25,70	100	0,02218	1,07165	4,2%	1,0938	516	800	7,01	3,522	0,311	0,885	0,381	6,20	1,8	305	V
308	309	248,75	1,61	246,83	1,50	36,21	100	0,02285	1,10493	5,0%	1,1278	505	800	7,65	3,844	0,293	0,874	0,369	6,68	1,9	295	V
309	310	246,83	2,90	243,69	1,50	34,70	100	0,02352	1,13822	5,0%	1,1617	511	800	7,65	3,844	0,302	0,880	0,375	6,73	1,9	300	V
310	311	243,69	2,05	240,39	1,50	55,19	100	0,02419	1,17151	5,0%	1,1957	516	800	7,65	3,844	0,311	0,886	0,381	6,77	2,0	305	V
311	312	240,39	2,74	237,01	1,50	42,78	100	0,02486	1,20480	5,0%	1,2297	522	800	7,65	3,844	0,320	0,891	0,387	6,82	2,0	310	V
312	313	237,01	2,72	234,48	1,50	26,23	100	0,02553	1,23809	5,0%	1,2636	527	800	7,65	3,844	0,329	0,897	0,394	6,86	2,0	315	V
313	314	234,48	2,73	232,03	1,50	24,23	100	0,02553	1,23809	5,0%	1,2636	527	800	7,65	3,844	0,329	0,897	0,394	6,86	2,0	315	V
314	315	232,03	1,94	228,94	1,50	52,83	100	0,02553	1,23809	5,0%	1,2636	527	800	7,65	3,844	0,329	0,897	0,394	6,86	2,0	315	V
315	316	228,94	2,53	225,57	1,50	46,76	100	0,02553	1,23809	5,0%	1,2636	527	800	7,65	3,844	0,329	0,897	0,394	6,86	2,0	315	V
316	317	225,57	1,50	225,02	1,53	58,42	100	0,02553	1,23809	1,0%	1,2636	713	1000	3,96	3,114	0,406	0,941	0,444	3,73	1,1	444	V
317	318	225,02	1,53	224,92	1,56	26,69	100	0,02553	1,23809	0,5%	1,2636	814	1000	2,79	2,188	0,578	1,040	0,541	2,90	0,9	541	V
318	319	224,92	1,56	223,82	1,52	33,08	100	0,02553	1,23809	3,2%	1,2636	574	1000	7,08	5,563	0,227	0,812	0,321	5,75	1,7	321	V
319	320	223,82	1,52	221,20	1,54	58,82	100	0,02553	1,23809	4,5%	1,2636	538	1000	8,41	6,607	0,191	0,766	0,295	6,44	1,9	295	V
320	115	221,20	1,54	222,33	4,06	54,19	100	0,02553	1,23809	2,6%	1,2636	597	1000	6,35	4,991	0,253	0,840	0,340	5,34	1,5	340	V

a) Ouvrages circulaires



b) Ouvrages ovoïdes normalisés

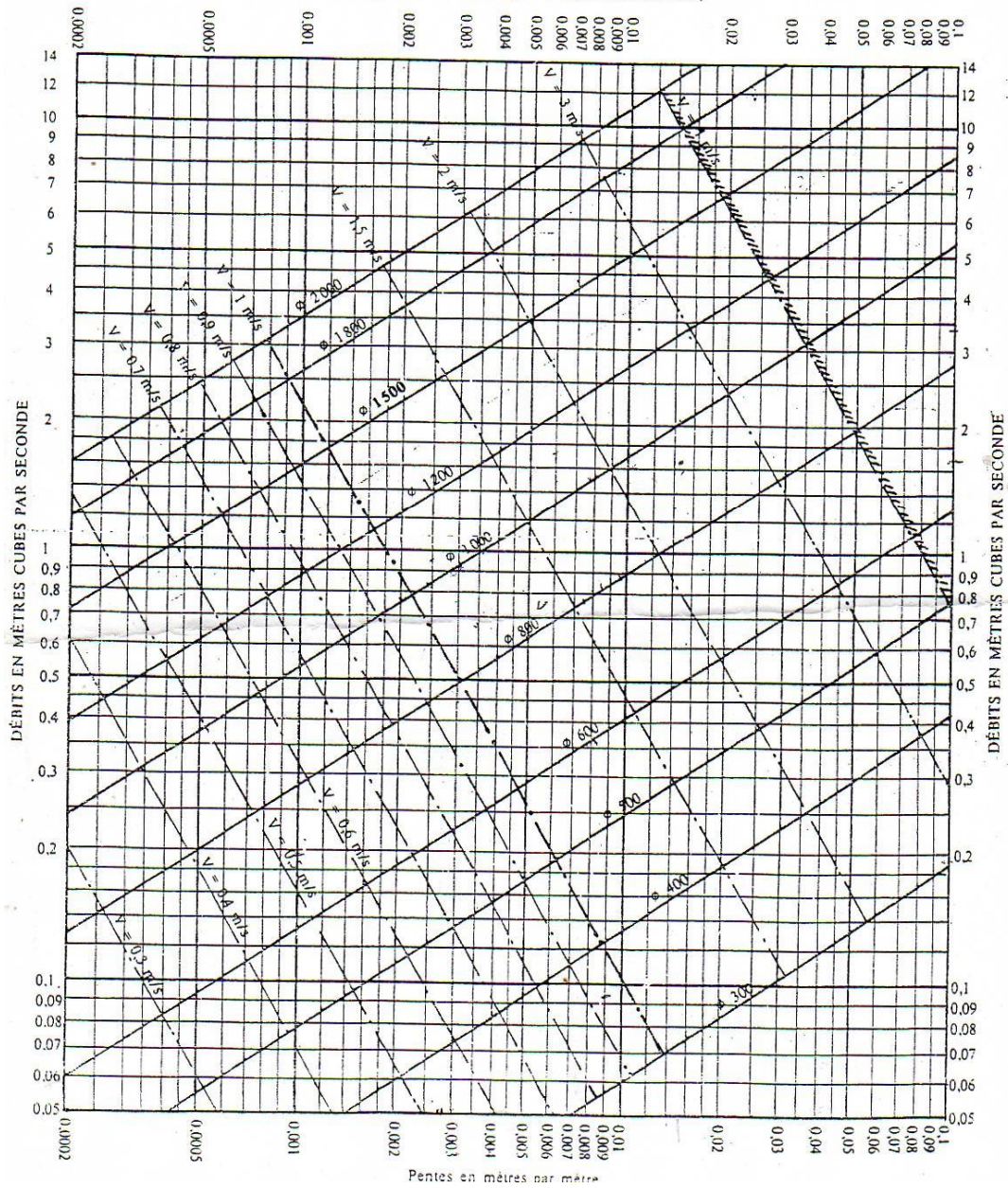


Exemple - Pour un ouvrage circulaire rempli aux 3/10, le débit est les 2/10 du débit à pleine section et la vitesse de l'eau est les 78/100 de la vitesse correspondant au débit à pleine section

Abaque n°1

ANNEXE VII

RÉSEAUX PLUVIAUX EN SYSTÈME UNITAIRE OU SÉPARATIF (Canalisations circulaires – Formule de Bazin)



Abaque n°2 : de variation des diamètres et des vitesses en fonction de débit et de la pente (D'après la formule de Bazin)

