

Session : Septembre 2020

Dédicace :

Je dédie ce travail

À ma famille qui a fait de moi ce que je suis aujourd'hui

Particulièrement à mes très chers parents que je ne pourrais jamais assez les remercier car leur affection, leur bienveillance et leur présence à mes côtés sont la source de ma force.

À monsieur l'ingénieur : Arraria Halim et Abada

et à mes oncles : Hadji Lazreg; Mahboub Med

et à mes tantes : Hadji Rebiha et Hadji Zoulikha

Une spéciale dédicace à ma grand-mère et ma grande famille

À mes amis

et tous ceux qui m'aiment et qui m'aident

*Je vous remercie de tout mon cœur, et vous souhaite tout le bonheur du monde.
Que dieu vous garde pour moi.*

Abdellaoui Mohamed Oussama

Remerciement :

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

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

Toute ma gratitude à mon promotrice M^{me} MEDDI H. pour sa disponibilité, son aide et ses conseils.

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

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

Sans oublier mes amis qui m'ont beaucoup encouragé, et toutes les personnes ayant contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.

ملخص

تهدف هذه المذكرة أساسا الى دراسة شبكة التطهير لحي " زعرورة " (و. تيارت). حيث تطرقنا الى تقدير قيمة كل من المياه المستعملة و مياه الأمطار و قمنا بتحديد مخطط لوضع هذه الشبكة حيث أخذنا بعين الاعتبار كل المعطيات اللازمة و المتعلقة بالمنطقة (طبوغرافيا , المناخ , المخطط المعماري) كل هذا بغية صرف المياه خارج المدينة الى محطة تصفية المياه المستعملة وفقا للمقاييس المعمول بها مراعيين الشروط الأساسية للحفاظ على البيئة و المحيط .

الكلمات المفتاحية: محطة تصفية المياه – شبكة التطهير – المياه المستعملة – مياه الأمطار.

Résume :

Notre mémoire a pour objectif principale l'étude du réseau d'assainissement de la cite de « ZAAROURA ».

C'est dans ce sens que nous avons évalué les différents débits usées et pluviaux et tracé le réseau d'évacuation tout en prenant en considération les données de la cite (Topographie, plan d'urbanisation, climat ... etc.). Par la suite les eaux seront évacuées vers la station d'épuration existante située à la sortie de la ville de Tiaret ; où les rejets seront traités selon les normes pour préserver l'environnement.

Mots clés : Station d'épuration– système d'assainissement – eau usée – eau pluviale.

Abstract:

This study aims to discuss the sewage network of district of « ZAAROURA » . We have evaluated the different discharge of waters and we have made the evacuation the network, taking into account the data of our city (topographical and urbanization maps ... etc.) and the evacuation of waste waters, without harming the environment, in to the water treatment plant out of the city.

Keywords: wastewater treatment plant– sanitation system – rainwater –used water.

T A B L E D E S M A T I E R E S

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des planches

Introduction générale

Chapitre I : Présentation de la zone d'étude

Introduction :	2
I.1 Situation géographique de ZAAROURA :	3
I.2 Situation topographique :	3
I.2.1 Topographie:	3
I.3. Situation géologique :	3
I.4 Situation hydrogéologique :	3
I.4.1 Les eaux souterraines :	3
I.5 Situation climatique :	3
I.5.1 Climat :	3
I.5.2 Température :	4
I.5.3 Pluviométrie :	4
I.5.4 Les vents :	4
I.5.5 Sismicité :	4
I.6. Situation démographique :	5
I.7. Situation hydraulique :	6
I.7.1 Alimentation en eau potable :	6
I.7.2 Assainissement :	6
Conclusion :	6

Chapitre II: Etude hydrologique

Introduction :	7
II.1 Généralité :	7
II.1.1 Les averses :	7
II.1.2 Choix de la période retour :	7
II.1.3 Intensité moyenne maximale de précipitation :	8
II.2 Etude des précipitations :	8
II.3 Ajustement de la série :	10
II.3.1. Ajustement de la série pluviométrique à la loi de Gumbel :	10
a. Ajustement de la série pluviométrique à la loi de Gumbel (logiciel HYFRAN) :	13
II.3.2 Ajustement de la série pluviométrique à la loi de Galton :	14
a) Procédé d'ajustement :	15
b) Ajustement de la série pluviométrique à la loi Galton (logiciel HYFRAN) :	16
II.3.3 Choix de loi d'ajustement :	18
(a) Test graphique :	18
(b) Test d'adéquation de Khi-deux : « χ^2 » :	18
II.4 Calcul de l'intensité de la pluie de durée 15 minutes et de la période de retour de 10 ans par la formule de MONTANARI :	20
Conclusion :	20

Chapitre III: Calcul de base

Introduction :	21
III.1 Découpage de l'air d'étude en surfaces élémentaires :	21
III.1.1 Définition :	21
III.2 Systèmes d'assainissement :	21
III.2.1 Système unitaire :	22
III.2.2 Système séparatif :	22
III.2.3 Système pseudo-séparatif :	23
III.2.4 Les avantages et les inconvénients des trois systèmes d'assainissement :	24
III.3 Choix du système d'assainissement :	25
III.4 Schéma d'évacuation :	25
III.4.1 Schéma par déplacement latérale :	25
III.4.2 Schéma perpendiculaire :	26
III.4.3 Schéma collecteur transversal ou oblique :	26
III.4.4 Schéma à collecteur étagé :	27
III.4.5 Schéma à centre collecteur unique et le schéma radiale :	27
III.5 Choix du schéma d'évacuation :	27
III.6 Choix de découpage des sous bassins :	28
III.7 Détermination du coefficient de ruissèlement :	28
III.8 Estimation des coefficient de ruissèlement pour chaque sous bassin :	31
III.9 Calcul de nombre d'habitant pour chaque sous bassin :	32
III.9.1 Coefficient de ruissèlement pondéré :	32
III.9.2 Calcule de la densité partielle :	32
Conclusion :	33

Chapitre IV: Estimation des débits à évacuer

Introduction :	34
IV.1 Evaluation des débits des eaux usées :	34
IV.1.1 Nature des eaux usées à évacuer :	34
a) Les eaux usées d'origines domestique :	34
b) Les eaux industrielles :	35
c) Les eaux des services publics :	35
d) Les eaux parasites :	35
IV.1.2 Evaluation des débits des eaux usées domestiques :	35
IV.1.2.1 Evaluation du débit moyen journalier :	36
IV.1.2.2 Evaluation du débit de pointe :	36
IV.2 Evaluation des débits des eaux pluviales :	38
IV.2.1 La méthode rationnelle :	38
IV.2.1.1 Hypothèses de la méthode rationnelle :	39
IV.2.1.2 Validité de la méthode rationnelle :	39
IV.2.1.3 Temps de concentration :	39
IV.2.1.4 Critique de la méthode rationnelle :	40
IV.2.2 La méthode superficielle (méthode de Caquot):	41
IV.2.2.1. Evaluation des paramètres de Caquot :	42
IV.2.2.2. Temps de concentration :	43
IV.2.2.3 Validité de la méthode superficielle :	43
IV.2.2.4. Formules d'assemblage et d'équivalence :	43
IV.2.2.5 Critique de la méthode superficielle :	44
IV.3 Choix de la méthode :	45
IV.4 Evaluation des débits totales pour chaque sous bassin :	46
Conclusion :	46

Chapitre V: Dimensionnement du réseau d'assainissement

Introduction :	47
V.1 Principe de conception d'un système d'assainissement :	47
V.2 Mode de dimensionnement des canalisations :	48
V.2.1. Base de calcul :	48
V.2.2. Formule de MANNING-STRICKLER :	48
V.2.3. Formule de BAZIN :	50
V.3 Conditions d'autocurage :	51
V.4 Normes d'écoulement et d'implantation :	51
V.4.1. Canalisations des eaux pluviales:	51
V.5 Résultats du dimensionnement :	51
Conclusion :	52

CHAPITRE VI: Les éléments constitutifs du réseau

Introduction :	53
VI.1 Les ouvrages principaux	53
VI.1.1 Les canalisations :	53
a. Canalisations à section circulaire :	53
b. Choix du type de canalisation :	55
c. Différentes actions supportées par la conduite :	55
VI.1.2 Les joints et assemblage des conduites :	55
a. Joints des conduites en béton armé :	55
b. Assemblage des conduites en PVC :	57
1. Assemblage par collage à froid :	57
2. Assemblage a joint :	57
VI.2 Les ouvrages annexes :	58
VI.2.1. Les ouvrages normaux :	58
a. Les branchements :	58
b. Les caniveaux :	59
c. Les bouches d'égout :	59
d. Les fossés :	60
e. Les regards :	60
VI.2.2. Les ouvrages spéciaux :	62
a. Déversoir d'orage :	62
a.1 Composition des organes d'un déversoir d'orage :	63
a.2 Positionnement :	64
a.3 Les différents types des déversoirs d'orage :	65
A. Les ouvrages à seuil déversant :	65
B. Les ouvrages n'utilisant pas le seuil :	67
C. Déversoir By-pass :	68
a.4 Les ouvrages annexes du déversoir d'orage :	68
a.5 Dimensionnement du déversoir d'orage :	70
b. Les bassins de retenue des eaux pluviales :	72
b.1 L'objectif des bassins :	73
b.2 Types de bassin rencontrés :	73
b.3 Dimensionnement du bassin de rétention :	74
Conclusion :	76

CHAPITRE VII: Organisation du chantier

Introduction :	77
VII.1 Exécution des travaux :	77
VII.1.1. Manutention et stockage des conduites :	77
VII.1.2. Décapage de la couche de terre végétale :	79

VII.1.3. Exécution des tranchées et des fouilles des regards :	79
VII.1.4. Aménagement du lit de sable :	79
VII.1.5. Emplacement des jalons des piquets :	80
VII.1.6. Pose des canalisations dans la tranchée :	80
VII.1.7. Assemblage des canalisations :	80
VII.1.8. Essai d'étanchéité :	81
VII.1.9. Réalisation des regards :	81
VII.1.10. Remblaiement et compactage des tranchées :	81
VII.1.11. Réalisation des branchements :	82
VII.1.12 Choix des engins :	82
VII.2 Devis quantitatif et estimatif :	84
VII.2.1. Détermination des différents volumes :	85
➤ Volume du décapage de la couche végétale :	85
➤ Volume du déblai des tranchées :	85
➤ Volume occupé par le lit de sable :	86
➤ Volume occupé par les conduites :	86
➤ Volume du remblai :	86
➤ Volume excédentaire :	86
VII.3 Sécurité de travail :	87
Introduction :	87
VII.3.1. Les causes des accidents :	88
VII.3.2. Les actions et conditions dangereuses :	88
VII.3.3 Organisation de la prévention des accidents du travail :	89
Conclusion :	90
Conclusion générale	91

Références bibliographiques

Annexe

L I S T E D E S T A B L E A U X

Chapitre I : Présentation de la zone d'étude

Tableau I-1 : Evolution de la population	6
--	---

Chapitre II: Etude hydrologique

Tableau II-1 : Série d'observation des précipitations maximales journalière (N=31)	9
Tableau II-2 : Caractéristiques de la série	10
Tableau II-3 : L'ajustement des pluies maximales journalières par la loi de Gumbel	12
Tableau II-4 : Résultat de l'ajustement par la loi de Gumbel (HYFRAN)	13
Tableau II-5 : Ajustement de la série pluviométrique à la loi de Gumbel.....	14
Tableau II-6 : L'ajustement des pluies maximales journalières par la loi de Galton.....	16
Tableau II-7 : Résultat de l'ajustement à la loi de Galton (HYFRAN).....	17
Tableau II-8 : Ajustement de la série pluviométrique à la loi de Galton.....	17
Tableau II-9 : Les calculs par le logiciel HYFRAN	19

Chapitre III: Calcul de base

Tableau III-1 : Avantages et inconvénients des différents systèmes.....	24
Tableau III-2 : Valeurs du coefficient de ruissellement en fonction du type d'occupation du sol	29
Tableau III-3 : Valeurs du coefficient de ruissellement en fonction de la catégorie d'urbanisation	30
Tableau III-4 : Valeurs du coefficient de ruissellement en fonction de la densité de population	30
Tableau III-5 : Valeurs du coefficient de ruissellement en fonction de la nature des surface.	31
Tableau III-6 : Coefficients de ruissellement pour chaque sous bassin	31
Tableau III-7 : Répartition de la population	32

Chapitre IV: Estimation des débits à évacuer

Tableau IV-1: Evaluation des débits d'équipements pour chaque sous bassin	37
Tableau IV-2 : Evaluation des débits de pointe.....	38
Tableau IV-3 : Formules d'assemblage des bassins versants dans la méthode de Caquot.	44
Tableau IV-5 : Evaluation des débits pluviaux pour chaque sous bassin.....	45
Tableau IV-5 : Débits totaux pour chaque sous bassin	46

Chapitre VII: Organisation de chantier et sécurité de travail.

Tableau VII-1 : Devis estimatif des coûts de projet	87
Tableau VII-2 : Détermination des délais.....	88

LISTE DES FIGURES

CHAPITRE I : Présentation de la zone d'étude

Figure I-1 : Localisation de la zone d'étude	2
Figure I-2 : Carte de zone sismique de l'Algérie	5

CHAPITRE II: Etude hydrologique

Figure II-1 : Ajustement de la série pluviométrique à la loi de GUMBEL	14
Figure II-2 : Ajustement de la série pluviométrique à la loi de Galton	18

CHAPITRE III: Calcul de base

Figure III-1 : Système unitaire	22
Figure III-2 : Système séparatif.....	23
Figure III-3 : Système pseudo-séparatif	23
Figure III-4 : Schéma par déplacement latéral.....	25
Figure III-5 : Schéma perpendiculaire au cours d'eau	26
Figure III-6 : Schéma à collecteur transversal ou oblique	26
Figure III-7 : Schéma à collecteur étagées.....	27
Figure III-8 : Schéma à centre collecteur	27
Figure III-9 : Schéma radial	27
Figure III-10 : Découpage de la zone d'étude en sous bassin	28

CHAPITRE VI : Les éléments constitutifs du réseau

Figure VI-1 : Conduites en béton armé	54
Figure VI-2 : Conduite en fonte	54
Figure VI-3 : Divers joints sur tuyau en béton.....	56
Figure VI-4 : Assemblage a joint	58
Figure VI-5 : Exemple d'un type des caniveaux.....	59
Figure VI-6 : Bouches d'égouts	60
Figure VI-7 : Regard latérale	61
Figure VI-8 : Regard double	61
Figure VI-9 : Regard de chute.....	62
Figure VI-10 : Schéma de principe du déversoir d'orage	64
Figure VI-11 : Schéma d'un déversoir à seuil latéral	66
Figure VI-12 : Exemple de déversoir frontale.....	67
Figure VI-13 : Schéma d'un déversoir à seuil double	67
Figure VI-14 : Conception détaillée d'un déversoir d'orage	70

Figure VI-15 : Schéma du bassin de rétention	76
--	----

CHAPITRE VII: Organisation du chantier

Figure VII-1 : Chargement des canalisations.....	78
Figure VII-2: Déchargement des canalisations	78
Figure VII-3: Lit de pose	80
Figure VII-4 : Niveleuse	82
Figure VII-5: Bulldozer	83
Figure VII-6 : Pelle à chenille	83
Figure VII-7: Chargeuse	84
Figure VII-8: Compacteur à rouleaux lisses	84
Figure VII-9 : Organisation de la prévention des accidents du travail	90

L I S T E D E S P L A N C H E S

Planche n°1/4 : Plan de masse avec levé topographique

Planche n°2/4 : Tracé du réseau projeté d'assainissement

Planche n°3/4 : Plan de situation

Planche n°4/4 : Profil en long (réseau unitaire)

Introduction

INTRODUCTION GENERALE

L'assainissement est une démarche visant à améliorer la situation sanitaire globale de l'environnement dans ses différents composants, il comprend la collecte, le traitement et l'évacuation par voie hydraulique un grand débit des eaux usées et pluviales vers des collecteurs qui assurent le rejet dans un exutoire, 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 et l'évolution du mode de vie conduisent à une augmentation rapide des structures urbaines, qui comprennent d'importantes surfaces imperméabilisées et d'importants besoins en eau, qui se produisent par une augmentation constante du volume des rejets pollués, à cause de manque des données concernant l'ancien réseau d'assainissement de la localité de ZAAROURA, on a travaillé comme-ci une nouvelle cite.

C'est donc dans ce sens que nous avons élaboré ce mémoire, qui est axé sur la conception d'un système d'évacuation des eaux usées et pluviales de la cite de ZAAROURA, située au Sud-Ouest de la Wilaya de TIARET.

Afin de mieux entamer ce travail, On présentera en premier lieu les caractéristiques de notre agglomération, puis nous allons traiter l'étude hydrologique et par la suite le dimensionnement du système d'évacuation que nous proposerons. On s'intéressera également aux éléments constitutifs du réseau de ce système, leur dimensionnement ainsi que le traitement des rejets.

Chapitre 01-

**Présentation de la zone
d'étude**

Introduction :

Avant d'engager n'importe quel projet d'assainissement, l'étude du site est nécessaire pour connaître les caractéristiques physiques du lieu et les facteurs qui influencent sur la conception de ce projet.

Chaque site présente des spécificités touchant en particulier l'assainissement qui peuvent se répartir en (04) état :

- les données naturelles du site; les données relatives à l'agglomération;
- les données relatives au développement futur de l'agglomération,
- les données propres à l'assainissement;

Donc la présentation de l'agglomération est une étape importante pour procéder à l'exécution de l'étude et de l'extension du réseau d'assainissement.

I.1. Situation géographique:

La cite de Zaaroura relève de la wilaya de Tiaret qui se située au Nord-Ouest de l'Algérie à une altitude comprise entre 900 m à 1000 m, elle est délimitée:

- Au Nord par la wilaya de Tissemsilt et Relizane ;
- Au Sud, par les wilayas d'El bayedh et Laghouat;
- l'Est par Djelfa;
- À l'Ouest par Mascara et Saïda.

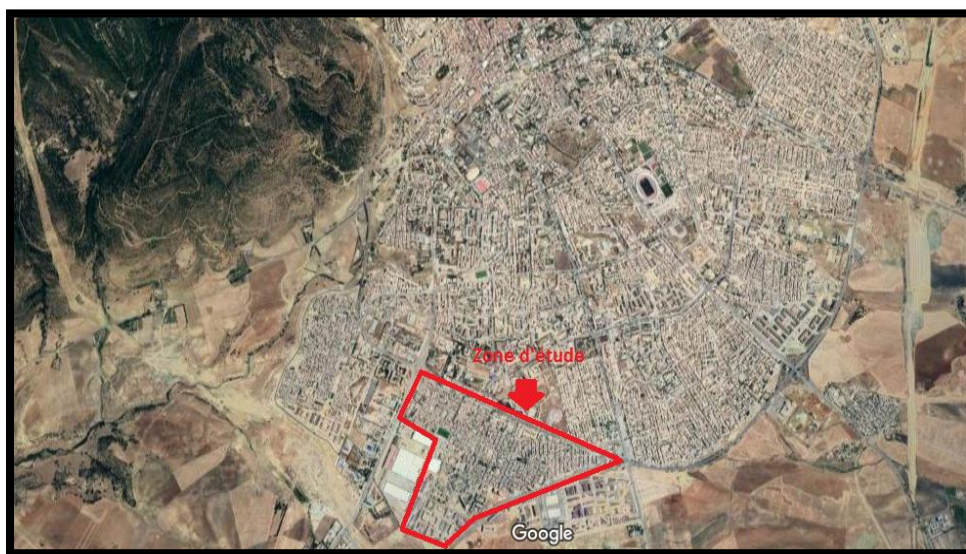


Figure I.1 : Localisation de la zone d'étude. Source (Google maps)

I.2. Situation topographique:**I.2.1. Topographie:**

L'étude de la topographie s'avère indispensable et joue un rôle important dans la conception du réseau, vu que l'évacuation des eaux s'effectue gravitairement sauf dans le cas où le relief exige un relèvement.

La cite de Zaaroura est caractérisée par une forte dénivelée dont les altitudes varient de : 900m à 1000m.

I.3. Situation géologique:**I.3.1. Géologie :**

La zone se caractérise par une série de petites collines intercalées de vallées peu profondes. Elle est constituée par des calcaires et des marnes du pliocène. Les affleurements (de cailloux, sables grossiers, galet) Sont importants au bas des versants.

I.4. Situation Hydrogéologique:**I.4.1. Les eaux souterraines :**

La structure géologique ne permet pas la constitution des nappes aquifères. Les formations greneuses du miocène recèlent des petits niveaux aquifères perches alimentes exclusivement par les eaux de pluie.

I.5. Situation climatique:**I.5.1. Le climat :**

L'étude climatique est très importante, elle nous renseigne sur la pluviométrie, les températures, les taux d'humidité, les vents, les jours de sirocco et de gelée.

La cite de Zaaroura se caractérise par de rudes conditions climatiques.

Le climat a été toujours marqué par le semi-aride de type continental, il se caractérise par des hivers froids et des étés moyennement chaud et sec.

I.5.2. La température :

L'analyse des données montre deux saisons bien distinctes durant l'année, une saison froide et une saison chaude.

Les moyennes les plus basses sont enregistrées pendant trois mois de la période d'hiver :

décembre ($2,8^{\circ}$); janvier ($1,7^{\circ}$) et février ($2,8^{\circ}$).

Durant la saison chaude les températures dépassent 25 ° à partir de juin jusqu'à septembre.

Les observations des températures de la zone orientale durant la période 1988 – 2018.
(Source ANRH)

I.5.3. La pluviométrie :

Selon l'annuaire pluviométrique de l'Algérie établi par l'agence nationale des ressources hydrauliques (A.N.R.H), Les précipitations sont marquées par une irrégularité saisonnière.

La pluviométrie moyenne annuelle varie de 200 à 350 mm/an.(de 1988 jusqu'à 2018).

I.5.4. Le vent :

La vitesse du vent moyenne annuelle est de (3 à 4 m/s), ils sont violents en printemps et en automne. Les vents prédominants dans la région sont de direction Ouest et Nord-Ouest. (Source DRE Tiaret 2018).

I.5.5. Sismicité :

D'après le règlement parasismique Algérien (version 2003), la wilaya de Tiaret est classée dans la zone une (01) de la carte de zonage sismique du territoire national, où les activités sismiques sont faibles et ne nécessitent pas de mesures spéciales ou antisismiques lors de l'édification des ouvrages. ⁽⁴⁾

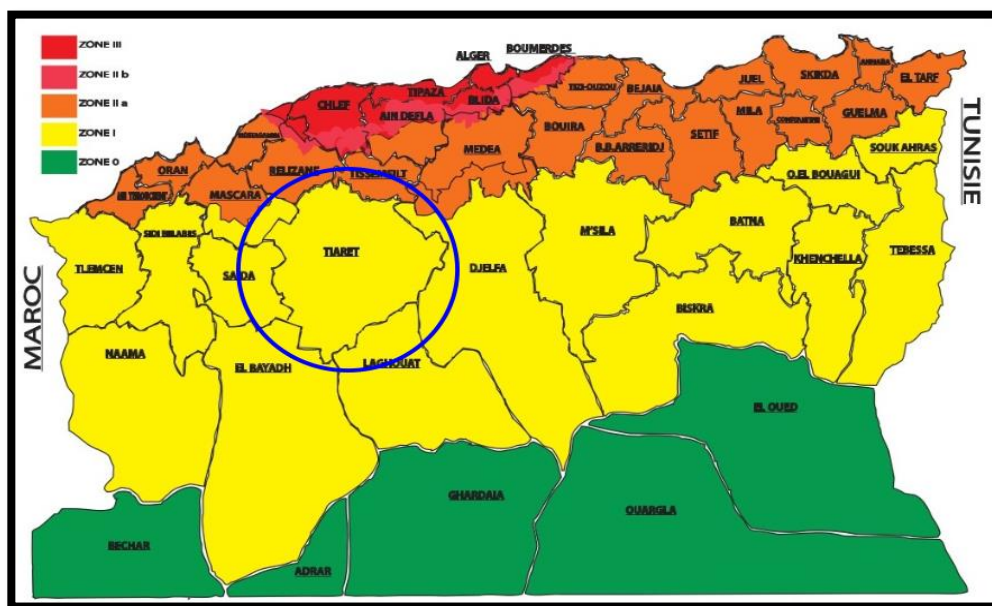


Figure I.2 : Carte de zonage sismique de l'Algérie. Source (GCA).

I.6. Situation démographique :

Dans toutes les études d'assainissement, et afin de déterminer les perspectives à court, moyen, voir à long terme, on fixe le taux global d'accroissement naturel de la population de 3,2%.

Le nombre d'habitant prévu de la cite de Zaaroura est de 33048 habitants.

On peut estimer le nombre d'habitants pour différents horizons, en se référant à la loi des accroissements géométriques donnés par la relation suivante :

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

Avec :

P_n: La population future (hab).

P₀: La population de référence (hab).

T : Taux d'accroissement, T=3,2 (source APC TIARET).

N : L'écart d'années entre les deux horizons (ans).

N=30ans.

Nous pouvons dresser un tableau de la population jusqu'à l'horizon 2050.

Tableau I.1 : Evolution de la population.

Année	2020	T	2030	2040	2050 (a long terme)
Population	33048	3,2	45284	62050	85023

I.7. Situation hydraulique :

I.7.1. Alimentation en eau potable :

L'alimentation en eau de la cite de Zaaroura est assurée à partir des barrages et des forages implantés dans le périmètre de captage de la wilaya de Tiaret.

Le Barrage Benkhadda d'une capacité de 46 Mm³ constitue la ressource principale pour la wilaya.

L'alimentation se fait par le biais d'une chaîne de refoulement : 04 stations de pompage plus une station de traitement.

I.7.2. Assainissement

La cite de Zaaroura dispose d'un réseau d'assainissement de type unitaire, avec un rejet vers une station d'épuration à la sortie de TIARET.

Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons essayé de représenter la zone, connaitre la situation topographie, climatologique, géologique, démographique et en fin hydraulique.

Ces différentes informations représentent les premières données de base pour l'élaboration de notre travail qui la conception d'un nouveau réseau d'assainissement pour la cite de Zaaroura.

Chapitre -02-

Etude hydrologique

Introduction :

L'hydrologie est définie comme la science qui s'intéresse à tous les aspects du cycle de l'eau, et en particulier aux échanges entre la mer, l'atmosphère, la surface terrestre et le sous-sol. L'hydrologie contribue à la connaissance et gestion des ressources en eau et à la leur durabilité en rapport avec les bassins versants environnementaux. ⁽⁷⁾

Elle représente aussi une partie très importante dans le calcul d'un réseau d'assainissement.

Cette étude pour but de déterminer le débit spécifique (intensité moyenne maximale des pluies) des eaux pluviales pour une période de retour bien choisie avec un modèle plus adéquat.

II.1. Généralité :**II.1.1. Les averses:**

Une averse est un mode de précipitations se caractérisant par un début, une fin brusque et des variations rapides d'intensité, souvent forte et de courte durée (varie entre quelques minutes et plusieurs dizaines d'heures).

Le volume d'eau qui tombe est déterminé sur un hydrogramme suite au dépouillement d'un pluviographe enregistrant la variation de la lame (H) d'eau dans le temps (Δt). ⁽⁷⁾

II.1.2. Choix de la période de retour :

La période de retour, ou période de récurrence, caractérise le temps statistique ou du nombre d'années séparant un événement de grandeur donnée d'un second événement d'une grandeur égale ou supérieur. Ce terme est très utilisé pour caractériser les risques naturels comme les tremblements de terre, la crue ou l'inondation, la tempête, l'orage, etc.

Le choix d'une période de retour dans la conception des réseaux d'assainissement, est généralement de 10 ans. ⁽⁶⁾

II.1.3. L'intensité moyenne maximale de précipitation:

Lors de l'étude d'une averse, l'analyse de cette intensité moyenne maximale est très importante dans le dimensionnement des réseaux d'égout. On définit l'intensité moyenne maximale (mm/h) comme la hauteur d'eau précipitée par unité de temps. ⁽³⁾

Elle est exprimée comme ci-après: $I_m = \frac{h}{t}$

Avec:

I_m : intensité moyenne en mm/h.)

h : hauteur de pluie tombée pendant la durée t.

II.2. Etude des précipitations:

Pour l'étude de précipitations en assainissement on a besoin d'une série comportant les précipitations maximales journalières pour une période la plus longue possible fournie par l'A.N.R.H de TIARET. (Tab N°II.1)

Les données pluviométriques ont été prélevées de la station de Rechaïga et fournies par l'A.N.R.H de Tiaret.

Tableau II.1:Série d'observation des précipitations maximales journalière (N=31 ans).

Pluies maximales journalières (mm)													
P max (mm)	sept	Oct	nov	Dec	Janv	fev	mars	avril	mai	juin	juil	aout	annuel
1988	45.7	15.4	7.3	15.3	16.7	15	0	0	10.7	22	33.8	13.2	45.7
1989	18.4	15	28.7	23.1	34.1	16.2	3.7	56.3	21.9	0	29.3	11.6	56.3
1990	32.5	0	18..1	15.6	40.4	0	21.2	0	3.9	17.7	14.1	27	40.4
1991	8.8	20	66.6	4.3	11.1	4.5	1.5	3.1	7.6	67	2.2	6.7	67
1992	30.5	6.9	35.2	11.2	45.4	8.3	4.8	16.7	4.3	6.5	4.3	16.6	45.4
1993	0	17.2	17.5	25.4	30	0	0	5.1	24	7.2	9.7	20.7	30
1994	8.5	24.1	5.4	9.2	0	0	4	24.6	87.4	85.4	7.7	11.4	87.4
1995	17.7	6.1	36	9.3	5.2	0	1.5	0.6	14.8	7	2.7	1.2	36
1996	18.5	89.1	51	34.8	6.3	35.9	33.7	10.9	16.3	8	1.5	25.2	89.1
1997	17.4	0	0	48.9	20.7	0	0	16.9	77.2	12.3	49.3	12.1	77.2
1998	10.8	23.4	6.7	24	41	0	0	0	16.5	5.5	8.6	15.8	41
1999	33.2	7.1	35.8	0	0	0	0	6.5	11.5	44	18.6	35.1	44
2000	0	0	0	4	17.5	0	0	0.3	4	1.3	48.7	31.8	48.7
2001	42.7	26.8	3.5	27.1	0	0	0	0.8	19.6	5.7	15	18	42.7
2002	0	6.1	12	18.4	22.5	0.4	1.3	7.5	5.7	9.3	3	4.8	22.5
2003	32.5	47.9	1.3	20.3	4.5	26.2	6.8	7.8	13.4	63.2	43.7	73.5	73.5
2004	0	12.1	0	0	0	21.6	0	0	11.3	22.2	8.7	25	25
2005	3.4	3.5	25.3	1.8	4.5	1.5	0	0	6.1	57.1	0	0	57.1
2006	40.1	38.1	4.8	20.8	68.3	29.2	0	1.3	13.6	6.3	2.2	28.8	68.3
2007	15.9	51.4	23.2	66.5	11	0	2.1	7.8	30.3	29.7	18	3.4	66.5
2008	7.9	31.2	32.9	6.6	24.6	14.8	10.9	6.3	20.8	62.7	16.8	21.8	62.7
2009	44.7	19.4	76.1	42.5	33.7	3. 3	1.9	12.9	77.1	4.6	40.8	29.6	77.1
2010	33.8	69.2	22.9	13.6	32	13.9	0	16.3	2.2	26.3	0	4.2	69.2
2011	21.1	43.2	13.7	14.6	36.9	20.5	4.9	0	0	41.2	46	7.4	46
2012	6.4	9.9	71.1	64.4	0	19.2	3.4	0	2.8	27.2	69.3	3.3	71.1
2013	39.7	21.7	55.7	63.9	25.5	0	0	1.5	5.8	0	21.4	37.7	63.9
2014	32.6	20.3	61.1	0.7	8.1	19.3	0	0	17.1	5.8	27.8	34.3	61.1
2015	2.3	6.12	2	0	12.8	0	0	9	15.4	52.5	13.4	0	52.5
2016	6.7	40.2	43.1	19	34.3	3.2	9.3	0	6.5	3.9	16.9	23.8	43.1
2017	58.3	0.9	2.3	1.2	20.5	14.2	0	3.3	2.3	10.2	10.4	23.5	58.3
2018	14.3	6	74	90.8	14.6	23.3	0	6.6	37.6	49.2	18.4	26.4	90.8

(Source A.N.R.H Tiaret)

Tableau II.2: Caractéristiques de la série.

Caractéristiques :	Formule :	valeurs :
La moyenne des $\overline{P_{\max,j}}$ (mm)	$\overline{P_{\max,j}} = \frac{\sum_{i=1}^N P_{\max,j}}{N}$	56,761
L'écart type « σ_x »	Pour $n \geq 30$ on a : $\sigma_{P_{\max,j}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (P_{\max,j} - \overline{P_{\max,j}})^2}{N}}$	18,2
La somme des $P_{\max,j}$	$\sum_{i=1}^N P_{\max,j}$	1759,6
Coefficient de variation « C_v » :	$C_v = \frac{\sigma_{P_{\max,j}}}{\overline{P_{\max,j}}}$	0,32
L'exposant climatique :	b = 0.46	

II.3. Ajustement de la série :

Les pluies maximales s'ajustent, généralement bien, aux lois suivantes

- La loi de GUMBEL
- La loi de GALTON

II.3.1. Ajustement de la série pluviométrique à la loi de GUMBEL (manuelle) :

La fonction de répartition de la loi de GUMBEL est :

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

$$\text{Avec : } y = \frac{x - x_0}{\alpha} : \text{variable réduite de Gumbel.} \quad (\text{II.3})$$

y : variable réduite de "GUMBEL"

x_0 : Paramètre de position en (mm).

x : précipitation maximale journalière en (mm) qui correspond à une fréquence F(x).

▪ **Procédé d'ajustement (par la méthode graphique) consiste à :**

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 :

$$F(x) = \frac{m-0,5}{n} \quad (II.4)$$

m : rang de précipitation.

n : nombre d'observations.

Calculer la variable réduite de GUMBEL donnée par la formule suivante :

$$y = - [\ln (- \ln F(x))] \quad (II.5)$$

▪ **Calcul des paramètres de l'ajustement de la loi de GUMBEL :**

$$x = \left(\frac{1}{\alpha} \right) y + x_0$$

$$\text{Soit : } P_{\max,j, p\%} = \left(\frac{1}{\alpha} \right) y + x_0 \quad (II.6)$$

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

$$\frac{1}{\alpha} = r \times \left(\frac{\sigma x}{\sigma y} \right) \quad \text{donc : } \frac{1}{\alpha} = 0,78 * \sigma x = 17,01 \text{ mm}$$

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\left[\sum_{i=1}^n ((x_i - \bar{x}))^2 \sum_{i=1}^n ((y_i - \bar{y}))^2 \right]^{0.5}} = 0.96$$

r : coefficient de corrélation.

$$x_0 = \bar{x} - \frac{1}{\alpha} \bar{y} \quad (II.7)$$

x₀ : ordonné à l'origine.

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

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^N y_i}{N} = 0,567$$

$$x_0 = 48.75 \text{ mm}$$

Donc la droite de GUMBEL devient : $x = 17,01 y + 48,75$

$$P_{\max,j, p\%} = 17,01 y + 48,75$$

Remarque :

On voit que $r = 0.96 > 0.8$, donc la corrélation est acceptable.

A partir du graphe nous tirons la précipitation maximale journalière pour une fréquence au non dépassement de 10 %. Le tracé de la droite est représenté sur papier GUMBEL (voir graphe N°II.1)

La variable réduite égale à : $y = - [\ln (- \ln F(90\%))] = 2,25$

D'où : $P_{\max j (10\%)} = 87,02 \text{ mm}$

Tableau II.3: L'ajustement des pluies maximales journalières par la loi de GUMBEL.

Valeur de départ (mm)	Classement (mm)	Rang	fréquence de HAZEN	Variable réduite y
45.7	22.5	1	0.0161	-1.418
56.3	25	2	0.0484	-1.108
40.4	30	3	0.081	-0.921
67	36	4	0.113	-0.779
45.4	40.4	5	0.145	-0.658
30	41	6	0.177	-0.549
87.4	42.7	7	0.2096	-0.446
36	43.1	8	0.242	-0.349
89.1	44	9	0.274	-0.258
77.2	45.4	10	0.306	-0.169
41	45.7	11	0.339	-0.078
44	46	12	0.371	-0.008
48.7	48.7	13	0.403	0.095
42.7	52.5	14	0.435	0.183
22.5	56.3	15	0.4677	0.274
73.5	57.1	16	0.5000	0.366
25	58.3	17	0.5322	0.461
57.1	61.1	18	0.564	0.557
68.3	62.7	19	0.598	0.665
66.5	63.9	20	0.629	0.768
62.7	66.5	21	0.661	0.882
77.1	67	22	0.693	1.003
69.2	68.3	23	0.726	1.139
46	69.2	24	0.758	1.283
71.1	71.1	25	0.79	1.445
63.9	73.5	26	0.822	1.629
61.1	77.1	27	0.855	1.854
52.5	77.2	28	0.887	2.121
43.1	87.4	29	0.919	2.471
58.3	89.1	30	0.952	3.012
90.8	90.8	31	0.984	4.127

a. Ajustement de la série pluviométrique à la loi de GUMBEL (Logiciel HYFRAN) :

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

Procédés d'ajustement :

- Lancement d'HYFRAN.
- Mettre la formule de HAZEN comme formule de probabilité empirique.
- Insérer les données (P journalière max classé).
- Ajuster à la loi GUMBEL (**méthode maximum de vraie semblance**).
- Tirer les coefficients de la droite
- On obtient comme droite : $P_{\max,j, p\%} = 17,036 y + 47,72$

Donc : $P_{\max(10\text{ans})} = 86,051 \text{ mm}$.

Tableau II.4 : Résultat de l'ajustement à la loi de GUMBEL (HYFRAN).

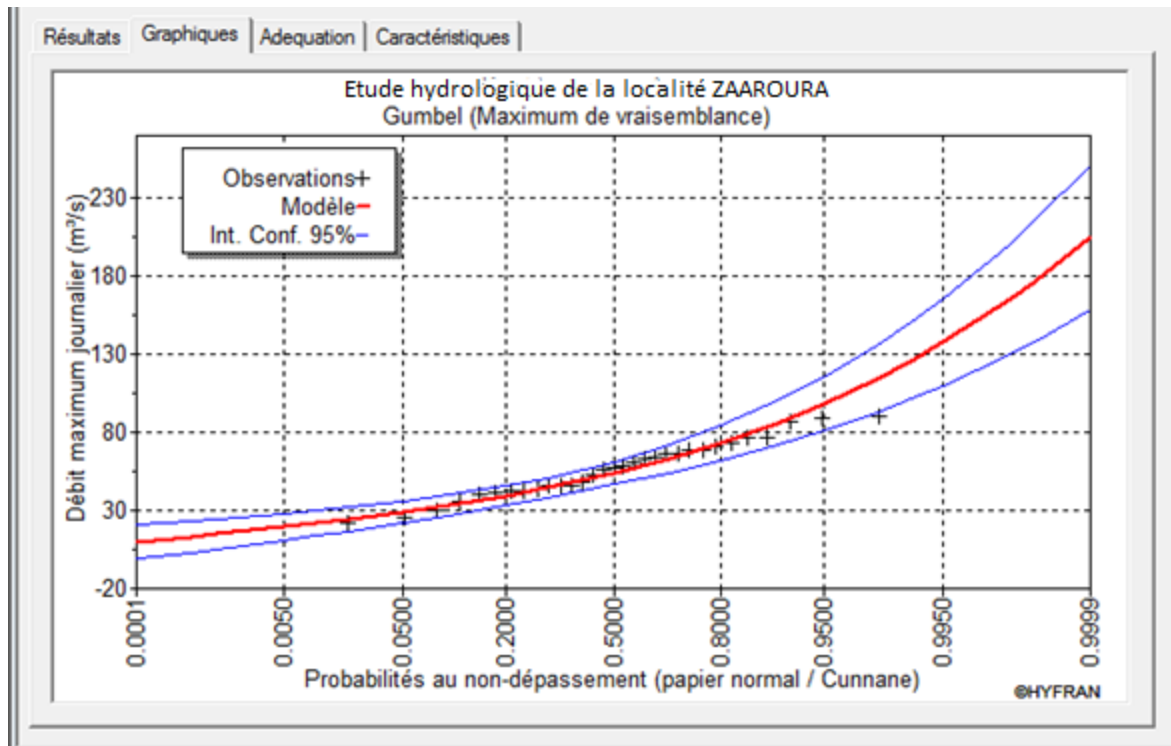
Résultats Graphiques Adequation Caractéristiques				
Projet	C:\Users\Bureau\Desktop\hyfran\HYFRAN\haricana.hyf			Taille 31
Titre	Ajustement à la loi GUMBEL			
T	q	XT	Ecart-type	Intervalle de confiance
10000.0	0.9999	205	23.7	158 - 251
2000.0	0.9995	177	19.8	138 - 216
1000.0	0.9990	165	18.1	130 - 201
200.0	0.9950	138	14.3	110 - 166
100.0	0.9900	126	12.6	101 - 151
50.0	0.9800	114	10.9	92.7 - 136
20.0	0.9500	98.3	8.78	81.1 - 116
10.0	0.9000	86.1	7.15	72.0 - 100
5.0	0.8000	73.3	5.55	62.4 - 84.1
3.0	0.6667	63.1	4.40	54.5 - 71.7
2.0	0.5000	54.0	3.58	46.9 - 61.0
1.4286	0.3000	44.6	3.10	38.5 - 50.6

Paramètres estimés
u : 47.7175
alpha : 17.036
Niveau de confiance 95 %
q = Probabilité au non-dépassement
Autre période de retour
f.d.p.

Tableau II.5 : Ajustement de la série pluviométrique à la loi de GUMBEL

pour la période de retour de 10 ans.

T(ans)	F (x)	P _p % (mm)	Ecart type	Intervalle de confiance
10	0,9000	86,1	7,15	72,0 – 100

**Figure II.1 :** Ajustement de la série pluviométrique à la loi de GUMBEL.

II.3.2. Ajustement de la série pluviométrique à la loi de Galton (manuelle) :

Loi de Galton à une fonction de répartition qui s'exprime selon la formule suivante :

$$f(x) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^x e^{-\frac{1}{2}u^2} du$$

f(x) : Fréquence au non dépassement.

La variable réduite est du forme : $u = \frac{x - \bar{x}}{\sigma_x}$ L'équation de la variable réduite présentée sous la forme : $\overline{\log x} + u_{p\%} \sigma_{\log x}$

Est l'équation d'une droite sur papier gauss-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 par la formule d'Henri.
3. Calcul des caractéristiques empiriques de la série initiale.
4. Calcul des caractéristiques de la série transformée en $\overline{\log x}$ et $\sigma_{\log x}$.
5. Report des valeurs sur papier gauss-logarithmique.
6. Détermination de la droite de Galton $\log x = \overline{\log x} + u_{p\%} \sigma_{\log x}$
7. Détermination de la valeur extrême soit graphiquement sur la droite, soit analytiquement par :

$$x_{p\%} = 10^{\log x_{p\%}}$$

D'où :

$$x_{p\%} = 10^{\overline{\log x} + u_{p\%} \sigma_{\log x}}$$

$u_{p\%}$: variable réduite de Gauss pour une fréquence donnée 10% ; $u_{p\%} = 1,28$.

▪ **Calcul des paramètres d'ajustement par la loi de Galton :**

$$\overline{\log x} = \frac{\sum \log x}{n} \quad ; \quad \overline{\log x} = 3,98 \text{ mm}$$

$$\sigma_{\log x} = \sqrt{\frac{\sum_1^{31} (\log - \overline{\log x})^2}{n}} = 0,35 \text{ mm.}$$

L'équation totale devient : $\log_x = 3,98 + u \cdot 0,35$.

$P_{\max j, 10\%} = 83,76 \text{ mm.}$

Tableau II.6 : L'ajustement des pluies maximales journalières par la loi de Galton.

Valeur de départ (mm)	Classement (mm)	Rang	fréquence de HAZEN	Variable réduite Y
45.7	22.5	1	0.0161	-2,486
56.3	25	2	0.0484	-2,171
40.4	30	3	0.081	-1,657
67	36	4	0.113	-1,143
45.4	40.4	5	0.145	-0,800
30	41	6	0.177	-0,771
87.4	42.7	7	0.2096	-0,657
36	43.1	8	0.242	-0,628
89.1	44	9	0.274	-0,571
77.2	45.4	10	0.306	-0,486
41	45.7	11	0.339	-0,457
44	46	12	0.371	-0,428
48.7	48.7	13	0.403	-0,286
42.7	52.5	14	0.435	-0,057
22.5	56.3	15	0.4677	0,143
73.5	57.1	16	0.5000	0,171
25	58.3	17	0.5322	0,228
57.1	61.1	18	0.564	0,371
68.3	62.7	19	0.598	0,457
66.5	63.9	20	0.629	0,514
62.7	66.5	21	0.661	0,600
77.1	67	22	0.693	0,628
69.2	68.3	23	0.726	0,685
46	69.2	24	0.758	0,743
71.1	71.1	25	0.79	0,800
63.9	73.5	26	0.822	0,914
61.1	77.1	27	0.855	1,028
52.5	77.2	28	0.887	1,057
43.1	87.4	29	0.919	1,400
58.3	89.1	30	0.952	1,486
90.8	90.8	31	0.984	1,514

b. Ajustement de la série pluviométrique à la loi de Galton (Logiciel HYFRAN) :

En suivant les mêmes étapes comme ceux cités précédemment :

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

Résultats Graphiques Adequation Discordance Caractéristiques				
Projet	C:\Users\Bureau\Desktop\hyfran\HYFRAN\haricana.hyf			Taille 31
Titre	Ajustement à la loi GALTON			
T	q	XT	Ecart-type	Intervalle de confiance
10000.0	0.9999	199	36.0	129 - 270
2000.0	0.9995	171	27.9	117 - 226
1000.0	0.9990	160	24.6	111 - 208
200.0	0.9950	133	17.8	98.4 - 168
100.0	0.9900	122	15.1	92.5 - 152
50.0	0.9800	111	12.5	86.3 - 135
20.0	0.9500	95.9	9.41	77.5 - 114
10.0	0.9000	84.4	7.27	70.1 - 98.6
5.0	0.8000	72.2	5.35	61.8 - 82.7
3.0	0.6667	62.5	4.14	54.4 - 70.6
2.0	0.5000	53.7	3.40	47.0 - 60.4
1.4286	0.3000	44.6	3.02	38.7 - 50.5

Paramètres estimés
mu : 3.98316
sigma : 0.352733
Niveau de confiance 95 %
q = Probabilité au non-dépassement
Autre période de retour
f.d.p.

Tableau II.8 : Ajustement de la série pluviométrique à la loi de Galton pour la période de retour de 10 ans

T (ans)	F (x)	P _p % (mm)	Ecart type	Intervalle de confiance
10	0,9000	84,4	7,27	70,1 – 98,6

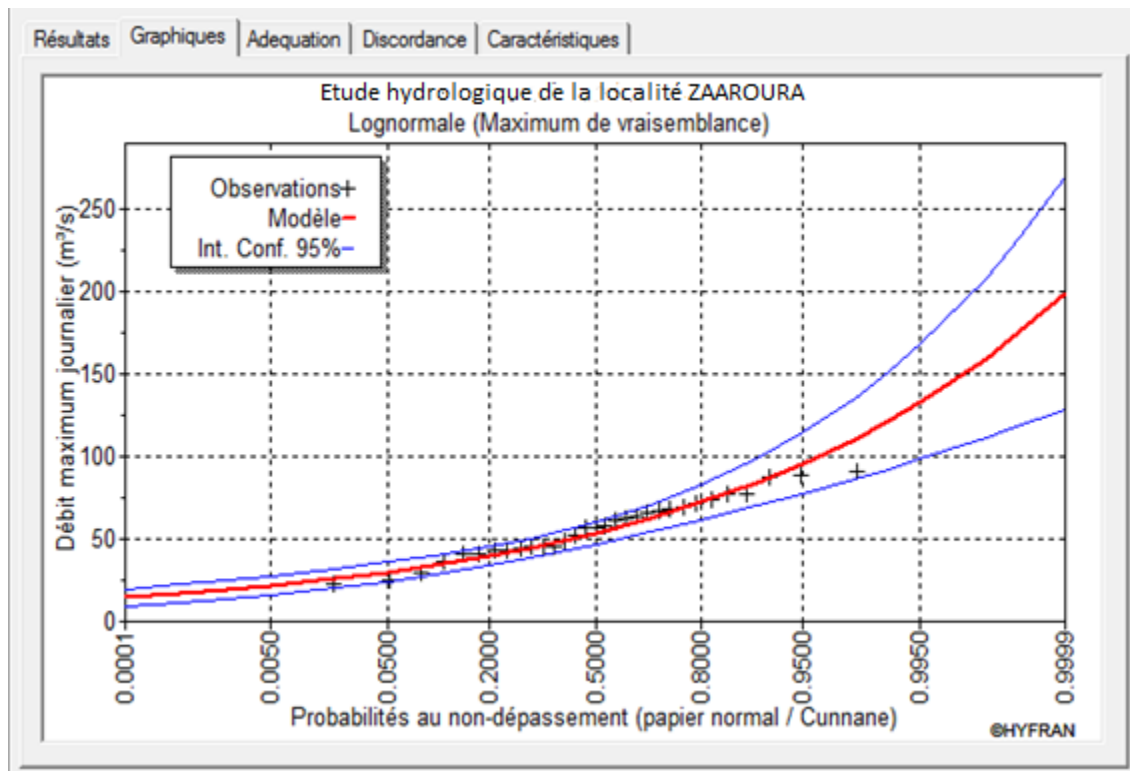


Figure II.2 : Ajustement de la série pluviométrique à la loi de Galton.

II.3.3 Choix de loi d'ajustement :

Lorsqu'on a procédé à un ajustement d'une loi de probabilité théorique, le problème qui se pose est de savoir si cette loi s'adapte ou non. Les critères de choix d'une loi sont liés à un ajustement graphique et un test de dispersion.

(a). Test graphique :

Ce test est basé sur une observation visuelle des graphes d'ajustement ; il consiste à examiner l'allure des points sur le papier de probabilité, et vérifier s'agit d'un bon alignement sans existence de mauvaises courbures.

▪ Interprétation des graphiques :

D'après l'examen visuel des graphiques d'ajustement présentés dans les figures II-1, II-2 on remarque que :

L'ajustement graphique à la loi de GUMBEL et à celle de Galton est meilleur les points sont très proches de la droite théorique avec une bonne convergence.

(b). Test d'adéquation de Khi-deux « χ^2 » :

Le but de l'application du test de Khi-deux de Pearson est de juger la compatibilité d'une loi statistique sur un échantillon donné de taille N. Pour connaître la fiabilité de ce test pour chaque ajustement, il faut d'abord calculer la valeur de χ^2 et de déterminer la probabilité correspondante à partir de la table de la fonction Khi-deux en fixant un seuil de signification α .⁽³⁾

Dans notre étude α est de 5% donc on aura :

Si $P(\chi^2) \geq 0,05$ ce qui conclut que l'hypothèse H_0 provient de la loi testée.

Si $P(\chi^2) < 0,05$ ce qui conclut que l'hypothèse H_0 ne provient pas de la loi testée.

Tel que: H_0 : si $P(\chi^2) \geq \alpha$

Dans notre cas, la valeur de χ^2 pour chaque loi a été calculée à l'aide du logiciel HYFRAN. ainsi que sa probabilité $P(\chi^2)$.

$\chi^2 = 4,00$ et $P(\chi^2) = 0,406 > 0,05$ pour la loi GUMBEL

$\chi^2 = 4,00$ et $P(\chi^2) = 0,406 > 0,05$ pour la loi GALTON.

- Interprétation des résultats du test :**

La condition du test est vérifiée pour les deux lois. Donc le test de Khi-deux montre que les lois GALTON et de GUMBEL sont adéquates.

Tableau II.9 : Les Calculs par le logiciel HYFRAN.

Résultats Graphiques Adequation Caractéristiques	
Nom du test :	Test du Khi carré
Projet :	C:\Users\Bureau\Desktop\hyfran\HYFRAN\haricana.hyf
Titre :	Test d'adéquation de Khi-deux
Hypothèses	
H0 :	L'échantillon provient d'une loi Gumbel
H1 :	L'échantillon ne provient pas d'une loi Gumbel
Résultats	
Résultat de la statistique :	$\chi^2 = 4.00$
p-value	$p = 0.4060$
Degrés de liberté :	4
Nombre de classes :	7
Conclusion	
Nous pouvons accepter H0 au niveau de signification de 5 %	

▪ Sélection de la loi :

Sachant que l'adéquation de l'ajustement par les deux lois est confirmée. Mais vu que plusieurs études en Hydrologie montrent que la loi Log-normale est celle qui s'adapte mieux au Nord d'Algérie (Montrer à partir du test graphique précédemment étudié des deux lois) donc on opte pour celle-ci : la loi de **Galton (Log-normal)**.

II.4. Calcul de l'intensité de la pluie de durée 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 :

$$I_{t15min,p\%} = I_{24,p\%} \left(\frac{t}{24}\right)^{b-1} \quad (II.8)$$

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

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

t : Durée de l'averse en heure, $t=0,25h = 15min$ pour une période de retour de 10 ans.

b : exposant climatique de la région ($b= 0,46$).

▪ D'après la loi Galton :

$$P_{maxj,10\%} = 84,4 \text{ mm}$$

Nous aurons donc :

$$I_{15min,10\%} = I_{24,10\%} \left(\frac{t}{24}\right)^{b-1} = \frac{P_{24,10\%}}{24} \left(\frac{t}{24}\right)^{b-1} = \frac{84,4}{24} \left(\frac{0,25}{24}\right)^{0,46-1}$$

$$I_{15min,10\%} = \mathbf{41,36 \text{ mm.}}$$

$$I_{15min,10\%} = \frac{41,36 \times 10000}{3600} = \mathbf{114.88 \text{ l/s/ha.}}$$

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

Conclusion :

L'étude hydrologique nous a permis de déterminer l'intensité moyenne des précipitations.

Pour l'estimation de débit on va prendre la valeur obtenue par la loi de Galton et on déterminera la valeur de l'intensité pluviale qui est le débit spécifique.

$$\mathbf{I = 114.88 \text{ l/s/ha}}$$

Chapitre-03-

Calcul de base

Introduction :

Dans ce chapitre nous essayerons de donner un bref aperçu en ce qui concerne les phases préliminaires avant le dimensionnement d'un réseau d'assainissement, parmi les quelles on trouve, le calcul de base. Cette partie consiste en :

- Le découpage de l'aire d'étude en sous bassin ;
- Le choix du système d'assainissement ;
- Le choix du schéma de collecte et d'évacuation des eaux ;
- L'estimation du coefficient de ruissellement ;

III.1. Découpage de l'aire d'étude en sous bassins élémentaires :**III.1.1. Définition:**

En général, le bassin versant est l'espace drainé par un cours d'eau et ses effluents sur un ensemble de versant, toutes les eaux dans cet espace s'écoulent et convergent vers un même point de sortie appelé exutoire.

Le bassin versant est limité par une ligne de partage des eaux qui correspond souvent aux lignes de crêtes.

Chaque bassin versant se subdivise en un certain nombre de bassins élémentaires (parfois appelés sous bassins) correspondant à la surface d'alimentation de chacun des affluents se jetant dans le cours d'eau principale, donc le découpage du site en sous bassins élémentaires doit être fait selon : ⁽³⁾

- La nature du terrain ;
- La densité des habitations ;
- Les courbes de niveau ;
- Les pentes et les contre-pentes ;
- Les limites naturelles (oueds, talwegs...).

III.2. Systèmes d'assainissement :

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

- Système unitaire

- Système séparatif
- Système pseudo-séparatif.

III.2.1. Système unitaire :

C'est un système de collecte où toutes les eaux (eaux usées et pluviales) transitent par une seule et même canalisation et se mélangent. ⁽⁷⁾

Généralement pourvu de déversoirs permettant en cas d'orage le rejet direct, par surverse, D'une partie des eaux dans le milieu naturel.

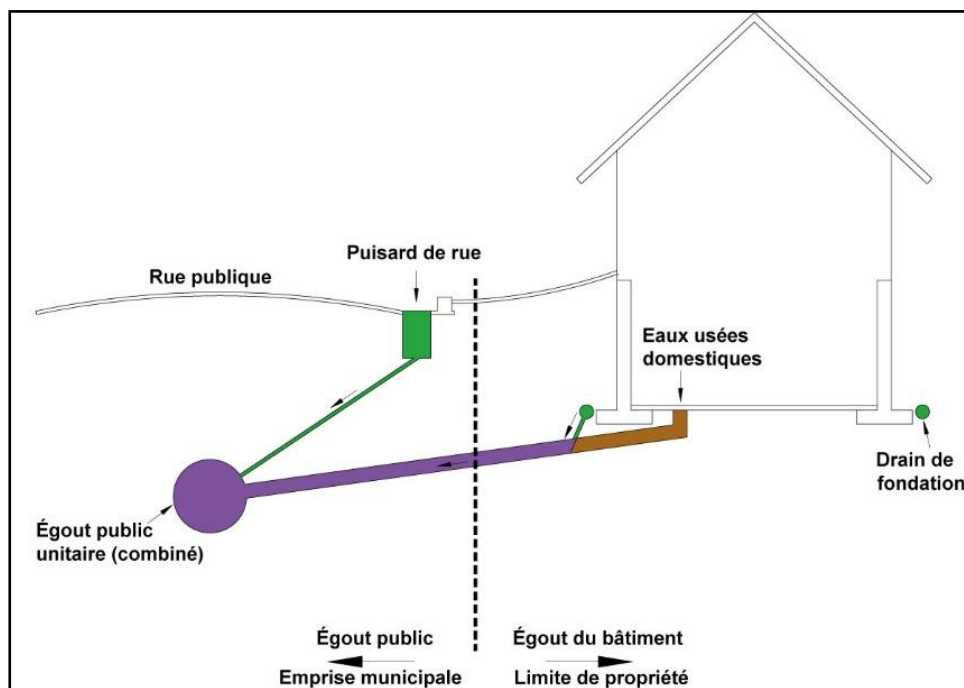


Figure III.1: Système unitaire. Source (Google).

III.2.2. Système séparatif:

Ce système 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 généralement directement vers un cours d'eau. ⁽⁷⁾

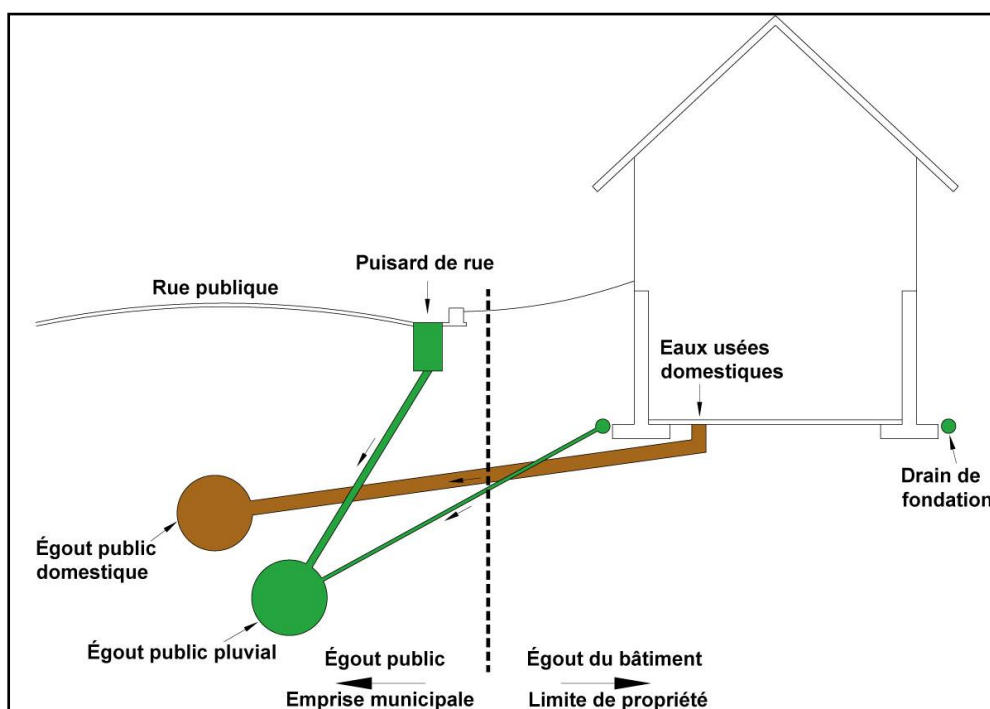


Figure III.2: Système séparatif. Source (Google).

III.2.3. Système pseudo-séparatif :

Le système pseudo séparatif est un système dans lequel on divise les apports des eaux pluviales en deux parties : L'une provenant uniquement des surfaces de voirie qui s'écoulent par des ouvrages particuliers (caniveaux, aqueducs, fossés avec évacuation directe dans la nature...). L'autre provenant des toitures et cours intérieures qui sont raccordées au réseau d'assainissement à l'aide des mêmes branchements que ceux des eaux usées domestiques. ⁽⁶⁾

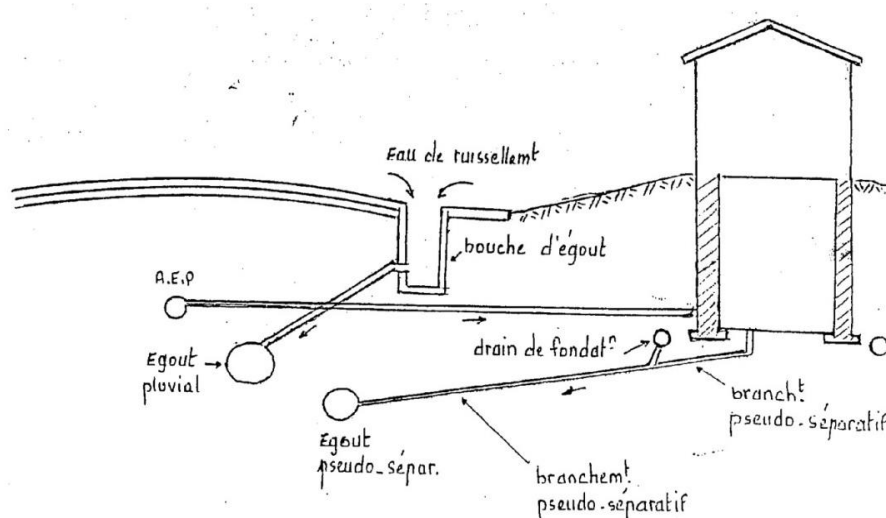


Figure III.3: Système pseudo-séparatif.

III.2.4. Les avantages et les inconvénients des trois systèmes d'assainissement :

Ce tableau représente les avantages et les inconvénients des trois systèmes : ⁽⁶⁾

Tableau III.1: Avantages et inconvénients des différents systèmes.

Système	Avantages	Inconvénients	Domaine d'utilisation
Unitaire	- Conception simple. - Encombrement réduit du sous-sol. - A priori économique. - Pas de risque d'inversion de branchement.	- Débit de la STEP très Variable. - La dilution des eaux usées est variable. - Apport de sable important à la STEP. - Rejet direct vers le milieu récepteur du mélange «eaux usées, eaux pluviales » au droit des déversoirs d'orage.	- Milieu récepteur éloigné des points de collectes. - Topographie à faible Relief. - Débit d'étiage du cours d'eau récepteur important.
Séparatif	- Diminution des sections des collecteurs. - Exploitation plus facile de la STEP. - Milieu naturel préservé.	- Encombrement important du sous-sol. - Coût d'investissement Elevé. - Risque important d'erreur de branchement.	- Petites et moyennes agglomérations. - Extension des villes. - Faible débit d'étiage du cours d'eau récepteur.
Pseudo-séparatif	- Le problème des faux branchements est éliminé. - Le plus gros des eaux pluviales étant acheminées en dehors de la ville de moindre dimension.	- Le fonctionnement de la station d'épuration est perturbé, la charge polluante est variable en qualité et en quantité.	- Petites agglomérations. - Présence d'un milieu récepteur proche.

III.3. Choix du système d'assainissement:

Les paramètres prépondérants pour le choix du système d'assainissement sont :

- Une étude technico-économique doit être établie avec la comparaison de plusieurs variantes du point de vue système (unitaire, séparatif, pseudo- séparatif ;
- S'il s'agit d'une extension du réseau, il faut tenir compte du système existant ;
- La topographie du terrain ;
- L'urbanisation joue un rôle primordial dans le choix car si on a une forte densité d'habitants il vaut mieux favoriser un système séparatif.

Remarque :

Notre choix se porte sur un système unitaire en raison d'économie et pour éviter tout encombrement du sous sol.

III.4. Schéma d'évacuation:

Un schéma d'évacuation représente la configuration géométrique du système (tracé) en fonction de la topographie et la structure de l'agglomération par rapport au site de la STEP et l'exutoire. ⁽⁶⁾ Donc pour assurer cet écoulement gravitaire on a les différents schémas d'évacuations suivantes :

III.4.1. Schéma par déplacement latéral:

Dans le cas où une épuration est nécessaire, on a tout intérêt à transporter les eaux vers une station unique ; ceci peut être obtenu par un tracé de collecteur latéral. ⁽²⁾

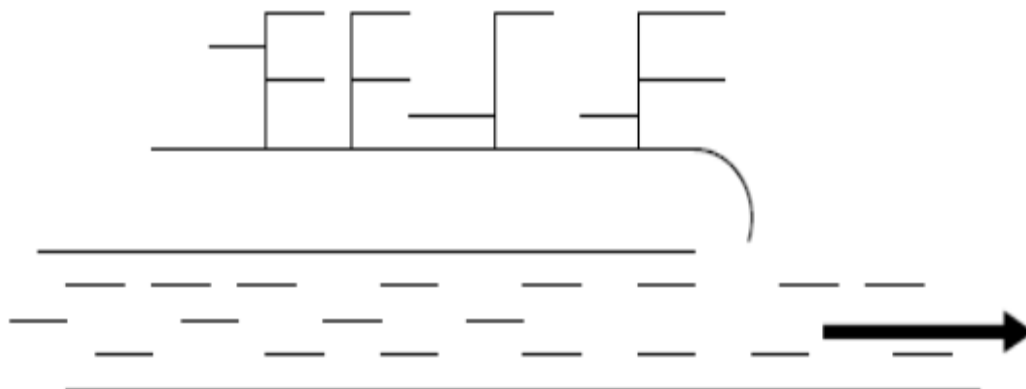


Figure III.4: Schéma par déplacement latéral.

III.4.2. Schéma perpendiculaire :

L'écoulement se fait directement dans le cours d'eau. Ce type de schéma ne permet pas la concentration des eaux vers un point unique d'épuration et rend celle-ci difficile, il représente le prototype des réseaux pluviaux en système séparatif. Le même schéma peut être adopté en système unitaire si aucun traitement n'est nécessaire. Généralement c'est un tracé très économique avec petite section. ⁽²⁾

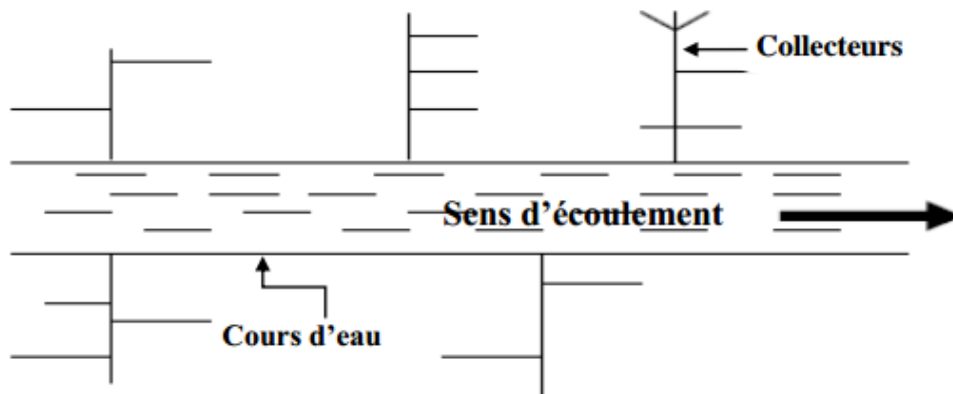


Figure III.5 : Schéma perpendiculaire au cours d'eau.

III.4.3. Schéma collecteur transversal ou oblique :

Ce schéma comporte des ramifications de collecteurs qui permettent de rapporter l'effluent à l'aval de l'agglomération. Ce type de schéma est adopté lorsque la pente du terrain est faible. ⁽²⁾

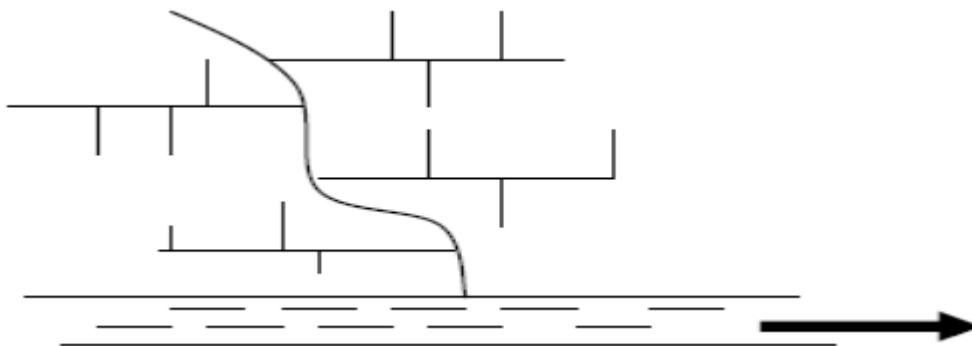


Figure III.6 : Schéma à collecteur transversal ou oblique.

III.4.4. Schéma à collecteur étagé :

C'est un réseau de collecteurs à déplacement avec des collecteurs secondaires longitudinaux.

Le réseau (2) est utilisé pour ne pas trop charger le réseau (1). ⁽²⁾

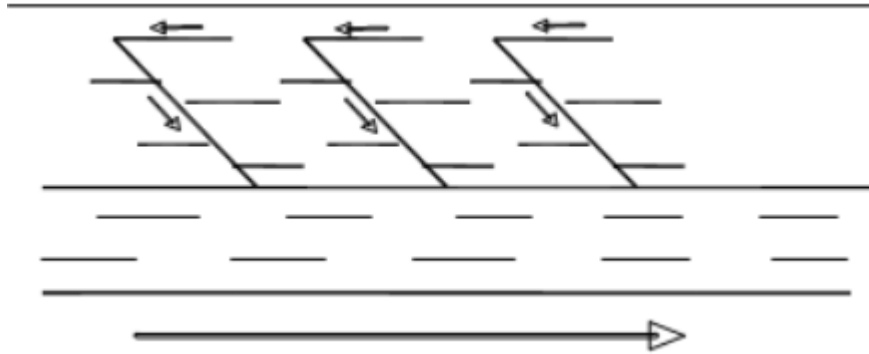


Figure III.7 : Schéma à Collecteur étagé.

III.4.5. Le schéma à centre collecteur unique et le schéma radial :

Dans ce type de schéma le réseau converge sur un ou plusieurs points bas de l'agglomération ou l'on peut reprendre l'effluent pour le relever ou le refouler dans des émissaires importants de transport à distance, ces schémas s'appliquent plus particulièrement aux zones uniformément plates. ⁽⁶⁾

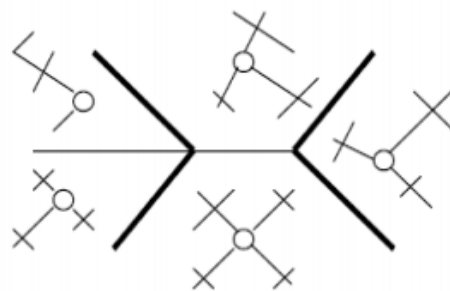
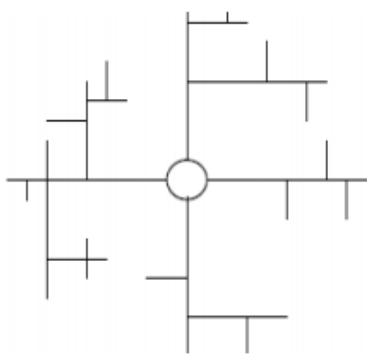


Figure III.8 : Schéma à centre collecteur unique. **Figure III.9 :** Schéma radial.

III.5 Choix du schéma d'évacuation:

Le schéma du réseau doit être choisi en tenant compte de plusieurs paramètres :

- Les conditions techniques et locales du lieu, du système existant, de la topographie du terrain.
- Les conditions économiques ; le coût et les frais d'investissement et d'entretien.
- les conditions d'environnement : nature de rejet et le milieu récepteur.
- Les conditions des cours d'eau et des talwegs.
- L'emplacement de la station d'épuration. ⁽⁶⁾

Dans le cas de notre étude le schéma **par déplacement latérale est retenu.**

III.6 Choix de découpage des sous bassins:

Le découpage des sous bassins est fait en tenant compte des paramètres suivants :

- ❖ Topographie du terrain.
- ❖ Les routes et voiries existantes.
- ❖ Nature d'occupation du sol, pour avoir des coefficients de ruissellement aussi proche que possible.
- ❖ Limites naturelles : oueds, talweg, collines ...etc. ⁽⁶⁾



Figure III.10 : Découpage de la zone d'étude en sous bassin.

III.7 Détermination du coefficient de ruissèlement :

Le coefficient de ruissellement « Cr » d'une surface donnée est défini comme étant le rapport

entre le volume d'eau ruisselé et le volume tombé sur le bassin considéré suivant la formule suivante : ⁽⁶⁾

$$C_r = \frac{V_r}{V} \quad (\text{III.1})$$

La valeur du coefficient de ruissellement dépend de plusieurs paramètres :

- ❖ La nature de la surface du terrain ;
- ❖ La densité de la population ;
- ❖ L'intensité et la durée de la pluie ;
- ❖ L'humidité de l'air ;
- ❖ Le pourcentage de rétention de l'eau dans les affaissements du terrain ;

L'estimation du coefficient de ruissellement est faite à titre empirique, d'une façon approchée vu l'hétérogénéité des surfaces, suivant différents facteurs :

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

Tableau III.2 : Valeurs du coefficient de ruissellement en fonction du type d'occupation du sol.

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

✓ **Catégorie d'urbanisation :****Tableau III.3 :** Valeurs du coefficient de ruissellement en fonction de la catégorie d'urbanisation.

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

✓ **En fonction de la densité de population :****Tableau III.4 :** Valeurs du coefficient de ruissellement en fonction de la densité de population

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

✓ En fonction de la nature de la surface :

Tableau III.5 : Valeurs du coefficient de ruissellement en fonction de la nature des surfaces.

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

III.8. Estimation des coefficients de ruissèlement pour chaque sous bassin :

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

Les résultats du coefficient de ruissèlement de chaque sous bassin est dans le tableau suivant :

Tableau III.6: Coefficient de ruissellement pour chaque sous bassin.

Sb	S (ha)	Catégorie d'urbanisation	Cr
1	8,16	Dense	0,75
2	8,81	Dense	0,63
3	2,76	Dense	0,66
4	7,27	Dense	0,72
5	9,42	Dense	0,65
6	10,57	Moins dense	0,45
7	7,38	Dense	0,7
8	8,45	Dense	0,8
9	11,35	Dense	0,68
10	7,55	Dense	0,74

III.9. Calcul de nombre d'habitant pour chaque sous bassin :

Après avoir estimé les coefficients de ruissellement de chaque sous-bassin, il faut déterminer le nombre d'habitants correspondant.

III.9.1. Coefficient de ruissellement pondéré :

$$C_{rp} = \frac{\sum A_i \times C_{ri}}{A} = \frac{54,8368}{81,72} = 0,67 \quad (\text{III.2})$$

$$C_{rp} = 0.7$$

III.9.2. Calcul de la densité partielle :

$$D_i = \frac{C_{ri} \times P_t}{C_{rp} \times A} \quad (\text{III.3})$$

Avec :

A : Surface totale. **A = 81,72 ha.**

Pt : Nombre total d'habitant (hab) est : **Pt = 85023 hab**

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

$$P_i = D_i \times A_i \quad (\text{III.4})$$

Les résultats de calcul du nombre d'habitants de chaque sous bassins, sont portés dans le tableau III.7.

Tableau III.7 : Répartition de la population.

Sb	Surface (ha)	Cr	Di (hab/ha)	P (hab)
1	8,16	0,75	1114,73	9096
2	8,81	0,63	936,38	8250
3	2,76	0,66	980,97	2707
4	7,27	0,72	1070,14	7780
5	9,42	0,65	966,10	9100
6	10,57	0,45	668,84	7070
7	7,38	0,7	1040,42	7678
8	8,45	0,8	1189,05	10048
9	11,35	0,68	1010,69	11471
10	7,55	0,74	1099,87	8304

Conclusion :

Ce chapitre nous a permis la détermination des paramètres de base pour une bonne estimation des débits d'évacuation afin de permettre un calcul hydraulique adéquat pour notre agglomération. Nous avons adopté un système d'évacuation unitaire avec un schéma perpendiculaire par déplacement latéral qui sont les paramètres essentiels dans les calculs et études qui sont à venir dans les chapitres suivants.

Chapitre-04-

**Evaluation des
débits à évacuer**

Introduction :

Le réseau d'assainissement est appelé pour assurer l'évacuation des eaux de ruissellement et des eaux usées d'origine domestique. Avant de passer au dimensionnement des collecteurs, il faut que l'évaluation des débits d'eaux usées et pluviales porte essentiellement sur l'estimation la quantité et de la qualité des rejets qui se caractérisent en fonction du type d'agglomération et des diverses catégories du sol.

IV.1. Evaluation des débits des eaux usées:

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.

L'évaluation des débits des eaux usées se fait, en général, par l'estimation d'une fraction en eau potable consommée par la population.

IV.1.1. Nature des eaux usées à évacuer:

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

On distingue :

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

a) Les eaux usées d'origine domestique:

Les eaux usées domestiques qui consistent principalement en eaux grises (ou eaux ménagères) et eaux-vannes (ou eaux noires) doivent être gérées de manière à protéger la santé publique, la qualité de l'eau, les loisirs, la pêche et la faune, ainsi que l'attrait esthétique des cours d'eau.

Pour la quantification actuelle ou prévisible de la consommation en eaux potable, on a les facteurs suivants qui interviennent : ⁽⁷⁾

- ❖ Type d'habitats et leur degré de confort.
- ❖ Dotation en eaux potable.

- ❖ Conditions climatiques.
- ❖ Prise en compte forfaitaire des eaux publiques et industrielles.

b) Les eaux industrielles:

Les eaux usées industrielles sont un sous-produit des activités industrielles, Que ce soit dans l'agroalimentaire, les textiles, le papier, la métallurgie ou l'industrie chimiques (, etc.),

La quantité d'eaux évacuée par les industries dépend de plusieurs facteurs : ⁽⁷⁾

- ✓ Nature de l'industrie : (Fabrications ou de transformations);
- ✓ Procédé de fabrication utilisé;
- ✓ Taux de recyclage effectivement réalisé.
- ✓ L'agressivité de l'effluent qui contient des matières corrosives et des acides, ce qui exige un prétraitement à l'intérieur de l'unité industrielle.

Remarque :

Notre projet ne comporte pas d'industrie ; les eaux usées provenant de l'agglomération sont d'origine domestique et du service public.

c) Eaux des services publics:

Les eaux de lavage des espaces publics (cours, rue,...) sont évacuer vers le réseau par l'intermédiaire de puisard menu d'une grille. Les eaux usées des services publics : éducatifs, sanitaires, touristiques, administratifs et différents autres services d'utilité publique seront pris en compte avec les besoins domestiques. ⁽⁷⁾

d) Eaux parasites :

C'est les eaux d'infiltration dans le collecteur qui changent parfois les propriétés hydrauliques de l'écoulement.

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.

- Pour notre projet le débit d'eau parasite est pris à 0.15 l/s/ha.

IV.1.2. Evaluation des débits des eaux usées domestiques:

Pour calculer le débit des eaux usées à évacuer, nous prendrons comme base une dotation

d'eau potable de 180 l/j/hab. (source DRE Tiaret).

Nous considérons que les 80% de l'eau consommée sont rejetée comme eaux usées dans le réseau d'évacuation.

IV.1.2.1. Evaluation du débit moyen journalier:

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

$$Q_{\text{moy,j}} = \frac{(Kr.D.N)}{86400} \text{ (l/s)} \quad (\text{IV.1})$$

Avec :

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

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

D : Dotation journalière prise égale à 180 l/j/hab. (source DRE TIARET)

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

IV.1.2.2. 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 qui suit :

$$Q_{\text{pt}} = K_p * Q_{\text{moy,j}} \quad (\text{IV.2})$$

Avec :

Q_{pt} : Débit de pointe.

$Q_{\text{moy,j}}$: Débit moyen journalier.

K_p : Le coefficient de pointe.

Ce coefficient peut-être :

✓ **Estimé de façon moyenne :**

$$K_p = \frac{24}{14} ;$$

$$K_p = \frac{24}{10} ;$$

✓ **Relié à la position de la conduite :**

$K_p = 3$ En tête de réseau ;

$K_p = 2$ A proximité de l'exutoire ;

✓ **Calculé à partir du débit moyen journalier :**

$$K_p = 1,5 + \frac{2,5}{\sqrt{Q_{moy,j}}} \quad \text{si} \quad Q_{moy,j} \geq 2,8 \text{ l/s} \quad (\text{IV.3})$$

$$K_p = 3 \quad \text{si} \quad Q_{moy,j} < 2,8 \text{ l/s} \quad (\text{IV.4})$$

- Pour notre étude le coefficient de pointe K_p est estimé à partir du débit moyen.

les résultats de calcul pour l'évaluation des débits d'eaux usées des équipements et de pointe sont illustrés dans les tableaux (IV.1) et (IV.2).

Tableau IV.1 : Evaluation des débits d'équipements pour chaque sous bassin.

Sous Bassin	Type d'équipement	Unité de mesure	Nombre	Dotation (l/j/hab)	Débit rej (l/j)	Débit rej (l/s)
1	Cem	Élève	500	10	4000	0,046
	Ecole	Élève	250	10	2000	0,023
2	Stade	Vestiaire	--	--	--	1,4
	Ecole	Élève	360	10	2880	0,033
	Ecole	Élève	200	10	1600	0,018
4	Lycée	Élève	710	10	5680	0,066
	Ecole	Élève	180	10	1440	0,017
6	Ecole	Élève	280	10	2240	0,026
7	Mosquée	Fidèle	850	20	13600	0,157
8	Cem	Élève	520	10	4160	0,048
	Ecole	Élève	230	10	1840	0,021
	Télécom	Employé	20	10	160	0,002
9	Polyclinique	Malade	40	15	480	0,005
	Ecole	Élève	200	10	1600	0,018
	Ecole	Élève	280	10	2240	0,026

Tableau IV.2: Evaluation des débits de pointe.

Sous bassin	Surface (ha)	Nombre d'habitants	Crj (%)	Dotation (l/j/hab)	Q _{moy rej} (m ³ /j)	Q _{moy rej} (l/s)	Q _{équi p} (l/s)	Q _{tot} (l/s)	K _p	Q _p (l/s)
1	8,16	9096	80	180	1309,82	15,16	0,069	15,23	2,14	32,60
2	8,81	8250	80	180	1188	13,75	1,451	15,2	2,22	33,74
3	2,76	2707	80	180	389,808	4,51	-	4,51	2,82	12,72
4	7,27	7780	80	180	1120,32	12,97	0,083	13,05	2,28	29,75
5	9,42	9100	80	180	1310,4	15,16	-	15,16	2,22	33,65
6	10,57	7070	80	180	1018,08	11,78	0,026	11,8	2,32	27,38
7	7,38	7678	80	180	1105,56	12,79	0,157	12,95	2,28	29,53
8	8,45	10048	80	180	1446,91	16,75	0,071	16,82	2,11	35,48
9	11,35	11471	80	180	1651,82	19,12	0,049	19,17	2,14	41,02
10	7,55	8304	80	180	1195,78	13,84	-	13,84	2,25	31,14

IV.2. Évaluation des débits des eaux pluviales:

Toute étude d'un réseau d'assainissement nécessite une détermination des débits pluviaux. Car ces eaux doivent être collectées dans les canalisations d'évacuation pour éviter les inondations.

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

IV.2.1. La méthode rationnelle :

Cette méthode fut découverte en 1889, mais ce n'est qu'en 1906 qu'elle a été généralisée, elle consiste à évaluer, au fur et à mesure de l'avancement du calcul, les temps de concentration aux divers points caractéristiques du parcours d'un réseau.

De ce point de vue, la méthode rationnelle elle est fondée sur la proportionnalité et la linéarité

de la transformation pluie-débit, exprimées par la relation suivante : ⁽⁶⁾

$$Q = \alpha \cdot Cr \cdot i \cdot A \quad (IV.5)$$

Avec :

Q : débit de pointe à l'exutoire.

Cr : coefficient de ruissellement sur le bassin versant.

i : intensité moyenne de la pluie.

A : superficie du bassin versant.

α : Coefficient correctif 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.

IV.2.1.1. Hypothèses de la méthode rationnelle:

La méthode rationnelle est fondée par quatre (04) hypothèses : ⁽⁶⁾

- ✓ L'intensité de l'averse en mm/h est uniforme, dans le temps et dans l'espace, sur l'ensemble du bassin drainé.
- ✓ Le coefficient de ruissellement est constant d'une averse à l'autre.
- ✓ Le débit de pointe Q_p est observé à l'exutoire seulement si la durée de l'averse est supérieure au temps de concentration du bassin versant.
- ✓ Le débit de pointe est proportionnel à l'intensité moyenne sur une durée égale au temps de concentration du bassin versant.

IV.2.1.2. Validité de la méthode rationnelle:

Cette méthode est efficace pour des aires relativement limitées, le résultat est meilleur pour des aires plus faibles du fait de la bonne estimation du coefficient de ruissellement, aussi, elle est applicable pour des surfaces où le temps de concentration ne dépasse pas 30 minutes. ⁽⁶⁾

IV.2.1.3. Temps de concentration:

Le temps de concentration d'un bassin est défini comme étant le temps mis par la pluie tombée au point le plus éloigné, en durée d'écoulement, pour atteindre l'entrée du collecteur

qui doit évacuer l'apport de la surface considérée, elle est donnée par la formule suivante :

$$t_c = t_1 + t_2 + t_3 \quad (IV.6)$$

Où :

t_1 : Temps mis par l'eau pour s'écouler dans les canalisations

$$t_1 = \frac{L}{60V} \quad (\text{min}) \quad (\text{IV.7})$$

t_2 : Temps mis par l'eau pour atteindre le premier ouvrage d'engouffrement, ce temps varie de 2 à 20 min ;

t_3 : Temps de ruissellement dans un bassin ne comportant pas de canalisations :

$$t_3 = \frac{L}{11\sqrt{I}} \quad (\text{min}) \quad (\text{IV.8})$$

Avec :

I : La pente du terrain (%) ;

L : Longueur du plus long parcours de l'eau (km).

Trois (03) cas peuvent être envisagés :

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

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

$$t_c = 3,98 \left[\frac{L}{\sqrt{I}} \right]^{0,77} \quad (\text{IV.9})$$

L : Longueur du plus grand parcours de l'eau (Km).

I : La pente du terrain (%) ;

IV.2.1.4. Critique de la méthode rationnelle :

1. La décomposition du bassin en aires élémentaires est toujours assez grossièrement approchée en raison de la difficulté de déterminer avec une précision suffisante la durée du ruissèlement entre ces diverses zones et l'exutoire.
2. On suppose généralement que le coefficient de ruissèlement « C_r » est constant sur tout le bassin et pendant toute la durée de l'averse ce qui est souvent loin de la réalité.

3. La critique principale que l'on peut faire à cette méthode est qu'elle ne tient pas compte du stockage de l'eau de ruissellement sur le bassin.

Il a été montré qu'en règle générale, cette méthode sous-estime les débits de pointes observés, probablement parce qu'on sous-estime le coefficient de ruissellement en négligeant le rôle des surfaces non revêtues et sans végétation.⁽⁶⁾

IV.2.2. La méthode superficielle (méthode de Caquot):

Cette méthode proposée par M.CAQUOT en 1949, c'est une forme globale de la méthode rationnelle, elle tient compte de l'ensemble des paramètres qui influent sur le ruissellement.

Cette méthode est applicable sur toute la surface considérée, mais elle ne s'applique qu'au surface urbaines par les réseaux, elle s'écrit sous la forme : ⁽²⁾

$$Q_p = K^{\frac{1}{u}} I^{\frac{v}{u}} C_r^{\frac{1}{u}} A^{\frac{w}{u}} \quad (\text{IV.10})$$

Où :

Q_p : Débit pluviale en (m³/s).

I : Pente moyenne du collecteur du sous bassin considéré (m/m).

C_r : Coefficient de ruissèlement.

A : Surface du sous bassin considéré (ha).

K, u, v, w : coefficients d'expression, donnés en fonction des paramètres de Caquot par les formules suivantes :

$$K = \frac{a \times \mu}{6 \times (\beta + \delta)} \quad (\text{IV.11})$$

$$u = 1 - b \times f \quad (\text{IV.12})$$

$$v = c \times b \quad (\text{IV.13})$$

$$w = 1 - \varepsilon + d \times b \quad (\text{IV.14})$$

IV.2.2.1. Evaluation des paramètres de Caquot :

▪ Paramètres liés à la pluviométrie :

-a, b : sont les coefficients de la formule de Montana (courbes IDF). Les valeurs qu'ils prennent

sont issues d'un calcul purement hydrologique selon les régions, les périodes de retour et les fréquences.

- ε : abattement spatial de la pluie ;

$$\varepsilon = 0.5 \quad \text{Pour } S < 100 \text{ ha.}$$

$$\varepsilon = 0.03 \quad \text{La valeur la plus adoptée.}$$

▪ Paramètres caractérisant la transformation de la pluie en débit :

- $\beta + \delta = 1.1$: représente l'effet de stockage et d'écèlement, cette valeur devrait augmenter avec la taille des bassins.

▪ Paramètres concernant le bassin versant :

$$- c = -0.41 ; d = 0.51 ; f = -0.29 .$$

- μ : Coefficient d'ajustement de la forme du bassin, donnée par :

$$\mu = 0.28 \times M^{0.84} \quad (\text{IV.15})$$

Où :

$$M = \frac{L}{\sqrt{S_c}} \quad (\text{IV.16})$$

Avec :

- **M** : coefficient d'allongement qui caractérise la forme du bassin-versant.

- **L** : le plus long chemin hydraulique (m).

- **S_c** : étant la surface du carré équivalent qui est égale à celle du bassin (m²).

Remarque :

La valeur de « M » doit être supérieure à 0.8 (une valeur qui correspond à un bassin-versant en forme de demi-cercle). La formule de Caquot est donnée pour $M = 2$. Et pour des valeurs de « M » différentes de 2, le débit de pointe « Q_p » donnée par la formule doit être

corrigé par le coefficient d'influence :

$$m = \left(\frac{M}{2}\right)^{0.7 \times b} \quad (\text{IV.17})$$

IV.2.2.2. Temps de concentration :

D'après DESBORDES, Le temps de concentration (valable pour les deux méthodes) est donné par l'expression suivante :

$$t_c = 0.28 \times M^{0.84} \times I^{-0.41} \times A^{0.51} \times Q_p^{-0.29} \quad (\text{IV.18})$$

Avec :

$$t_c \text{ (min)} \quad ; \quad I \text{ (m/m)} \quad ; \quad A \text{ (ha)} \quad ; \quad Q_p \text{ (m}^3\text{/s)}$$

IV.2.2.3. Validité de la méthode superficielle :

Il est nécessaire de vérifier les conditions d'application de la formule de Caquot pour pouvoir l'appliquer, ces limites sont celles préconisées par l'instruction technique 1977 :⁽⁶⁾

- Superficie totale : $A < 200 \text{ ha}$.
- Coefficient de ruissellement : $0.2 < C_r < 1$
- Pente : $0.2 \% < I < 5 \%$
- Coefficient d'allongement : $M > 0.8$

IV.2.2.4. Formules d'assemblage et d'équivalence :

Les méthodes de calcul du débit pluvial sont en général valables pour des bassins de caractéristiques physiques homogènes. L'application du modèle superficielle à un groupement de sous bassins hétérogènes nécessite l'emploi de formules d'équivalence.

Ces formules diffèrent selon la hiérarchie des sous bassins constituant le groupement ; des bassins seront dits en série lorsque l'exutoire d'un des bassins constitue l'entrée de l'autre, les bassins seront dits en parallèle lorsque leurs exutoires convergent vers le même bassin versant.

Le tableau suivant fournit les règles d'assemblage à utiliser : ⁽⁶⁾

Tableau IV.3 : Formules d'assemblage des bassins versants dans la méthode de Caquot.

Paramètres équivalents	$A_{\text{éq}}$	$C_{\text{éq}}$	$I_{\text{éq}}$	$M_{\text{éq}}$
Bassins en série	$\sum A_i$	$\frac{\sum (C_i \times A_i)}{\sum A_i}$	$\left[\frac{\sum L_i}{\sum \left(\frac{L_i}{\sqrt{I_i}} \right)} \right]^2$	$\frac{\sum L_i}{\sqrt{\sum A_i}}$
Bassins en parallèle			$\frac{\sum (I_i \times Q_i)}{\sum Q_i}$	$\frac{L(t_{c,\text{max}})}{\sqrt{\sum A_i}}$

Avec :

- $A_{\text{éq}}$, $C_{\text{éq}}$, $I_{\text{éq}}$, $M_{\text{éq}}$: sont les paramètres du bassin équivalent.
- A_i , C_i , I_i , L_i , Q_i : sont les paramètres individuels du sous bassin (i) considéré seul.
- $L(t_{c,\text{max}})$: cheminement hydraulique le plus long du sous bassin ayant le temps de concentration le plus long.
- Pour calculer le coefficient d'allongement « $M_{\text{éq}}$ » qui est sans unité, les longueurs « L_i ; $L(t_{c,\text{max}})$ » et les surfaces « A_i » doivent être exprimés en des unités similaires (par exemple : m et m²).

IV.2.2.5. Critique de la méthode superficielle :

- Les débits livrés par la méthode de Caquot sont sensiblement supérieurs (surestimation) en comparaison avec ceux de la méthode rationnelle. Ce surplus des débits donné par la méthode superficielle est dû essentiellement aux conditions de calcul, notamment les tronçons disposés en parallèle, ainsi que l'effet implicite du temps de concentration et qui ne relève pas le comportement plus au moins réel du réseau.
- Le modèle de groupement des bassins, peut conduire à des anomalies :⁽⁶⁾
 - ✓ Pour les bassins en série, il peut arriver que le débit de pointe du bassin équivalent soit inférieur au maximum des débits de pointe des sous bassins. Donc on prend :
 $Q_p = \text{Max} (Q_i)$.
 - ✓ Pour les bassins en parallèle, il peut arriver que le débit de pointe du bassin équivalent soit supérieur à la somme des débits de pointe des sous bassins, ce qui est impossible.

Donc on prend : $Q_p = \sum Q_i$.

IV.3. Choix de la méthode :

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

▪ Le tableau suivant présente l'évaluation des débits pluviaux pour chaque sous-bassin :

Tableau IV.4: Evaluation des débits pluvieux pour chaque sous bassin.

Sous bassin

	Surface (ha)	Cr	α	i (l/s/ha)	Q(l/s)	Q(m ³ /s)
1	8,16	0,75	0,94	114,88	660,88	0,66
2	8,81	0,63	0,94	114,88	599,36	0,59
3	2,76	0,66	0,96	114,88	200,89	0,20
4	7,27	0,72	0,93	114,88	559,23	0,55
5	9,42	0,65	0,94	114,88	661,21	0,66
6	10,57	0,45	0,94	114,88	513,64	0,51
7	7,38	0,7	0,93	114,88	551,93	0,55
8	8,45	0,8	0,93	114,88	722,23	0,72
9	11,35	0,75	0,93	114,88	909,46	0,90
10	7,55	0,63	0,94	114,88	513,64	0,51

IV.4. Evaluation des débits totales pour chaque sous bassin :

Tableau IV.5: Débits totaux pour chaque sous bassin.

Sous bassin	Surface (ha)	Q _i pluviale (l/s)	Q _{pitot} (l/s)	Q _i totale (l/s)	Q _i totale (m ³ /s)
1	8,16	660,88	32,60	693,48	0,693
2	8,81	599,36	33,74	633,1	0,633
3	2,76	200,89	12,72	213,61	0,214
4	7,27	559,23	29,75	588,98	0,589
5	9,42	661,21	33,65	694,86	0,695
6	10,57	513,64	27,38	541,02	0,541
7	7,38	551,93	29,53	581,46	0,581
8	8,45	722,23	35,48	757,71	0,758
9	11,35	909,46	41,02	950,48	0,951
10	7,55	513,64	31,14	544,78	0,545

Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons évalué les débits, (usé et pluvial), pour chaque sous-bassin, on signale que la zone d'étude ne comporte aucune unité industrielle.

Ce chapitre nous permettra de procéder à un calcul hydraulique judicieux ce qui nous mènera à un dimensionnement correct de notre réseau et de ses ouvrages annexes.

Chapitre -05-

Dimensionnement du réseau d'assainissement

Introduction :

Le calcul hydraulique du système d'assainissement consiste à dimensionner les ouvrages (collecteurs et regards) du réseau de ce système unitaire.

Les ouvrages d'évacuation (collecteurs et regards), doivent respecter certaines normes d'écoulement. L'implantation en profondeur se fait d'une manière à satisfaire les conditions de résistance mécanique due aux charges extérieures et avec un meilleur choix du tracé des collecteurs.

V.1. Principe de conception d'un système d'assainissement:

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

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

Un système d'assainissement fonctionne généralement en écoulement gravitaire, sauf dans des cas particuliers comme les contre-pentes, où il nécessite un relevage.

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

- L'écoulement est uniforme à surface libre.
- 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 sont dimensionnées pour un débit en pleine section « Q_{ps} » ; malgré qu'en réalité, et dans la plupart du temps, elles ne débitent pas cette quantité.

V.2. Mode de dimensionnement des canalisations :

V.2.1. Base de calcul :

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

$$Q = v \times S_m \quad (\text{V.1})$$

Avec :

- **Q** : le débit capable de l'ouvrage (m³/s).
- **S_m** : section mouillée (m²).
- **v** : vitesse d'écoulement (m/s).

Les ouvrages sont calculés suivant une formule d'écoulement résultant de celle de CHEZY ; où la vitesse d'écoulement se calcule par l'expression suivante :

$$v = C \times \sqrt{R_h \times I} \quad (\text{V.2})$$

Avec :

- **v** : vitesse d'écoulement (m/s).
- **C** : coefficient de Chézy, qui dépend des paramètres hydrauliques et géométriques de l'écoulement.
- **I** : pente motrice de l'écoulement (m/m).
- **R_h** : rayon hydraulique (m), donné par :

$$R_h = \frac{S_m}{P_m} \quad (\text{V.3})$$

Où :

- **S_m** : la surface de la section transversale mouillée de la conduite (m²)
- **P_m** : le périmètre mouillé (m).

V.2.2. Formule de MANNING-STRICKLER :

Le coefficient de Chézy est exprimé comme suit :

$$C = K \times R_h^{1/6} \quad (\text{V.4})$$

Avec :

- **K** : coefficient de rugosité (de Manning-Strickler) ; sa valeur dépend du type de l'ouvrage utilisé, son matériau et son état.

La vitesse d'écoulement se calcule par l'expression suivante :

$$v = K \times R_h^{2/3} \times I^{1/2} \quad (\text{V.5})$$

Et le débit capable de l'ouvrage :

$$Q = K \times R_h^{2/3} \times I^{1/2} \times S_m \quad (\text{V.6})$$

❖ Procédé de calcul :

1- Déterminer le débit et la pente pour chaque point.

2- Le diamètre calculé est exprimé par :

$$D_{\text{cal}} = \left[\frac{3.2 \times Q}{K \times \sqrt{I}} \right]^{3/8} \quad (\text{V.7})$$

Avec :

$$- D_{\text{cal}} \text{ (m)} \quad ; \quad Q \text{ (m}^3\text{/s)} \quad ; \quad I \text{ (m/m)}$$

3- Fixer le diamètre normalisé de la conduite « D_N ».

4- La vitesse à pleine section est calculée à partir de la relation (V.5) :

Pour un rayon hydraulique $R_h = D_N/4$; on a :

$$v_{\text{ps}} = K \times \left(\frac{D_N}{4} \right)^{2/3} \times I^{1/2} \quad (\text{V.8})$$

Avec :

$$- v_{\text{ps}} \text{ (m/s)} \quad ; \quad D_N \text{ (m)} \quad ; \quad I \text{ (m/m)}$$

5- Le débit à pleine section:

$$Q_{\text{ps}} = v_{\text{ps}} \times \frac{\pi \times D_N^2}{4} \quad (\text{V.9})$$

Avec :

$$- Q_{\text{ps}} \text{ (m}^3\text{/s)} \quad ; \quad v_{\text{ps}} \text{ (m/s)} \quad ; \quad D_N \text{ (m)}$$

6- Le rapport des débits :

$$r_Q = \frac{Q}{Q_{\text{ps}}} \quad (\text{V.10})$$

7- Déterminer les vitesses réelles par :

$$v = r_v \times v_{\text{ps}} \quad (\text{V.11})$$

Avec :

- r_v : rapport des vitesses, données comme suit :

$$r_v = -25.63 \times r_Q^6 + 93.647 \times r_Q^5 - 134.25 \times r_Q^4 + 95.24 \times r_Q^3 - 35.151 \times r_Q^2 + 7.0395 \times r_Q + 0.2263 \quad (\text{V.12})$$

8- La hauteur de remplissage :

$$H = r_H \times D_N \quad (\text{V.13})$$

Avec :

- r_H : rapport des hauteurs, données comme suit :

$$r_H = -11.423 \times r_Q^6 + 40.641 \times r_Q^5 - 55.497 \times r_Q^4 + 37.115 \times r_Q^3 - 12.857 \times r_Q^2 + 2.8373 \times r_Q + 0.0359 \quad (\text{V.14})$$

V.2.3. Formule de BAZIN :

Le coefficient de Chézy est donné, à son tour, par la formule de Bazin :

$$C = \frac{87}{1 + \frac{\gamma}{\sqrt{R_h}}} \quad (\text{V.15})$$

Où :

- γ : un coefficient d'écoulement qui varie suivant les matériaux utilisés et la nature des eaux transportées.

▪ Les abaques de Bazin:

Les abaques, illustrés dans l'annexe, ont été établis à la base de la formule de Chézy-Bazin. Pour tenir compte de la nature de l'effluent, la nature de la canalisation et du type de joint ; le coefficient « K » de la formule de Manning-Strickler a été pris $K = 90$. Ils sont construits pour le débit à pleine section avec $R_h = D_n/4$.

- L'abaque(1), est utilisé pour simplifier les calculs :
 - Abaque 1 : pour les réseaux pluviaux en système séparatif ou les réseaux unitaire :
 - pour les canalisations circulaires.
- Les nomogrammes (1-a) donnent les variations des débits et des vitesses en fonction de la hauteur de remplissage ; sont fournis pour l'évaluation des caractéristiques capacitaires des conduites ou pour apprécier les possibilités d'auto curage :
 - Abaque 1-a : pour les ouvrages circulaires.

❖ **Procédé de calcul :**

1- A l'aide de l'abaque (1):

En donnant la pente et le débit, on peut tirer le diamètre normalisé « D_N », la vitesse à pleine section « v_{ps} » et le débit à pleine section « Q_{ps} » d'où on peut déterminer le rapport des débits « r_Q » en utilisant la relation (V.10).

2- D'après l'abaque (1-a) :

En connaissant le rapport des débits « r_Q », on peut tirer le rapport des vitesses « r_v » et le rapport des hauteurs « r_H » ; d'où on peut déterminer la vitesse d'écoulement « v » et la hauteur de remplissage « H » par les relations (V.11) et (V.13).

V.3. Conditions d'autocurage :

Un réseau unitaire doit être auto-cureur, c'est-à-dire permettre l'évacuation du sable avec des débits couramment atteints, pour empêcher leur décantation et éviter les dépôts, sans provoquer l'érosion de la paroi de la conduite.

1- Pour $\frac{1}{10} Q_{ps}$: $v \geq 0.6$ m/s.

2- Pour $\frac{1}{100} Q_{ps}$: $v \geq 0.3$ m/s.

Ces limites sont respectées avec :

- $v_{ps} = 1$ m/s ; pour une section circulaire.

$$(r_Q = 0.1 \Rightarrow r_v = \frac{v}{v_{ps}} = 0.55 \Rightarrow v_{ps} \geq 1 \text{ m/s})$$

- $v_{ps} = 0.9$ m/s ; pour une section ovoïde.

V.4. Normes d'écoulement et d'implantation:**V.4.1. Canalisations des eaux pluviales :**

- Le diamètre minimal des canalisations circulaires est fixé à 300 mm ; pour éviter les risques d'obstruction.
- Il faut prendre la précaution de donner à la canalisation d'amont des pentes qui permettent l'autocurage ; la pente minimale est de 0.4%.

V.5. Résultats du dimensionnement :

Le dimensionnement de tous les collecteurs et la détermination de leur paramètres hydrauliques sont résumés et reportés dans les tableaux. (Annexe 03).

Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons abordé le côté hydraulique à savoir le dimensionnement du réseau d'évacuation, et les recommandations pour l'horizon de calcul 2050.

Après le dimensionnement des collecteurs principaux et secondaires et la détermination de leurs paramètres hydrauliques, on constate que les vitesses d'autocurage sont admissibles.

La pente du tronçon nous a permis de procéder un dimensionnement de tout le réseau après un calcul précis

On remarque que les diamètres des tronçons varient de (300 à 1500) mm

Chapitre -06-

**Éléments constitutifs
du réseau et ouvrages
annexes**

Introduction :

Le réseau d'assainissement se subdivise en deux ouvrages :

- ✓ Les ouvrages principaux qui constituent le corps du réseau, du début de ce dernier jusqu'à l'entrée des effluents dans la station d'épuration.
- ✓ Les ouvrages annexes qui permettent une bonne exploitation du réseau (bouche d'égout, regards, déversoirs d'orage...etc.).

Ils doivent assurer une évacuation correcte et rapide sans stagnation.

VI.1 Les ouvrages principaux:

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

VI.1.1 Les canalisations:

Elles se présentent sous plusieurs formes :

- ✓ Cylindriques préfabriquées en usine, et sont désignées par leurs diamètres intérieurs, dit diamètres nominaux exprimés en millimètre.
- ✓ Ovoïdes préfabriquées désignées par leur hauteur exprimée en centimètre.

a. Canalisations à section circulaire :

➤ 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. ⁽⁷⁾



Figure VI.1 : Conduites en béton armé. Source (Google).

➤ **Conduite en fonte:**

Les tuyaux en fonte sont rarement utilisés en assainissement, sauf dans le cas où on traverse des terrains hydrominéraux, dans le cas de refoulement et dans le cas des siphons qui traversée les oueds.



Figure VI.2 : Conduite en fonte. Source (Google)

b. Choix du type de canalisation:

Le choix des différents types de conduite est choisi en fonction :

- Des pentes du terrain.
- Des diamètres utilisés.
- De la nature du sol traversé (agressivité, stabilité).
- De la nature chimique des eaux usées transportées par la conduite.
- Des efforts extérieurs auxquels les conduites sont soumises. ⁽⁶⁾

c. 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** : 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.
- **Les 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.
- **les 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⁾

VI.1.2. Les joints et assemblage des conduites:

a. Joints des conduites en béton armé:

Le choix judicieux des assemblages est lié à la qualité du joint. Il est en fonction de la nature des eaux et leur adaptation vis-à-vis de la stabilité du sol et en fonction de la nature des tuyaux et de leurs caractéristiques (diamètre, épaisseur). ⁽⁶⁾

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

- **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 (Figure VI.3).

- **Joint à Collet :**

Le bourrage se fait au mortier de ciment, il n'est utilisé que dans les bons sols, à pente faible (figure VI.3).

- **Joint torique :**

S'adapte bien pour les terrains à faible pente, bonne étanchéité si la pression n'est pas élevée. Il est utilisé pour les diamètres allant de 700 à 900mm (Figure VI.3).

- **Joint à demi-emboitement :**

Ne s'adapte pas pour les terrains à forte pente, il ne résiste pas aux pressions supérieures à 1bar. La longueur utile est 1m, (Figure VI.3).

- **Joint plastique :**

L'étanchéité est assurée par matière bitumineuse. Il résiste aux sols faibles même si la conduite est en charge (Figure VI.3).

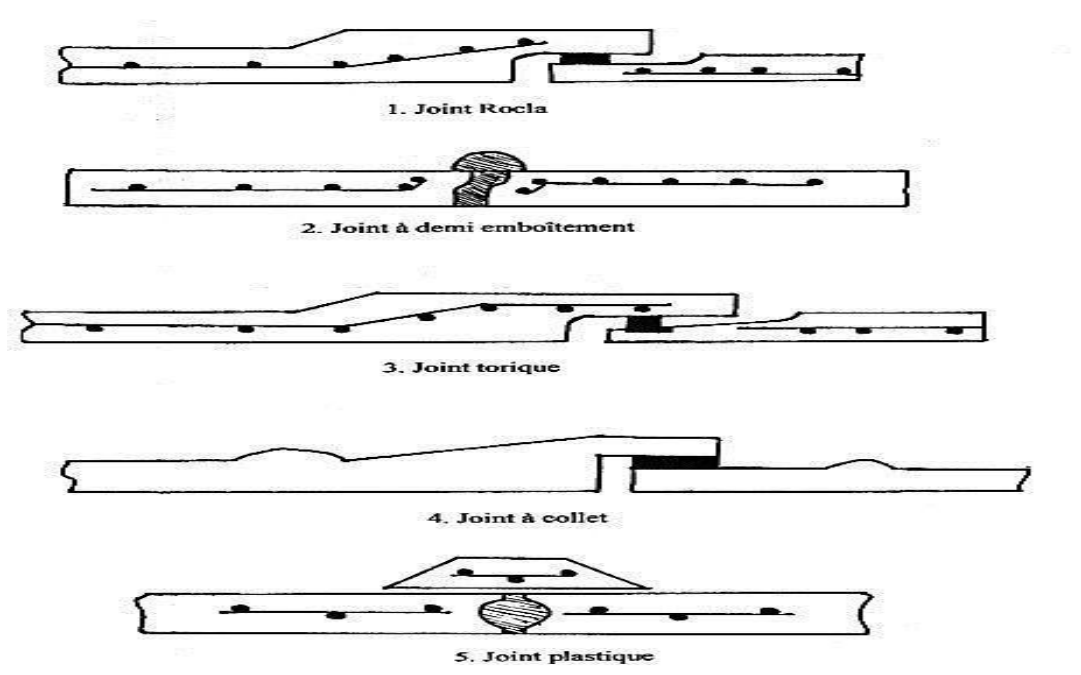


Figure VI.3: Divers joints sur tuyau en béton.

b. Assemblage des conduites en PVC:

1. Assemblage par collage à froid:

Les conditions à respecter pour obtenir un collage satisfaisant sont :

- dépolir les parties à assembler à l'aide de papier de verre.
- vérifier la présence de chanfrein à l'extrémité du bout male et reporter sur celle-ci, à l'aide d'un crayon gras la longueur de l'emboîture.
- bien nettoyer les parties à assembler avec le décapant fourni par le fabricant.
- appliquer l'adhésif sans excès à l'aide d'un pinceau à l'entrée de l'emboîture, puis sur le bout male.
- emboîter immédiatement les 2 éléments à fond (jusqu'à repère préalablement tracé) en poussant longitudinalement sans mouvement de torsion.
- reboucher les pots de colle et de décapant après chaque usage et vérifier qu'aucun pot n'a été oublié ou renversé dans le fond de la fouille (dans ce cas, enlever la terre ouillée).

2. Assemblage a joint:

- nettoyer soigneusement l'intérieur de la tête d'accouplement de ce joint ainsi que le bout male à introduire.
- Introduire le joint dans son logement.
- Tracer un repère sur le bout male coupé d'équerre et chanfreiné.
- Lubrifier le bout mâle et la bague montée dans sa gorge (vaseline ou eau savonneuse).
- Introduire le bout mâle dans l'emboîture en évitant tout risque de salissure.
- Après avoir aligné les tubes dans le plan horizontal et vertical, convient d'enfoncer le bout male dans l'emboîture jusqu'au repère du bout male.⁽⁶⁾

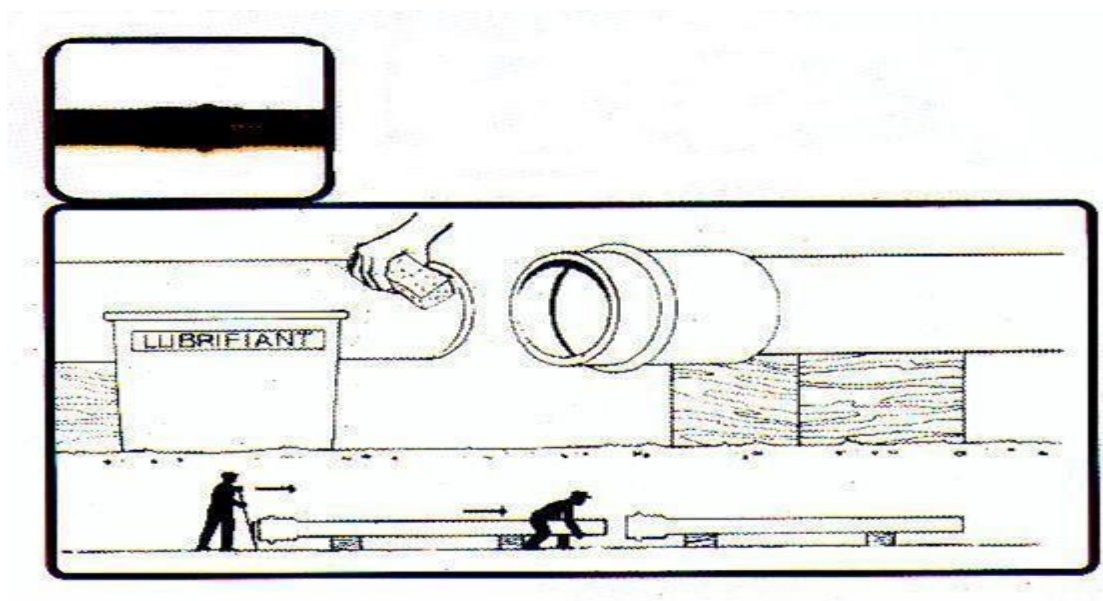


Figure VI.4: Assemblage a joint.

VI.2. Les ouvrages annexes:

Les ouvrages annexes participent au réseau au même titre que les canalisations et notamment dans l'exploitation.

Les ouvrages annexes sont considérés selon deux groupes :

- Les ouvrages normaux;
- Les ouvrages spéciaux.

VI.2.1. Ouvrages normaux :

Les ouvrages normaux sont les ouvrages courants. On les trouve aussi bien en amont ou le long des réseaux .Ils assurent généralement la fonction de recueil des effluents ou d'accès au réseau.

a. 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 et inclinées de 45° à 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. ⁽⁶⁾

b. Les caniveaux:

Les caniveaux sont destinés à recueillir des eaux pluviales ruisselantes sur le profil transversal de la chaussée et des trottoirs et au transport de ces eaux jusqu'aux bouches d'égout. ⁽⁷⁾



Figure VI.5 : Exemple D'un type des caniveaux. Source (Google)

c. Les bouches d'égout :

Les bouches d'égouts sont destinées à collecter les eaux en surface (pluviales et de lavage des chaussées). Elles sont généralement disposées au point bas des caniveaux, soit sur le trottoir. La distance entre deux bouches d'égout est en moyenne de 50m. ⁽⁶⁾

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

Elles peuvent être classées selon deux critères :

- Le mode de recueil des eaux : bouches à accès latéraux et bouches à accès sur le dessus;

- Le mode de retenue des déchets solides c'est-à-dire sans ou avec décantation.



Figure VI.6: Bouches d'égout. Source (Google)

d. Les fossés:

Les fossés sont destinés à recueillir les eaux provenant des chaussées en milieu rural. Ils sont soumis à un entretien périodique. ⁽⁷⁾

e. Ouvrages d'accès au réseau (Les regards):

Ils ont pour rôle d'assurer une aération, un débordage et nettoyage des ouvrages ainsi que la jonction des conduites de différents diamètres et l'accès au personnel pour les travaux d'entretien et de curage, dans le cas des ouvrages visitables. ⁽⁶⁾

Les regards doivent être installés sur les canalisations :

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

Les regards varient en fonction de l'encombrement et de la pente du terrain ainsi que du système d'évacuation, on distingue :

- **Regard 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.
- **Regard latéral** : en cas d'encombrement du V.R.D ou des collecteurs de diamètre important. ⁽⁶⁾

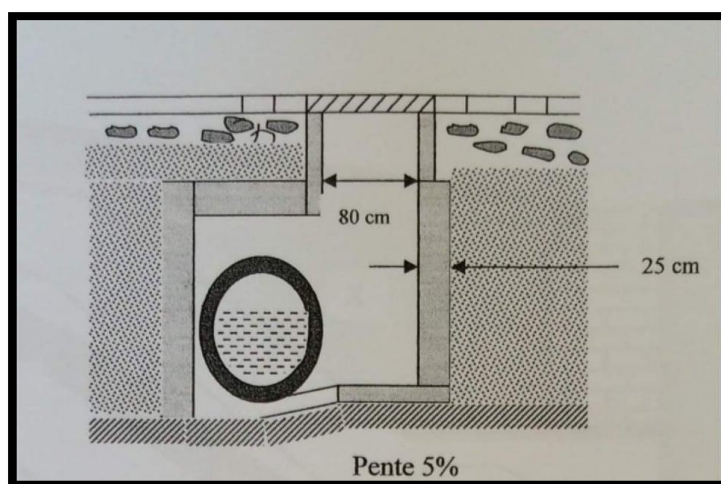


Figure VI.7 : Regard latérale.

➤ **Regard double :** Pour un système séparatif. ⁽⁶⁾

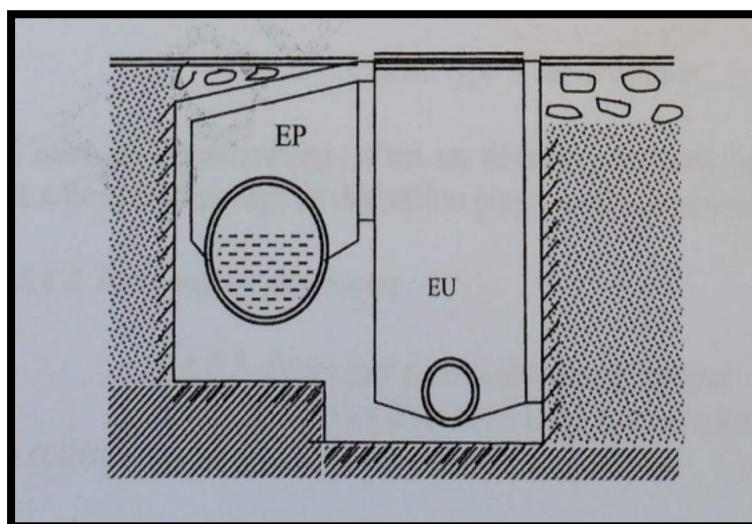


Figure VI.8 : Regard double.

➤ **Regard de jonction :** Ils servent à unir deux collecteurs de même ou de différentes sections. Ils sont construits de telle manière à avoir: ⁽⁶⁾

- 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.

➤ **Regard de chute :** C'est l'ouvrage le plus répandu en assainissement, il permet d'obtenir une dissipation d'énergie en partie localisée, il est très utilisé dans le cas où le terrain d'une

agglomération est trop accidenté pour que le collecteur puisse avoir la même pente, et aussi afin d'éviter les grandes excavations des tranchées pour la pose des conduites et assurer les vitesses d'écoulement des effluents dans ces derniers admissibles. ⁽⁶⁾

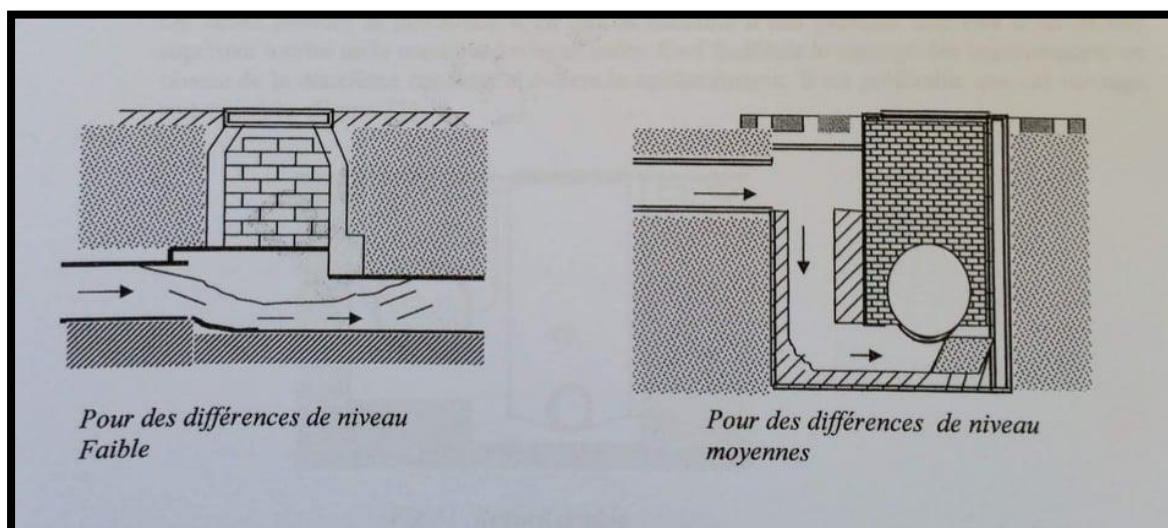


Figure VI.9 : Regard de chute.

Leurs constructions dépendent essentiellement de la hauteur de chute et du diamètre de la canalisation. Ils sont généralement utilisés pour deux différents types de chutes :

- La chute verticale profonde, si le débit est important il faut prévoir un dispositif brise charge;
- La chute verticale entre deux biefs, destinés à réduire la vitesse d'écoulement, le déversement se fait dans une chambre dont la largeur est au moins égale au plus grand des diamètres des canalisations amont et aval;
- La chute « toboggan » qui assure la continuité de l'écoulement et éviter les remous.

VI.2.2. Ouvrages spéciaux :

a. Déversoir d'orage:

Un déversoir d'orage est un véritable « fusible hydraulique », ou une « soupape de sécurité ».

Le terme déversoir d'orage c'est l'ensemble de dispositifs permettant d'évacuer directement et sans traitement vers le milieu naturel, les pointes de ruissèlement de manière à décharger le réseau aval, donc un déversoir d'orage sépare les eaux quantitativement pas qualitativement. ⁽⁷⁾ Ce terme générique de déversoir peut être précisé par différents aspects,

par exemple :

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

Les déversoirs d'orage sont souvent construits sur des systèmes unitaires, à proximité d'un milieu récepteur. Le choix d'un déversoir d'orage résulte d'un compromis fait au moment de la réalisation ou de la rénovation du réseau unitaire selon quatre types de paramètres :

1. Physiques (géométrie et hydraulique) :

- Topographie : pente, bassins hydrographiques, existence d'exutoires naturels,...etc.
- Occupation du sol : densité de l'habitat et des activités, voirie, sous-sol,...etc.
- Ouvrages hydrauliques proches du (bassin, station de pompage...).

2. Environnementales :

- a. Protection du milieu naturel contre les pollutions.
- b. Protections des riverains contre les pollutions diverses (santé, odeurs, bruit...).
- c. Variations du niveau d'eau du milieu naturel..

3. Économiques :

Coût des collecteurs vis-à-vis du coût du déversoir et de ses ouvrages annexes.

4. Gestion :

Mode de gestion : statique, dynamique (ouvrages mobiles).Facilités d'exploitation : accès, nettoyage, entretien...

a.1. Composition des organes d'un déversoir d'orage :

Dans tous les cas de figure, le déversoir d'orage comprend :

- Un ouvrage de dérivation,
- Un canal ou collecteur de décharge conduisant l'eau déversée à un émissaire naturel

(Ruisseau, rivière), y compris l'ouvrage de rejet lui-même au droit de l'émissaire. ⁽⁶⁾

Le déversoir d'orage est raccordé :

- À l'amont : au collecteur d'arrivée amenant les eaux unitaires
- À l'aval : au collecteur de départ qui transporte vers la station d'épuration les eaux à épurer.

L'ouvrage de dérivation peut être constitué de tout autre organe qu'un déversoir au sens hydraulique du terme.

Le collecteur de décharge peut être très court (cas d'égouts longeant le ruisseau).

Un ouvrage ou un système de stockage (bassin d'orage) peut être adjoint à l'ouvrage de dérivation pour stocker temporairement une partie du flot (premier flot d'orage notamment).

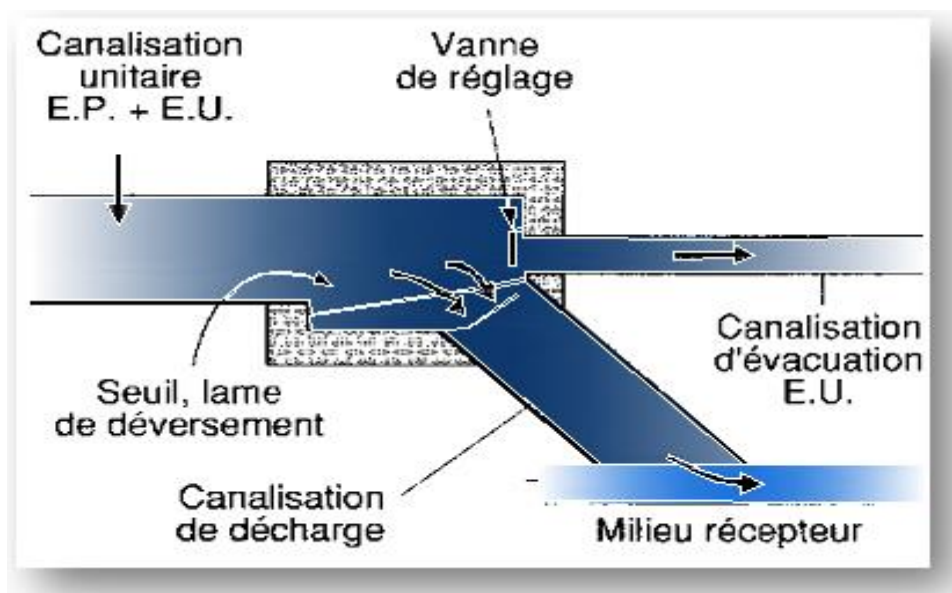


Figure VI.10: Schéma de principe du déversoir d'orage. Source (Google)

a.2. Positionnement:

La construction d'un déversoir d'orage résulte théoriquement d'une étude économique, en plus de considérations techniques. Il ne peut y avoir de déversoir que s'il y a un émissaire pouvant recevoir les eaux d'un collecteur de décharge, aussi bien sous l'angle débit que sous l'angle pollution. Quand c'est le cas, le nombre et la position des déversoirs résultent de comparaisons économiques.

Chaque fois que l'on met un déversoir, on crée un ouvrage coûteux, mais on réduit le diamètre du collecteur aval. Il n'y a donc pas de règle générale.

Les déversoirs d'orage pourront être placés :

- Sur des collecteurs secondaires afin de limiter les débits d'apport aux collecteurs principaux,
- À l'entrée d'ouvrages tels que les bassins d'orage, les siphons, etc.,
- À l'entrée des stations d'épuration.

a.3. Les différents types des déversoirs d'orage:

Le seul élément qui caractérise réellement un déversoir d'orage est l'ouvrage de dérivation.

On peut distinguer pour celui-ci :

A. Les ouvrages à seuil déversant:

Dans ces ouvrages, un seuil déversant est prévu qui permet, à partir d'un certain débit arrivant, de dériver une partie de celui-ci par-dessus le seuil. On essaye ainsi de limiter le débit acheminé vers la station d'épuration à une valeur déterminée, le supplément étant déversé. ⁽⁸⁾

Pour mieux contrôler le débit à partir duquel le déversoir doit fonctionner et mieux limiter le débit acheminé vers la station d'épuration, on prévoit souvent en plus un étranglement sur le collecteur de départ (masque ou tronçon de diamètre réduit appelé tronçon d'étranglement) : cela permet de caler plus haut la cote du seuil déversant.

Compte tenu de la présence ou non de cet étranglement, on distingue donc deux grandes catégories :

1. Les déversoirs à seuil haut :

Le seuil haut est un déversoir classique dont le fonctionnement est un peu perturbé par une vitesse d'approche de l'eau parallèle au seuil, dans le cas du déversoir latéral. Mais cette vitesse est faible et on peut sans inconvénient utiliser les formules classiques.

Ce type de déversoir est caractérisé par la présence d'un étranglement, son diamètre est calculé pour faire passer juste le débit demandé pour la STEP, au-delà il se déverse. ⁽⁶⁾

2. Déversoirs à seuil bas :

À l'opposé, le déversoir à seuil bas est en quelque sorte une ouverture faite latéralement dans un collecteur. Suivant la pente du radier, les conditions hydrauliques d'écoulement à l'amont et à l'aval, la fraction de débit déversée, etc., la ligne d'eau au droit du déversoir peut présenter différentes configurations (hauteur d'eau plus faible en tête du déversoir qu'en

extrémité, ou le contraire, ressaut à l'amont, à l'aval, au milieu). Il y a donc de très nombreux cas de fonctionnement possibles, plus ou moins bien connus, ce qui explique en partie le nombre de formules proposées par différents auteurs, parfois contradictoires.

Du point de vue hydraulique, le fonctionnement des déversoirs à seuil haut est beaucoup mieux connu que celui des déversoirs à seuil bas. ⁽²⁾

L'orientation de déversoir d'orage par rapport au collecteur et sa forme et celle des raccordements à l'entrée et à la sortie permettant de distinguer :

3. Les déversoirs à seuil latéral :

Dans le cas du déversoir à seuil latéral, le seuil est rectiligne et strictement parallèle à l'écoulement. Le seuil déversant latérale peut être placé sur un coté de l'ouvrage ou de chaque côté. ⁽⁶⁾

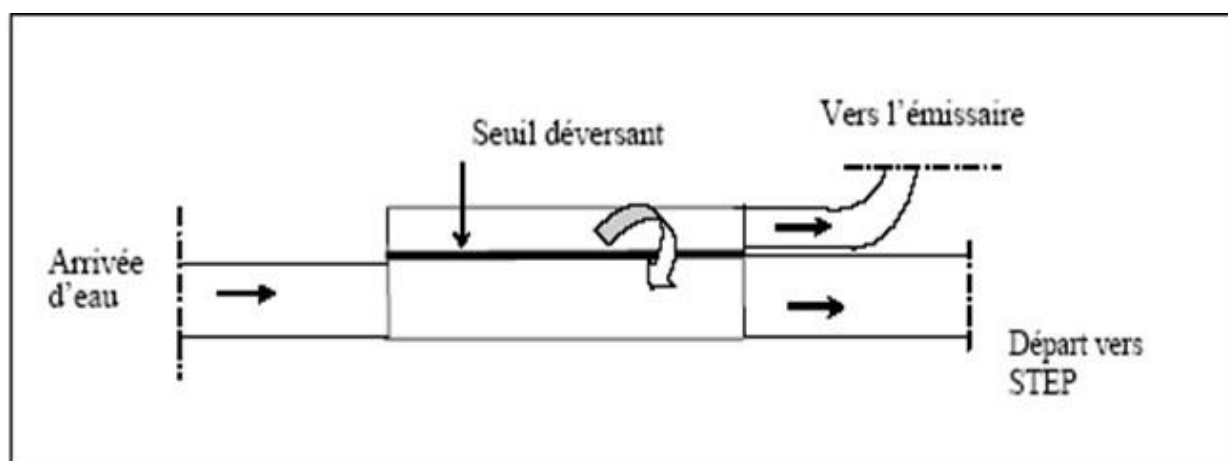


Figure VI.11: Schéma d'un déversoir à seuil latéral.

4. Les déversoirs à seuil frontal :

Le seuil est alors rectiligne et perpendiculaire à l'écoulement, le collecteur de départ pouvant se situer dans l'axe du collecteur d'arrivée.

Le seuil déversant généralement est horizontal, peut avoir un même niveau ou être en escalier et comporte plusieurs niveaux. ⁽⁶⁾

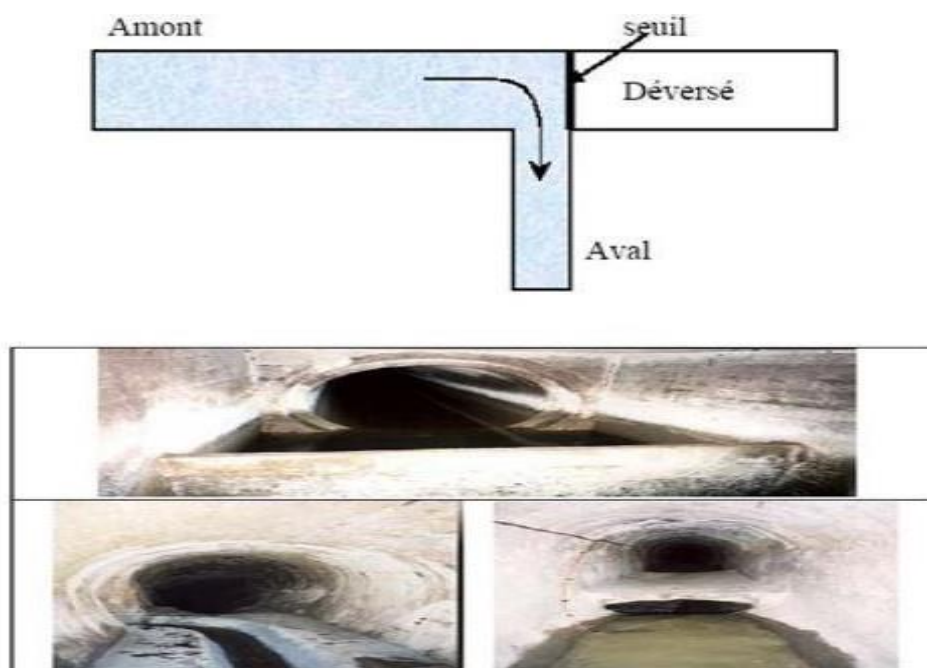


Figure VI.12: Exemple de déversoir frontal.

5. Déversoir 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. ⁽⁶⁾

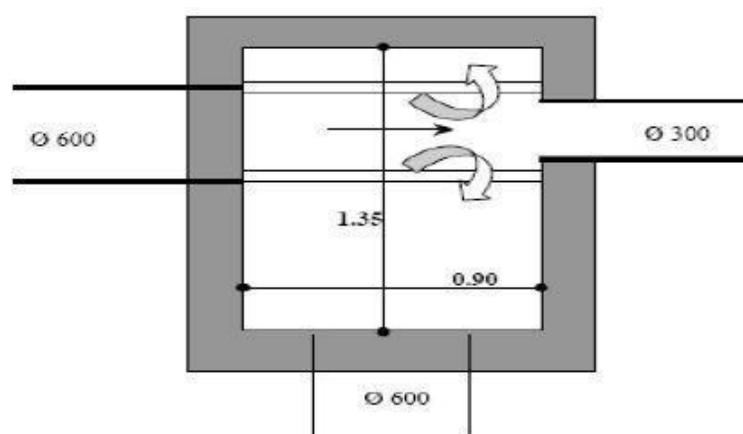


Figure VI.13: Schéma d'un déversoir à seuil double.

B. Les ouvrages n'utilisant pas le seuil :

On trouve dans cette catégorie toute une série de dispositifs, parfois appelés de régulation, qui font intervenir différents principes de fonctionnement. Mais si on se limite aux ouvrages

habituellement utilisés, on trouve essentiellement :

- ouvrage à ouverture de radier,
- ouvrages avec les trous dans le mur,
- ouvrage avec siphon,
- ouvrage avec orifice,
- ouvrages à vortex,
- ouvrage avec vannes.

C. Déversoir by-pass :

Ce type de déversoir permettant d'évacuer vers le milieu naturel les pointes de ruissellement de manière à dégager le réseau aval ; assurer le partage du flux polluant entre le milieu naturel et le collecteur aval ; envoyer les eaux excédentaires lors des orages vers un autre collecteur en assurant un rôle de maillage du réseau. Ce type de déversoir est utilisé dans la gestion du réseau, on fait by-passer l'écoulement vers un autre collecteur pour exécuter les travaux de réhabilitation. ⁽⁶⁾

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

a.4. Les ouvrages annexes du déversoir d'orage :

1. Les grilles et les dégrailleurs :

Leurs rôles est de contrôler les gros solides ($d > 6\text{mm}$) aux déversoirs pour éviter leur envoi au milieu naturel, ils sont placés à l'amont des déversoirs, et caractérisées par :

- épaisseur des barreaux des grilles : 10 à 12mm;
- espacement des barreaux des grilles : 10 à 15mm;
- rendement des grilles : 50%.

2. La chambre de tranquillisation et de dessablement :

Cette chambre est située à l'amont du déversoir, à pour but en réduisant la vitesse du flux, d'assurer une décantation des matières en suspension les plus lourdes et de faire remonter en surface les flottants.

Pour éviter l'envasement, on recommande :

$$\text{Avec : } D_{\min} = 0.815 Q_p^{0.4} \quad (\text{VI.1})$$

Q_p : débit de pointe de 2 à 5ans de période de retour [m³/s].

Remarque : Si on a une période de retour supérieure à 5ans, on multiplie le débit de pointe par le coefficient de majoration [$m \geq 1.25$], pour tenir compte de la période de retour

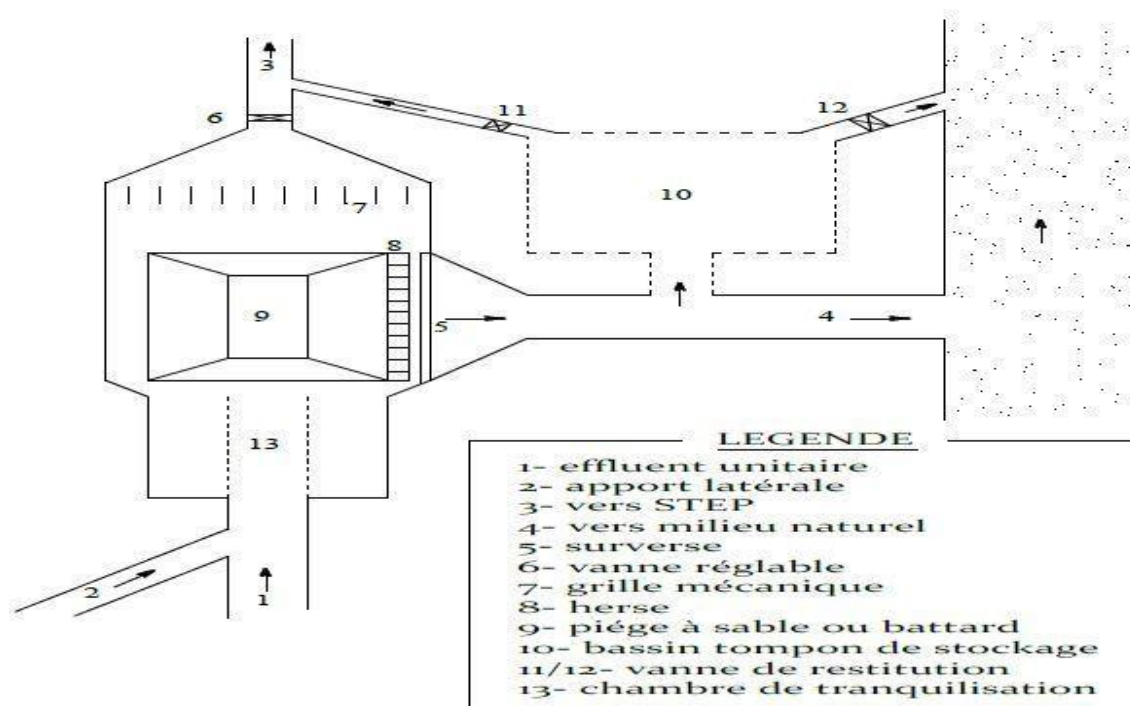


Figure VI.14: Conception détaillée d'un déversoir d'orage.

▪ Choix de types de déversoirs :

Le choix du type de déversoir ne se fera pas à la base de connaissances de son mode de calcul, mais en tenant compte des régimes d'écoulement des niveaux d'eau de l'émissaire et de la topographie du terrain.

a.5. Dimensionnement du déversoir d'orage :

▪ Dimensionnement du déversoir d'orage frontal :

Les données de base sont les suivantes :

-Diamètre d'entrée : $D = 1500 \text{ mm}$

-Débit total à l'entrée : $Q_{pl} = 6,199 \text{ m}^3/\text{s}$

-Débit à pleine section : $Q_{ps} = 6,428 \text{ m}^3/\text{s}$

-Débit du temps sec : $Q_{ts} = 0,307 \text{ m}^3/\text{s}$

-Débit de pointe allant vers une autre conduite : on propose 20% de débit totale a l'entrée (pour éviter la contamination de bassin de retenue)

$Q_1 = 1,2398 \text{ m}^3/\text{s}$

-Débit rejeté vers bassin de retenue : $Q_{br} = 4,9592 \text{ m}^3/\text{s}$

-Hauteur d'eau à l'entrée : $H_e = 1219 \text{ mm}$

-la pente = 0.009 m/m

▪ Calcule Temps de concentration :

$$t_c = \frac{L}{60 V} (\text{min}) \quad (\text{VI.2})$$

L : longueur totale de collecteur le plus longs.

V : vitesse moyen égale à la somme des vitesses de chaque tronçon sur le nombre

des tronçons $T_c = 2007,04 / (60 * 3,19) = 10.50 \text{ min}$

▪ Calcule du coefficient de retardement :

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

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

$$\text{Donc : } Z = 1 - \frac{10,50}{100}$$

$$Z = 0,895$$

▪ **Calcul du débit critique:**

$$Q_{cr} = Z * Q_t = 0.895 * 6,199$$

$$Q_{cr} = 5,548 \text{ m}^3/\text{s}$$

▪ **Détermination des hauteurs d'eau correspondant aux débits a l'amont du déversoir :**

Pour calculer on utilise l'abaque de Bazin.

▪ **Hauteur d'eau passer a l'autre collecteur :**

h_1 : correspond à la hauteur du seuil du déversoir appelé à envoyer le débit Q_1 vers un autre collecteur généralement vers la STEP.

On utilise abaque de variation des débits et des vitesses en fonction de la hauteur de remplissage (D'après la formule de Bazin) (annexe 2)

$$R_{q1} = \frac{Q_1}{Q_{ps}} = \frac{1,2398}{6,428} \text{ =====} \rightarrow R_{q1} = 0,193$$

$$R_{h1} = \frac{h_1}{D} = 0,25 \text{ =====} \rightarrow h_1 = 0,25 * 1500 = 375 \text{ mm}$$

$$R_{qcr} = \frac{Q_{cr}}{Q_{ps}} = \frac{5,548}{6,428} \text{ =====} \rightarrow R_{qcr} = 0,863$$

$$R_{hcr} = \frac{h_{tcr}}{D} = 0,7 \text{ =====} \rightarrow h_{tcr} = 0,7 * 1500 = 1050 \text{ mm}$$

▪ **h dévier :**

h_{dev} correspond à la hauteur d'eau déversée par le déversoir vers bassin de retenue

$$h_{dev} = h_{tcr} - h_1 = 1050 - 375 = 675 \text{ mm}$$

▪ **La longueur du seuil L :**

On applique la formule de BAZIN

$$Q_{dev} = m * L * h_{dev} * \sqrt{(2g * h_{dev})} \quad \text{(VI.4)}$$

Avec :

m : coefficient de débit en fonction de type de déversoir

- $m = 0.46$: déversoir frontale
- $m < 0.4$: déversoir latérale

Pour notre cas :

Déversoir frontale : $m=0.46$

L : longueur du seuil

h_{dev} : la hauteur d'eau déversée par le déversoir

g : pesanteur $=9.81 \text{ m/s}^2$

Donc :
$$L = \frac{Q_{dev}^{\frac{2}{3}}}{m \cdot h_{dev}^{\frac{2}{3}} \cdot \sqrt{2g}} = 4,39 \text{ m}$$

b. Les Bassins de retenue d'eau pluviale:

Les bassins de retenue sont des réservoirs d'accumulation d'EP destinés régulariser les débits lors de fort précipitation. Leur intérêt est évident, car ils permettent une diminution notable des section a l'aval donc une économie importante. Dans les agglomérations importantes, la difficulté principale réside dans le manque de terrains disponibles. ⁽⁷⁾

b.1 L'objectif des bassins:

Les bassins de retenue sont des réservoirs d'accumulation d'eau pluviale. La technique actuelle s'oriente vers la réalisation des bassins de retenue, destinés à régulariser les débits d'eaux météoriques, mais qui ne devront être utilisés qu'à bon escient et en fonction d'objectifs parmi lesquels on peut éviter: ⁽⁷⁾

- L'adaptation du tissu urbain dans lequel se situe le bassin;
- L'objectif de qualité pour l'utilisation prévue;
- L'objectif de qualité pour le milieu récepteur aval;

b.2 Types de bassins rencontrés:

Ils se divisent en deux types :

- **Les bassins secs :**

Ils reconnaissent un remplissage pendant une période consécutive à un ouvrage, autrement ils sont vides. Ce type d'ouvrages est généralement plus économique seulement l'étude hydrogéologique doit être bien déterminée. ⁽⁶⁾

- **Les bassins en eau permanente :**

Le bassin en eau pourra être utilisé dans un milieu d'attraction de ce fait aménagement doit être réalisé, il comprend : ⁽⁶⁾

- Un talus de pente max de 1/6 gazonné;
- Une risberme horizontale pour raison de sécurité;
- Un parement vertical.

b.3 Dimensionnement du bassin de rétention :

- **Méthode des volumes :**

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

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

Cette méthode suppose le débit (Q) demandé sensiblement constant : ⁽⁶⁾

$$Q = \frac{ca*q*s}{360} \quad (\text{VI.5})$$

Q: débit de fuite en (m³/s)

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

S : surface totale en (ha)

Sa : surface active en (ha)

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

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

$$q \text{ (mm/h)} = 360 Q / S_a \quad (\text{VI.6})$$

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

✓ On détermine le volume V moyennant, la relation:

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

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

D'ou:
$$V_t = V_b + (1/6) V_b = (7/6) V_b$$

- **Le calcul de bassin de retenue des eaux pluviales :**

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

- **Le débit de fuite admissible à l'aval :**

Nous définissons $Q = 30$ l/s à l'exutoire du bassin versant. La formule nécessite une valeur en m³/s, la valeur du débit admissible à l'aval est donc $Q = 0.03$ m³/s.

- **La surface active du bassin versant :**

On détermine la surface active du bassin versant à l'aide du calcul effectué précédemment lors du Calcul de base ($S = 81.75$ ha et $C_p = 0.6$).

Donc la surface active est $S_a = S \times C_p = 49.05$ ha

- **Calcul de la hauteur équivalente :**

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

On a :
$$q = \frac{360 \cdot Q}{S_a} = 0.284 \text{ mm/h}$$

- **Détermination de la hauteur spécifique de stockage :**

À l'aide de (Annexe04), on détermine la hauteur spécifique de stockage en fonction de la hauteur équivalente q .

On définit : $H_a = 36$ mm

- **Calcul du volume du bassin de rétention :**

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

$$V = 10 \cdot H_a \cdot S_a = 176\,580 \text{ m}^3$$

- **Dimensions du bassin de rétention :**

On fixe une surface de 3 ha ; on trouve une hauteur de $h = 4,65$ m. On prend un bassin carré avec $L = l = 194.94$ m.

Comme notre bassin de rétention est accessible au public, on prend un talus de 1/4.

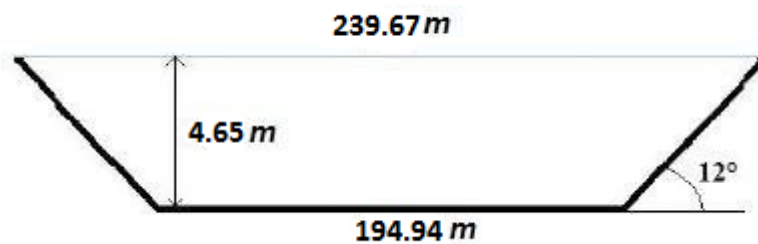


Figure VI.15: Schéma du bassin de rétention.

Conclusion :

Dans ce chapitre on a cité beaucoup éléments constitutifs du réseau d'égout, et on a projeté des bouches d'égout, des regards de chutes et des regards de visite ; ainsi pour les ouvrages principaux, notre choix est tombé sur les canalisations en PVC pour les diamètres inférieure à 650 mm et en béton armé pour les diamètres supérieures pour assurer un bon fonctionnement du système d'évacuation.

De l'autre 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 à savoir :

- ❖ Un déversoir d'orages de type frontal.
- ❖ Un bassin de rétention.

Chapitre -07-

**Organisation du chantier
et sécurité du travail**

Introduction :

L'organisation d'un chantier demande et impose un rythme de travail et pour cela il faut une bonne utilisation des moyens humains et matériels dans le but de rechercher : la rapidité, la qualité et l'économie. Pour cela il faut toujours commencer par une étude théorique et ensuite la partie pratique. Dans la première on détermine le temps de réalisation avec précision, le matériel à utiliser, la main d'œuvre nécessaire et les matériaux de construction nécessaires. Dans la deuxième partie on passe à l'exécution des travaux sur terrain.

VII.1. Exécution des travaux :

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

- ❖ Manutention et stockage des conduites;
- ❖ Décapage de la couche de terre végétale
- ❖ Exécution des tranchées et des fouilles pour les regards;
- ❖ Aménagement du lit de pose;
- ❖ Emplacement des jalons des piquets;
- ❖ La mise en place des canalisations en tranchée;
- ❖ Assemblage des tuyaux ;
- ❖ Faire les essais d'étanchéité pour les conduites et les joints;
- ❖ Remblaiement des tranchées;
- ❖ Construction des regards en béton armé.
- ❖ Réalisation des branchements.

VII.1.1. Manutention et stockage des conduites:

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

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

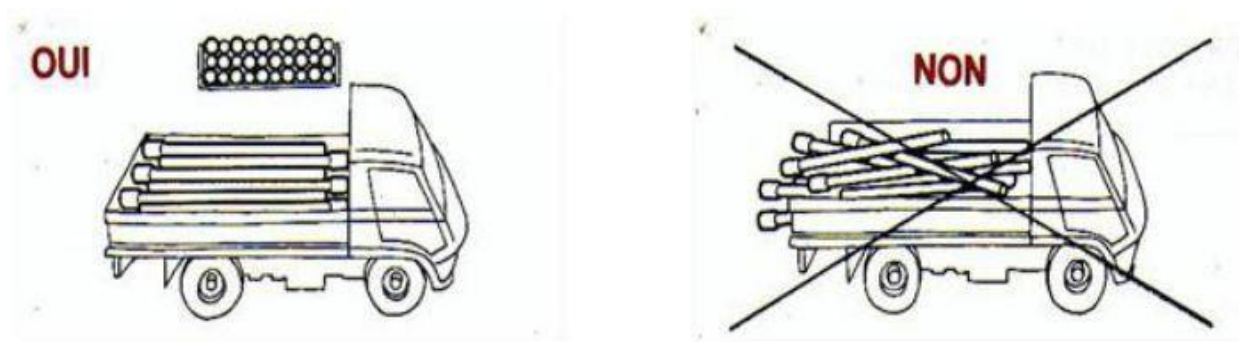


Figure VII.1 : Chargement des canalisations.

- **Déchargement :**

Le déchargement brutal des tubes et des raccords sur le sol est à proscrire. ⁽⁸⁾

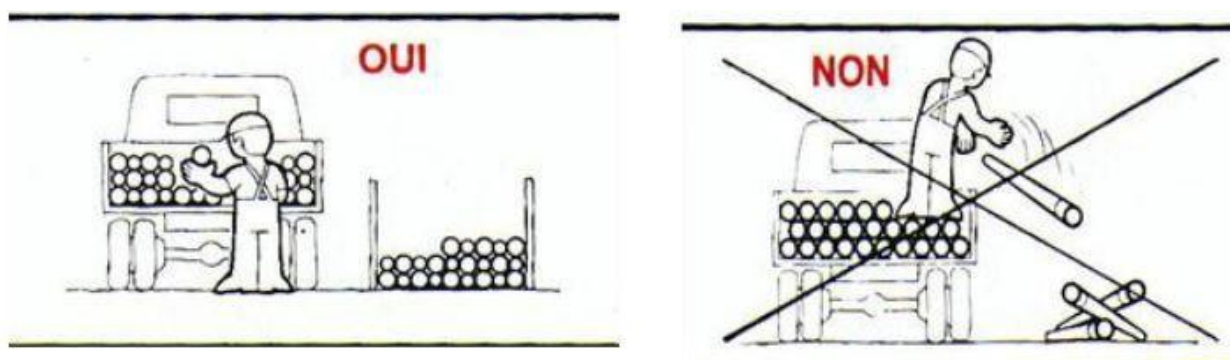


Figure VII.2 : Déchargement des canalisations.

- **Stockage :**

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

VII.1.2. Décapage de la couche de terre végétale:

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

$$V=b.H.L.m^3 \quad (VII.1)$$

Avec :

H : Epaisseur de la couche végétale.

b: Largeur de la couche végétale.

L : Longueur totale de tranché.

VII.1.3. Exécution des tranchées et des fouilles pour les regards:

Le fond de fouille doit être arasé à la pente du projet, en évitant le remaniement, et en respectant les largeurs minimales des tranchées par mesure de sécurité.

VII.1.4. Aménagement du lit de pose:

Les conduites doivent être posées sur un lit de sable d'épaisseur égale au moins à 10 cm, qui sera bien nivelée suivant les côtes du profil en long comme le montre la figure ci-dessous : ⁽²⁾



Figure VII.3 : Lit de pose.

Remarque :

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

VII.1.5. Emplacement des jalons des piquets:

Dans chaque point d'emplacement d'un regard, on doit placer un jalon de piquet.

VII.1.6. Pose des canalisations dans la tranchée:

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

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

VII.1.7. Assemblage des canalisations :

Suivant la section, la forme et la nature du matériau de la conduite, on effectue la

jointure de ces dernières.

VII.1.8. Essais d'étanchéité :

C'est une épreuve d'étanchéité au quelle sont soumises les conduites déjà placées au fond de la tranchée.

L'essai est réalisé avec de l'eau, de l'air, de la fumée ou un mélange d'eau et d'air.

VII.1.9. Réalisation des regards:

Pour l'exécution d'un regard, on doit suivre les étapes 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.

Les regards ont généralement une forme cubique, leurs dimensions varient en fonction des profondeurs des tranchées. La réalisation de ces regards s'effectue sur place avec le béton armé comme on peut avoir aussi des regards préfabriqués.

VII.1.10. Remblaiement et compactage des tranchées :

Pour assurer la protection de la canalisation, et la transmission des charges, on doit effectuer un remblayage avec un matériau similaire à celui mis en œuvre pour le remblayage latérale.

VII.1.11. Réalisation des branchements :

Les branchements comprennent de l'aval vers l'amont :

- Le raccordement de la canalisation de branchement vers la canalisation principal.
(Généralement un regard)
- La canalisation de branchement proprement dite avec une pente au moins égale à 3%.
- Sur chaque branchement individuel, la boîte de branchement à la limite du domaine public.

VII.1.12. Choix des engins:

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

➤ Pour le décapage de la couche de la terre végétale :

Le meilleur engin adopter à ce type de travaux c'est bien la niveleuse.

Elle est constituée d'un tracteur à quatre roues dans deux prolongé vers l'avant, une lame montée sur couronne et par rapport à laquelle elle peut tourner on se déplacer dans son prolongement dans toutes directions. ⁽⁷⁾



Figure VII.4 : Niveleuse.

Dans les terrains difficiles on utilise le « Bulldozer » :



Figure VII.5 : Bulldozer.

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

On utilise une pelle équipée en rétro.



Figure VII.6 : Pelle à chenille.

➤ **Pour le remblaiement des tranchées :**

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



Figure VII.7 : Chargeuse.

➤ **Pour le compactage :**

Le compactage de la terre après remblayage a été fait avec un compacteur à rouleaux lisses, qui est un engin lourd, qui tasse sous lui grâce à un ou plusieurs rouleaux en fonte.



Figure VII.8 : Compacteur à rouleaux lisses.

VII.2. Devis quantitatif et estimatif:

Quel que soit la nature du réseau d'assainissement projeté au niveau d'une zone rurale ou urbaine, il doit être économique. Pour ce la, la phase finale de l'étude d'un projet est

l'estimation de son coût.

Dans cette partie, nous présenterons le devis quantitatif des différents travaux (déblai, remblai, la pose des conduites..... etc.).

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 et les conduites en PVC
- ❖ La construction des regards et des déversoirs d'orage en béton armé.
- ❖ Les Travaux de remblaiement de la tranchée.
- ❖ Le transport des sols excédentaires.

VII.2.1 Détermination des différents volumes:

➤ Volume de la couche de terre végétale :

$$V_{cv}=H_v.L.B \quad (VII.2)$$

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

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

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

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

➤ Volume des déblais des tranchées :

$$V_{deb}=B.L.H \quad (VII.3)$$

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

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

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

H : Profondeur de la tranchée en(m).

➤ **Volume du lit du sable :**

$$V_{ls} = e.L.B \quad (VII.4)$$

V_{ls}: Volume du lit du sable en (m³).

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

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

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

➤ **Volume occupé par les conduites :**

$$V_{condt} = L.\pi.D^2/4 \quad (VII.5)$$

V_{condt}: Volume occupé par les conduites en (m³).

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

D : Diamètre de la conduite en (m).

➤ **Volume du remblai :**

$$V_r = V_{deb} - [V_{condt} + V_{cv} + V_{ls}] \quad (VII.6)$$

V_r: Volume du remblai en (m³).

➤ **Volume excédentaire :**

$$V_{excé} = V_f - V_{remb} \quad (VII.7)$$

V_{exc}: Volume du sol excédentaire en (m³).

V_f: Volume du sol foisonné en (m³) .

Tel que: $V_f = V_{deb} \cdot K_f \quad (VII.8)$

K_f : Coefficient de foisonnement dépend de la nature de sol pour notre cas on a : K_f = 1,5.

Tableau VII.1 : Devis estimatif des coûts de projets.

N°	Désignation des travaux	U	Quantité	Prix unitaire DA	Montant
A	Travaux de terrassement				
1	Décapage de la terre végétale	m ³	2793,76	250.00	698440.00
2	Déblai de tranche	m ³	55875,15	1000.00	55875150.00
3	Pose de lit de sable	m ³	2793,76	1500.00	4190640.00
4	Remblai de tranche	m ³	46060,81	700.00	32242657.00
5	Evacuation du déblai excédentaire	m ³	83812,73	500.00	18875957.50
B	Canalisation				
	Fourniture, transport et pose de canalisation				
1	canalisation en PVC CR8				
	300	ml	12314,96	2400.00	29555904.00
	400	ml	2005,11	2850.00	5714563.50
	500	ml	775,95	7200.00	5586840.00
	600	ml	2090,85	8500.00	17772225.00
	650	ml	855,33	9000.00	7697970.00
2	Canalisation en Béton armé classe 135A				
	800	ml	653,97	9113.00	5959628.61
	1000	ml	467,3	13318.00	6223501.40
	1200	ml	804,06	15107.00	12146934.42
	1500	ml	476,93	18819.00	8975345.67
C	Construction				
1	construction des regards en béton armé	u	516	35000	18060000
2	Bassin de rétention	u	1	300000	300000
3	Déversoir d'orage	u	1	250000	250000
	THT				223197584.10
	TVA 19%				42407540.98
	TTC				265605125.10

- **Planification du projet :**

- A. Piquetage.
- B. Décapage de la couche de goudron (si elle existe) ou celle de la végétation.
- 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 (le bassin de rétention et le DO).
- 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 VII.2 : Détermination des délais.

Opérations	TR	DP		DPP		MT
		CCP	DFP	DCPP	DFPP	
A	15	0	15	0	15	0
B	00	15	15	15	15	0
C	55	15	70	15	70	0
D	25	70	95	125	150	20
E	80	70	150	70	150	0
F	30	70	100	120	150	20
G	35	70	105	115	150	40
H	25	150	175	150	175	0
I	15	175	190	175	190	0
J	20	190	210	190	210	0
K	20	210	230	210	230	0

Avec :

- TR : temps de réalisation de projet.
 - DCP : date de commencement au plus tôt des travaux.
 - DFP : date de finissement au plus tôt des travaux.
 - DCPD : date de commencement au plus tard des travaux.
 - DFPP : date de finissement au plus tard des travaux.
 - MT : marge totale de l'exécution du projet.
- Le chemin critique est : A-B-C-E-H-I-J-K, avec un temps de réalisation de égale à :

$$\sum tr = 230 \text{ jours}$$

VII.3. Sécurité de travail :

Introduction :

La sécurité de travail désigne diverses disciplines visant à supprimer ou à limiter certains effets nuisibles du travail sur l'être humain (santé physique ou mentale centré sur la santé au travail).

Lorsqu'on évoque les accidents du travail, on a souvent plus ou moins tendance à penser qu'une seule cause serait à l'origine de la situation. S'agissant de l'accident de travail, on peut l'attribuer soit à la machine, soit à l'homme. Dans l'autre cas, on tente de faire ressortir la part de l'homme et la part de la machine. Ainsi les préoccupations concernant les risques professionnels, ne doivent pas être séparées de l'analyse du travail et les conditions dans lesquelles le travailleur est amené à exécuter son travail. L'analyse des causes d'accident n'a intérêt que si elle met celle-ci en relation avec le travail des opérateurs et on prend place dans un diagnostic général de la situation de travail et de ses effets sur la charge de travail, les risques pour la santé et la sécurité.

VII.3.1. Les Causes Des Accidents:

L'accident du travail n'est jamais le fait d'un hasard ou de la fatalité. Les causes sont la somme des différents éléments classés en deux catégories : Facteur matériel et facteur humain.

Le facteur matériel concerne les conditions dangereuses susceptibles d'évoluer au cours du travail.

Les causes d'accident d'origine matérielle proviennent soit :

- ❖ De la profession en général et du poste de travail en particulier;
- ❖ De la nature de la forme des matériaux mis en œuvre;
- ❖ Des outils et machines utilisés, implantation, entretien;
- ❖ De l'exécution du travail, difficultés particulières;
- ❖ Du lieu de travail, éclairage, conditions climatiques;
- ❖ Des conditions d'hygiène et de sécurité, ventilation, protection etc....

Par opposition aux conditions dangereuses techniquement et pratiquement décevables, les actions dangereuses dans le travail sont imputables au facteur humain et nécessitant

parfois l'intervention de psychologues avertis.

Certaines actions dangereuses sont des réactions psychiques difficilement prévisibles, car chaque être humain est un cas particulier qui réagit différemment, selon les circonstances.

VII.3.2 Les actions et conditions dangereuses:

Intervenir sans précaution sur les machines en mouvement ;

Ex : Graisser un engin en marche.

Imprudence durant les opérations de stockage et manutention ;

Ex : Passer sous une charge suspendue (lors de la pose des tubes) dans la tranchée. Intervenir sans précaution sur des installations sous tension, sous pression ;

Ex : ramasser un outil à proximité d'un conducteur sous tension ;

Ne pas utiliser l'équipement de protection individuelle ;

Ex : ne pas porter un masque et une paire de gants lors du soudage des conduites ;

Adopter une position peu sûre ;

Ex : transport du personnel sur la plate –forme d'un camion chargé de gros matériel ;

Suivre un rythme de travail inadapté ;

Ex : cadence de travail trop rapide ;

Outillage, engin, équipement en mauvais état;

Ex : échelle dont les barreaux cassés ont été remplacés par des planches clouées;

Ex : installation électrique en fil souple;

VII.3.3 Organisation de La prévention des accidents du travail:

L'organisation de la prévention se présente à travers les activités professionnelles du pays comme une immense chaîne de solidarité, composée de multiples maillons, correspondant chacun aux différents services ou personnes intéressées figurés dans l'organigramme ci-après :

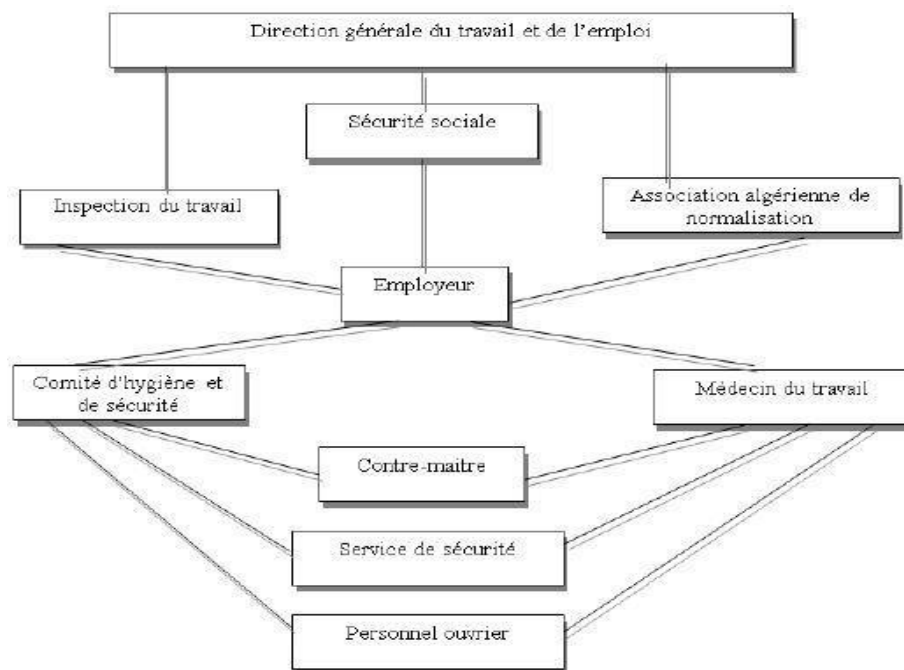


Figure VII.9 : Organisation de la prévention des accidents du travail.

Conclusion :

D'après ce chapitre on peut conclure que :

L'organisation de chantier est nécessaire avant le commencement des travaux, car elle nous permet de définir tous les volumes des travaux nécessaires pour l'élaboration du chantier. D'autre part, définie aussi tous les engins que l'on peut utiliser dans le chantier.

L'étude estimative des volumes des travaux, nous permet d'établir une estimation du coût total de notre projet estimé à 265 605 125.10 DA.

Les bonnes conditions du travail et la sécurité sur chantier jouent un rôle capital dans le bon déroulement des travaux et la protection des ouvriers.

Conclusion

Conclusion générale

CONCLUSION GENERALE

En conclusion, nous pouvons dire que dans ce mémoire, nous avons conçu un système d'évacuation des eaux usée et pluviales de la cite de ZAAROURA vers un exutoire afin de protéger la santé publique et l'environnement.

Nous avons commencé par la présentation de la zone d'étude et ses caractéristiques. Après, on fait l'étude hydrologique pour déterminer l'intensité moyenne maximale qui est de 114,88 L/s/ha, en utilisant les résultats obtenus par l'ajustement de la série pluviométrique à la loi Log-normale.

Le réseau que nous avons établi, est un réseau unitaire en raison de la topographie du site ainsi en fonction du coût de projet ; avec un schéma d'évacuation par déplacement latéral, acheminant une fraction des eaux usées évacuées vers la station d'épuration et une autre grande quantité lors des fortes précipitations des eaux pluviales vers un bassin de rétention.

Pour l'évaluation des débits des eaux usées, nous avons pris en considération les débits domestiques et publics vu qu'il n'y a pas des industries au niveau de la zone. Pour l'estimation des débits pluviaux, nous avons découpé la zone en 10 sous-bassins, choisi le coefficient de ruissellement selon la nature de la surface drainée et opté pour la méthode rationnelle.

Nous avons choisi des conduites en PVC pour le réseau avec des diamètres compris entre (300 – 650) mm vu ses avantages (résistantes à la corrosion et inertes vis-à-vis des produits chimiques qui composent ces eaux). Pour le réseau avec de diamètres supérieur à 800 mm , nous avons choisi des canalisations en béton armé.

Concernant les ouvrages annexes, nous ont épargné la conception d'un déversoir d'orage et d'un bassin de rétention pour les eaux pluviales.

Du coté économique, nous avons élaboré un devis quantitatif et estimatif afin d'évaluer le coût de projet qui est de 265 605 125.10 DA.

Références Bibliographiques

R E F E R E N C E S B I B L I O G R A P H I Q U E S

- 1- Google Maps (site web).
- 2- Mautrice Satin et Béchir Selmi « Guide technique d'assainissement 3eme édition ».
- 3- Dr.B.Touaibia - Mars 2004 « Manuel pratique d'hydrologie ».
- 4- Génie civil Algérie (RPOA 2008).
- 5- Rapport de bureau d'étude à Tiaret. « Le dimensionnement du réseau d'assainissement et diagnostique de la ville de KSAR CHELLALA ».
- 6- P. Salah B., 2014.« Assainissement des eaux usées et pluviales des agglomérations : A l'usage des étudiants de l'option Assainissement ». ENSH, Blida.
- 7- WikipédiA « L'encyclopédie libre ».

Annexes

Annexe 01 :

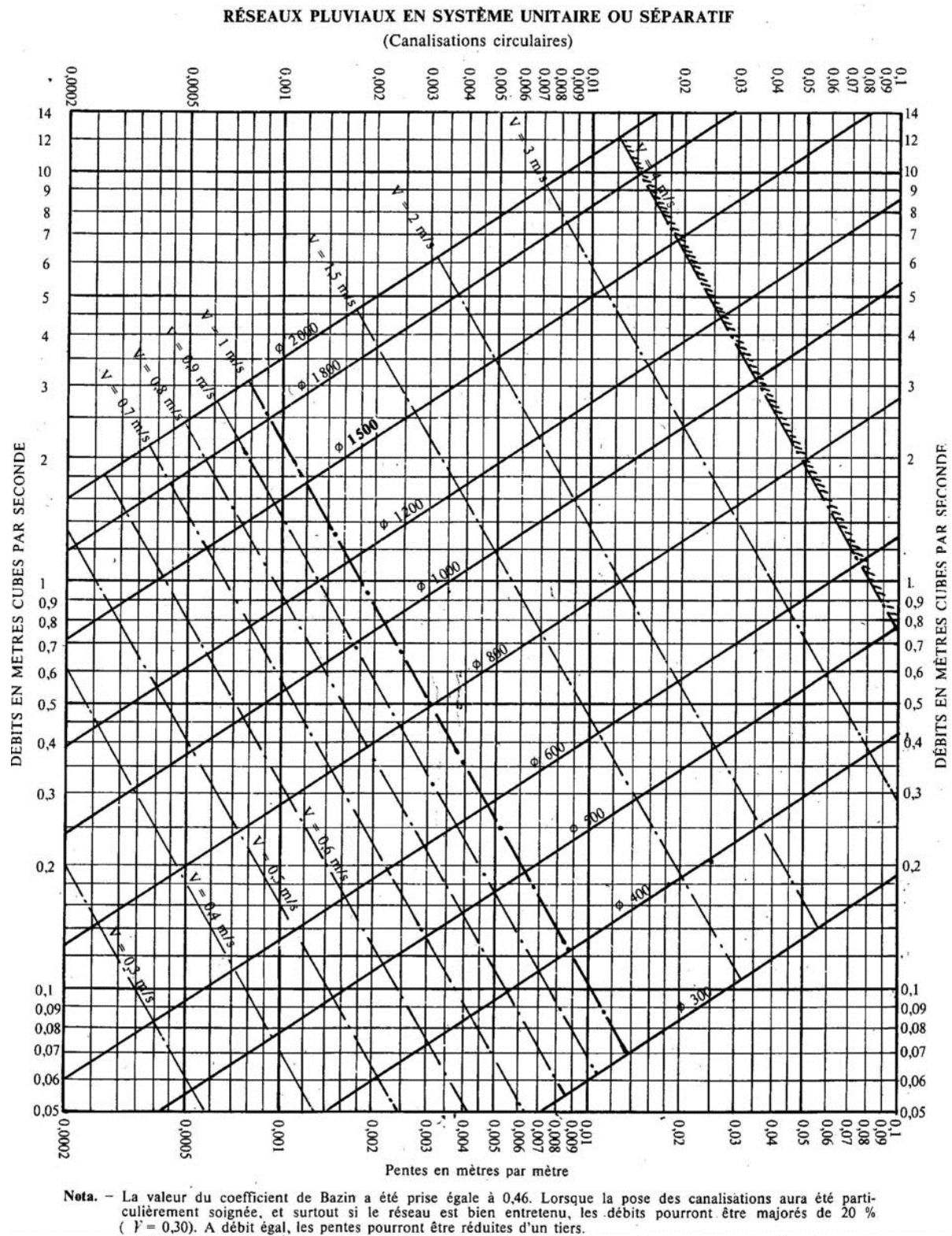
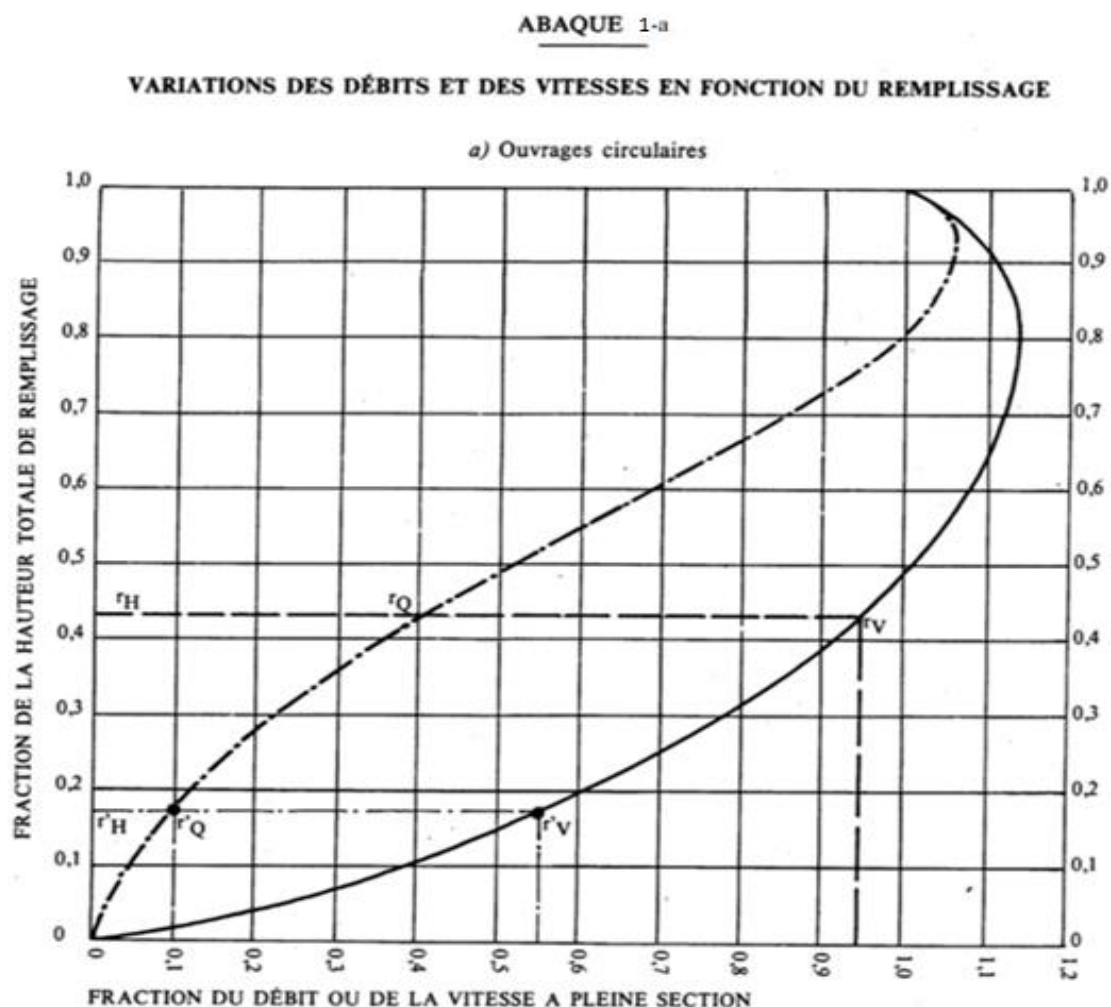


Figure 01 : Abaque de variation des diamètres et des vitesses en fonction de débit et de la pente

(D'après la formule de Bazin)

Annexe 02 :



MODE D'EMPLOI.

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

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

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

Exemples :

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

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

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

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

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

Ces dernières conditions d'écoulement à caractère assez théorique ne peuvent être obtenues que dans des conditions très particulières d'expérimentation.

Figure 02 : Abaque de variation des débits et des vitesses en fonction de la hauteur de remplissage
(D'après la formule de Bazin)

Annexes

Annexe 03 :

Tronçon	L (m)	C _{am} (m)	C _{av} (m)	Pente (m/m)	Q _{tot} (m³/s)	D _{cal} (m m)	D _N (mm)	R _q	R _v	R _h	H (mm)	V (m/s)	Q _{ps} (m³/s)	V _{ps} (m/s)	V _{min} (m/s)	Autocurage
R1 - R2	42,92	997,6	996,5	0,026	0,023	149	300	0,155	0,758	0,276	83	1,63	0,152	2,15	0,591	Vérifié
R2 - R3	38,25	996,5	996	0,013	0,044	216	300	0,416	0,941	0,448	134	1,42	0,107	1,51	0,530	Vérifié
R3 - R4	46,76	996	995,7	0,007	0,070	290	300	0,911	1,116	0,758	227	1,21	0,077	1,09	0,511	Vérifié
R4 - R5	44,79	995,7	995,4	0,008	0,094	314	400	0,526	1,015	0,519	208	1,45	0,179	1,43	0,543	Vérifié
R5 - R6	65,32	995,4	994,2	0,018	0,354	439	500	0,709	1,090	0,619	309	2,77	0,499	2,54	1,077	Vérifié
R6 - R7	55,89	994,2	993,4	0,014	0,429	497	500	0,986	1,122	0,837	418	2,49	0,435	2,22	1,073	Vérifié
R7 - R8	46,28	993,4	992,9	0,011	0,454	527	600	0,709	1,090	0,619	371	2,47	0,641	2,27	0,961	Vérifié
R8 - R9	45,30	992,9	992,5	0,008	0,693	655	800	0,587	1,049	0,554	444	2,46	1,181	2,35	0,930	Vérifié
R9 - R10	50,10	992,5	991,5	0,020	0,693	557	800	0,381	0,918	0,425	340	3,32	1,822	3,62	1,238	Vérifié
R10 - R11	50,01	991,5	989,7	0,037	0,693	497	800	0,280	0,856	0,361	289	4,21	2,473	4,92	1,541	Vérifié
R11 - R12	39,78	989,7	989,3	0,011	0,693	628	800	0,523	1,014	0,517	414	2,67	1,325	2,64	1,000	Vérifié
R13 - R14	40,85	998,3	997,6	0,017	0,025	166	300	0,205	0,808	0,313	94	1,41	0,123	1,75	0,495	Vérifié
R14 - R15	39,41	997,6	997,2	0,011	0,047	227	300	0,476	0,983	0,487	146	1,37	0,098	1,39	0,500	Vérifié
R15 - R16	43,05	997,2	996,8	0,009	0,070	277	300	0,806	1,103	0,675	202	1,36	0,087	1,24	0,544	Vérifié
R16 - R17	42,09	996,8	996,5	0,007	0,098	327	400	0,583	1,047	0,552	221	1,40	0,169	1,34	0,523	Vérifié
R17 – R5	48,32	996,5	995,4	0,023	0,259	375	400	0,842	1,108	0,700	280	2,71	0,308	2,45	1,110	Vérifié
R18 - R19	42,09	999,8	999	0,018	0,023	158	300	0,180	0,786	0,296	89	1,42	0,128	1,80	0,512	Vérifié
R19 – R20	44,18	999	998,7	0,007	0,068	286	300	0,876	1,112	0,727	218	1,22	0,078	1,10	0,509	Vérifié
R20 - R21	35,02	998,7	998,4	0,010	0,087	291	300	0,926	1,118	0,772	232	1,49	0,094	1,33	0,631	Vérifié
R21 - R22	51,25	998,4	998	0,008	0,115	334	400	0,620	1,063	0,572	229	1,57	0,186	1,48	0,598	Vérifié
R22 – R17	45,65	997,9	996,8	0,024	0,161	311	400	0,510	1,005	0,509	204	2,52	0,315	2,51	0,626	Vérifié
R23 - R24	41,22	1000,5	999,9	0,014	0,023	166	300	0,205	0,808	0,313	94	1,26	0,110	1,55	0,543	Vérifié
R24 – R19	41,22	999,9	999,3	0,017	0,045	206	300	0,367	0,908	0,416	125	1,58	0,123	1,74	0,587	Vérifié
R25 - R26	35,39	999,5	998,8	0,019	0,019	147	300	0,148	0,749	0,271	81	1,38	0,131	1,85	0,506	Vérifié
R26 - R27	48,06	998,8	998,2	0,012	0,046	219	300	0,433	0,953	0,460	138	1,42	0,105	1,49	0,530	Vérifié
R27 - R22	47,91	998,2	997,7	0,010	0,046	227	300	0,474	0,981	0,486	146	1,34	0,096	1,36	0,500	Vérifié
R28 - R29	37,94	997,9	997,2	0,018	0,021	152	300	0,162	0,767	0,282	85	1,39	0,128	1,81	0,503	Vérifié
R29 – R30	37,94	997,2	996,7	0,013	0,041	209	300	0,383	0,919	0,427	128	1,41	0,108	1,53	0,524	Vérifié
R30 - R31	27,34	996,7	996	0,026	0,041	185	300	0,275	0,853	0,357	107	1,82	0,151	2,13	0,665	Vérifié
R31 - R32	59,95	996	994,4	0,026	0,081	237	300	0,535	1,021	0,524	157	2,20	0,152	2,15	0,823	Vérifié

Annexes

R32 - R33	62,80	994,4	993,7	0,011	0,116	318	400	0,544	1,026	0,529	212	1,74	0,213	1,69	0,652	Vérifié
R33 - R34	56,65	993,7	993,4	0,005	0,116	365	400	0,783	1,101	0,661	264	1,29	0,148	1,18	0,520	Vérifié
R34 - R35	44,85	993,4	993,2	0,005	0,140	405	500	0,571	1,041	0,545	273	1,30	0,246	1,25	0,490	Vérifié
R35 – R8	37,65	993,2	992,9	0,008	0,178	398	500	0,543	1,025	0,529	264	1,72	0,329	1,67	0,644	Vérifié
R36 - R37	39,20	994,9	994,2	0,018	0,021	154	300	0,168	0,773	0,286	86	1,40	0,128	1,81	0,506	Vérifié
R37 – R35	30,43	994,2	993,2	0,032	0,038	171	300	0,225	0,822	0,326	98	1,97	0,169	2,39	0,711	Vérifié
R38 – R39	53,33	997	995,5	0,028	0,029	159	300	0,184	0,789	0,298	89	1,77	0,159	2,24	0,639	Vérifié
R40 – R39	28,62	995,6	994,9	0,023	0,016	131	300	0,109	0,682	0,234	70	1,38	0,143	2,03	0,530	Vérifié
R39 – R6	56,96	994,9	994,2	0,012	0,045	218	300	0,429	0,950	0,457	137	1,40	0,105	1,48	0,524	Vérifié
R41 – R42	37,58	997,7	997	0,018	0,021	151	300	0,161	0,765	0,281	84	1,38	0,128	1,81	0,502	Vérifié
R42 – R31	35,46	997	996	0,028	0,040	179	300	0,252	0,840	0,343	103	1,88	0,158	2,24	0,683	Vérifié
R43 - R44	60,45	1001	1000	0,012	0,023	171	300	0,224	0,821	0,325	97	1,21	0,104	1,48	0,451	Vérifié
R44 - R45	60,45	1000	999,4	0,009	0,047	235	300	0,52	1,01	0,51	154,2	1,29	0,090	1,27	0,50	Vérifié
R46-R47	56,59	999,4	998,5	0,015	0,067	246	300	0,590	1,050	0,556	167	1,70	0,114	1,62	0,588	Vérifié
R48-R49	58,42	998	996,4	0,027	0,090	244	300	0,576	1,043	0,548	164	2,30	0,156	2,21	0,826	Vérifié
R49-R50	66,83	996,4	994,3	0,032	0,143	282	300	0,845	1,108	0,703	211	2,64	0,169	2,39	1,075	Vérifié
R50-R51	36,39	994,3	994,2	0,003	0,157	462	500	0,812	1,104	0,679	340	1,09	0,193	0,98	0,438	Vérifié
R51-R52	34,77	994,2	993,1	0,032	0,170	301	500	0,257	0,843	0,346	173	2,84	0,661	3,37	1,030	Vérifié
R52-R53	48,51	993,1	991,7	0,028	0,262	362	500	0,422	0,946	0,452	226	2,99	0,621	3,16	1,132	Vérifié
R53-R54	49,2	991,7	991	0,014	0,633	574	600	0,887	1,113	0,736	442	2,81	0,714	2,53	1,237	Vérifié
R54-R55	23,79	991	990,1	0,037	0,633	480	600	0,553	1,031	0,535	321	4,17	1,145	4,05	1,642	Vérifié
R55-R121	14,64	990,1	990,1	0,004	0,707	755	800	0,857	1,109	0,712	569	1,82	0,825	1,64	0,795	Vérifié
R56-R57	36,42	999,7	999	0,019	0,014	130	300	0,107	0,678	0,232	69	1,25	0,131	1,85	0,491	Vérifié
R57-R58	36,42	999	998,5	0,015	0,028	177	300	0,245	0,835	0,338	102	1,36	0,115	1,62	0,507	Vérifié
R58-R61	24,48	998,5	998,1	0,015	0,028	177	300	0,246	0,836	0,339	102	1,35	0,114	1,62	0,506	Vérifié
R59-R60	33,81	999,5	998,7	0,025	0,013	121	300	0,088	0,632	0,209	63	1,32	0,148	2,09	0,541	Vérifié
R60-R61	39,88	998,7	998,1	0,015	0,028	177	300	0,246	0,835	0,339	102	1,37	0,116	1,64	0,511	Vérifié
R61-R76	47,28	998,4	997,9	0,011	0,057	245	300	0,583	1,047	0,552	166	1,44	0,097	1,37	0,567	Vérifié
R62-R63	33,14	999	998,6	0,012	0,014	142	300	0,136	0,732	0,260	78	1,07	0,104	1,47	0,513	Vérifié
R63-R64	33,14	998,6	998,2	0,012	0,027	180	300	0,257	0,842	0,346	104	1,23	0,104	1,47	0,542	Vérifié
R64-R65	23,62	998,2	997,9	0,011	0,027	182	300	0,264	0,846	0,350	105	1,21	0,101	1,43	0,532	Vérifié
R65-R66	25,31	997,9	997,7	0,010	0,049	236	300	0,528	1,016	0,520	156	1,35	0,094	1,33	0,528	Vérifié
R66-R67	56,93	997,7	996,6	0,019	0,129	298	300	0,985	1,123	0,835	250	2,08	0,131	1,85	0,950	Vérifié
R67-R68	66,33	996,6	995,6	0,015	0,155	336	400	0,626	1,066	0,576	230	2,09	0,247	1,96	0,837	Vérifié
R68-R69	82,74	995,6	993,7	0,023	0,187	332	400	0,606	1,058	0,565	226	2,59	0,308	2,45	1,030	Vérifié

Annexes

R70-R71	20,68	993,5	992,5	0,049	0,270	331	400	0,601	1,055	0,562	225	3,77	0,449	3,57	1,376	Vérifié
R71-R72	35,8	992,5	992	0,015	0,270	415	500	0,608	1,058	0,566	283	2,39	0,444	2,26	0,874	Vérifié
R72-R73	64,45	992	991,7	0,004	0,282	533	600	0,728	1,093	0,629	378	1,50	0,387	1,37	0,570	Vérifié
R73-R53	46,79	991,7	991,5	0,004	0,282	531	600	0,721	1,092	0,625	375	1,51	0,391	1,38	0,573	Vérifié
R74-R75	31	998,5	998	0,016	0,012	126	300	0,100	0,661	0,223	67	1,12	0,120	1,69	0,445	Vérifié
R75-R65	31	998,2	997,8	0,013	0,024	171	300	0,223	0,821	0,325	97	1,24	0,107	1,52	0,462	Vérifié
R76-R77	29,82	997,8	997,6	0,007	0,068	286	300	0,881	1,112	0,731	219	1,22	0,077	1,09	0,533	Vérifié
R77-R66	29,82	997,6	997,3	0,010	0,080	281	300	0,841	1,108	0,700	210	1,48	0,095	1,34	0,643	Vérifié
R78-R79	34,06	998,3	997,5	0,023	0,013	122	300	0,092	0,640	0,213	64	1,30	0,144	2,03	0,528	Vérifié
R79-R80	34,06	997,5	996,7	0,024	0,026	158	300	0,180	0,786	0,295	89	1,63	0,146	2,07	0,601	Vérifié
R80-R49	29,93	996,7	996,4	0,009	0,053	244	300	0,579	1,045	0,550	165	1,35	0,091	1,29	0,532	Vérifié
R81-R82	36,67	998	997,4	0,016	0,014	135	300	0,118	0,701	0,243	73	1,19	0,120	1,69	0,456	Vérifié
R82-R83	32	997,4	997	0,014	0,026	176	300	0,240	0,832	0,335	101	1,30	0,111	1,56	0,486	vérifié
R83-R80	23,79	997	996,6	0,017	0,026	169	300	0,217	0,816	0,321	96	1,41	0,122	1,73	0,524	vérifié
R84-R85	52,37	996,1	995,3	0,014	0,020	157	300	0,179	0,785	0,295	88	1,25	0,113	1,60	0,464	vérifié
R85-R86	43,92	995,3	993,9	0,032	0,037	170	300	0,219	0,818	0,322	97	1,96	0,170	2,40	0,729	vérifié
R86-R87	34,91	993,9	993,2	0,019	0,081	250	300	0,616	1,062	0,570	171	1,98	0,132	1,86	0,787	vérifié
R87-R52	32,59	993,2	993	0,006	0,092	326	400	0,579	1,045	0,550	220	1,32	0,159	1,27	0,523	vérifié
R88-R89	49,45	996,2	995,3	0,018	0,019	148	300	0,151	0,753	0,273	82	1,35	0,126	1,79	0,503	vérifié
R89-R90	43,93	995,3	994,4	0,021	0,036	182	300	0,263	0,846	0,350	105	1,64	0,137	1,94	0,618	vérifié
R90-R86	20,45	994,4	993,9	0,024	0,044	191	300	0,301	0,868	0,374	112	1,79	0,146	2,06	0,683	vérifié
R91-R87	28,8	993,5	993	0,019	0,011	119	300	0,085	0,623	0,205	61	1,15	0,130	1,84	0,475	vérifié
R92-R72	31,84	993,2	992	0,037	0,012	109	300	0,068	0,569	0,179	54	1,46	0,182	2,57	0,646	vérifié
R93-R94	28,95	995,3	994,4	0,032	0,011	108	300	0,066	0,562	0,176	53	1,35	0,170	2,40	0,602	vérifié
R94-R69	31,81	994,4	993,7	0,022	0,023	154	300	0,168	0,773	0,286	86	1,53	0,140	1,98	0,567	vérifié
R95-R96	40,78	997,1	996,3	0,020	0,016	135	300	0,119	0,702	0,244	73	1,31	0,132	1,87	0,504	vérifié
R96-R97	43,34	996,3	995,4	0,021	0,032	176	300	0,240	0,832	0,336	101	1,59	0,135	1,91	0,594	vérifié
R97-R98	41,35	995,4	994	0,034	0,048	186	300	0,278	0,855	0,359	108	2,11	0,174	2,46	0,796	vérifié
R98-R70	37,63	994	993,5	0,013	0,063	244	300	0,579	1,045	0,550	165	1,61	0,109	1,54	0,635	vérifié
R99-R100	50,77	993,4	991,9	0,030	0,012	114	300	0,075	0,592	0,190	57	1,37	0,164	2,32	0,595	vérifié
R100-R101	21,76	991,6	991,5	0,006	0,059	274	300	0,785	1,101	0,662	199	1,18	0,076	1,07	0,503	vérifié
R101-R102	31,45	991,5	990,9	0,017	0,067	240	300	0,552	1,031	0,534	160	1,77	0,121	1,72	0,704	vérifié
R102-R55	29,56	990,9	990,1	0,028	0,074	225	300	0,466	0,976	0,481	144	2,19	0,159	2,25	0,870	vérifié
R103-R104	36,17	993,4	992,7	0,021	0,009	108	300	0,066	0,561	0,176	53	1,08	0,136	1,92	0,503	vérifié
R104-R105	32,86	992,7	992,1	0,018	0,017	141	300	0,133	0,727	0,257	77	1,29	0,125	1,77	0,497	vérifié

Annexes

R105-R100	38,84	992,1	991,6	0,013	0,027	177	300	0,247	0,836	0,340	102	1,28	0,108	1,53	0,494	vérifié
R106-R105	41,29	992,6	992	0,014	0,011	124	300	0,095	0,649	0,217	65	1,03	0,113	1,59	0,483	vérifié
R107-R108	17,31	992,7	992,3	0,025	0,005	82	300	0,031	0,415	0,113	34	0,87	0,149	2,10	0,539	vérifié
R108-R109	39,25	992,3	991,7	0,016	0,029	177	300	0,243	0,834	0,337	101	1,39	0,118	1,66	0,487	vérifié
R109-R110	15,7	991,7	991,2	0,033	0,038	170	300	0,220	0,819	0,323	97	1,99	0,172	2,43	0,683	vérifié
R110-R111	30,63	991,2	990,5	0,021	0,057	217	300	0,419	0,944	0,451	135	1,81	0,135	1,91	0,627	vérifié
R111-R112	35,16	990,5	989,8	0,020	0,065	229	300	0,484	0,988	0,493	148	1,89	0,135	1,91	0,670	vérifié
R112-R127	25,81	989,8	989,4	0,016	0,795	612	800	0,489	0,992	0,496	397	3,21	1,625	3,23	1,246	vérifié
R113-R114	35,16	992,9	992,4	0,014	0,011	127	300	0,101	0,663	0,224	67	1,05	0,112	1,59	0,482	vérifié
R114-R108	28,69	992,4	992	0,014	0,017	147	300	0,149	0,751	0,272	82	1,18	0,111	1,57	0,547	vérifié
R115-R116	25,74	992,8	992,3	0,018	0,006	97	300	0,050	0,501	0,150	45	0,90	0,127	1,80	0,457	vérifié
R116-R117	22,15	992,3	992	0,014	0,012	130	300	0,108	0,680	0,232	70	1,06	0,110	1,55	0,427	vérifié
R118-R117	15,63	992,2	992	0,016	0,005	90	300	0,040	0,457	0,131	39	0,77	0,119	1,69	0,495	vérifié
R117-R100	58,91	992	991,6	0,006	0,016	173	300	0,230	0,825	0,329	99	0,82	0,071	1,00	0,368	vérifié
R119-R120	64,7	991,9	990,2	0,026	0,016	127	300	0,102	0,666	0,225	68	1,44	0,153	2,17	0,581	vérifié
R120-R121	20,43	990,2	990,1	0,004	0,023	205	300	0,361	0,904	0,412	124	0,80	0,063	0,89	0,311	vérifié
R121-R112	66,59	990,1	989,4	0,010	0,730	646	800	0,564	1,037	0,541	433	2,67	1,293	2,57	1,054	vérifié
R122-R110	49,47	991,8	991,2	0,011	0,013	138	300	0,127	0,716	0,252	75	1,02	0,100	1,42	0,460	vérifié
R123-R124	51,31	992,8	991,8	0,021	0,012	122	300	0,091	0,639	0,212	64	1,23	0,136	1,93	0,508	vérifié
R124-R125	24,66	991,8	991,4	0,015	0,019	152	300	0,164	0,769	0,283	85	1,24	0,114	1,61	0,468	vérifié
R125-R126	34,75	991,4	989,8	0,047	0,027	141	300	0,132	0,726	0,257	77	2,10	0,204	2,89	0,806	vérifié
R126-R127	31,77	989,8	989,5	0,008	0,035	214	300	0,406	0,934	0,441	132	1,15	0,087	1,23	0,502	vérifié
R127-R12	34,08	989,5	989,3	0,006	0,847	762	800	0,880	1,112	0,730	584	2,13	0,963	1,92	0,946	vérifié
R12-R128	51,54	989,3	987,6	0,033	1,540	684	800	0,660	1,077	0,593	475	5,00	2,335	4,64	1,987	vérifié
R128-R129	50,24	987,6	986,7	0,018	1,540	770	800	0,903	1,115	0,750	600	3,79	1,706	3,39	1,649	vérifié
R130-R131	45,68	993,1	992,3	0,018	0,014	132	300	0,113	0,690	0,238	71	1,23	0,126	1,79	0,474	vérifié
R131-R132	53,6	992,3	991,8	0,009	0,031	200	300	0,341	0,892	0,399	120	1,15	0,091	1,29	0,435	vérifié
R132-R133	35,56	991,8	989,7	0,059	0,042	159	300	0,184	0,790	0,299	90	2,55	0,229	3,23	0,934	vérifié
R133-R134	35,59	989,7	989,4	0,006	0,053	263	300	0,702	1,088	0,616	185	1,17	0,076	1,07	0,467	vérifié
R134-R135	31,72	989,4	988,9	0,017	0,063	234	300	0,518	1,010	0,514	154	1,74	0,122	1,72	0,669	vérifié
R135-R136	31,73	988,9	988,3	0,020	0,085	254	300	0,643	1,072	0,585	175	2,01	0,133	1,88	0,824	vérifié
R136-R137	32,89	988,3	988,2	0,004	0,106	385	400	0,902	1,115	0,750	300	1,04	0,117	0,93	0,467	vérifié
R137-R138	31,87	988,2	987,9	0,008	0,158	376	400	0,846	1,108	0,703	281	1,65	0,187	1,49	0,716	vérifié
R138-R139	30,54	988,1	988	0,003	0,211	500	600	0,616	1,062	0,570	342	1,29	0,343	1,21	0,509	vérifié
R139-R140	34,87	988	987,9	0,003	0,262	556	600	0,817	1,105	0,682	409	1,25	0,321	1,13	0,532	vérifié

Annexes

R140-R141	40,43	987,9	987,7	0,005	0,304	531	600	0,723	1,092	0,626	376	1,63	0,421	1,49	0,674	vérifié
R141-R142	32	987,7	987,6	0,004	0,331	598	600	0,989	1,122	0,840	504	1,33	0,335	1,18	0,608	vérifié
R142-R143	28,11	987,7	987,6	0,002	0,340	671	800	0,625	1,065	0,575	460	1,15	0,544	1,08	0,461	vérifié
R143-R144	41,26	987,6	987,4	0,005	0,370	574	800	0,412	0,939	0,446	357	1,68	0,898	1,79	0,652	vérifié
R144-R145	39,64	987,4	987,1	0,007	0,383	541	800	0,353	0,900	0,407	326	1,94	1,084	2,16	0,747	vérifié
R145-R146	26,38	987,1	986,8	0,011	0,577	578	800	0,420	0,944	0,451	360	2,58	1,375	2,74	0,960	vérifié
R146-R129	31	986,8	986,7	0,004	0,589	712	800	0,734	1,094	0,633	506	1,75	0,802	1,60	0,708	vérifié
R147-R148	34,74	992	990,2	0,050	0,011	99	300	0,052	0,509	0,153	46	1,51	0,210	2,97	0,726	vérifié
R148-R135	35	990,2	988,9	0,038	0,022	135	300	0,118	0,700	0,243	73	1,83	0,184	2,61	0,697	vérifié
R149-R150	31,04	991,8	990	0,058	0,010	92	300	0,043	0,470	0,136	41	1,51	0,227	3,21	0,776	vérifié
R150-R136	34,44	990	988,3	0,049	0,020	125	300	0,098	0,656	0,220	66	1,94	0,209	2,96	0,772	vérifié
R151-R152	41,41	991,8	991,2	0,015	0,013	132	300	0,111	0,687	0,236	71	1,13	0,116	1,65	0,435	vérifié
R152-R153	39,98	991,2	990,8	0,010	0,025	183	300	0,266	0,848	0,352	106	1,15	0,095	1,35	0,425	vérifié
R153-R154	46,05	990,8	989,3	0,033	0,040	174	300	0,233	0,827	0,331	99	2,00	0,171	2,42	0,737	vérifié
R154-R137	39,53	989,3	988,2	0,027	0,052	199	300	0,336	0,889	0,396	119	1,95	0,155	2,19	0,737	vérifié
R155-R156	58,13	992,1	991,2	0,016	0,018	148	300	0,152	0,755	0,274	82	1,27	0,119	1,69	0,470	vérifié
R156-R157	59,82	991,2	990,1	0,018	0,037	189	300	0,292	0,863	0,368	110	1,54	0,126	1,78	0,576	vérifié
R157-R138	47,77	990,1	988,1	0,042	0,052	183	300	0,267	0,848	0,352	106	2,33	0,194	2,74	0,864	vérifié
R158-R159	59,82	992,4	991,4	0,017	0,019	148	300	0,153	0,755	0,274	82	1,31	0,123	1,73	0,482	vérifié
R159-R160	61	991,4	990,1	0,021	0,038	184	300	0,273	0,852	0,356	107	1,67	0,138	1,95	0,619	vérifié
R160-R139	41,68	990,1	988	0,050	0,051	176	300	0,241	0,833	0,336	101	2,48	0,211	2,98	0,914	vérifié
R161-R162	49,37	991,3	990,4	0,020	0,015	134	300	0,116	0,696	0,241	72	1,31	0,133	1,88	0,501	vérifié
R162-R163	43,73	990,4	989,8	0,013	0,029	185	300	0,275	0,853	0,358	107	1,28	0,106	1,50	0,475	vérifié
R163-R140	40,89	989,8	987,9	0,046	0,042	166	300	0,206	0,808	0,314	94	2,32	0,203	2,88	0,851	vérifié
R164-R141	53,09	989,7	987,7	0,037	0,017	123	300	0,092	0,641	0,213	64	1,64	0,181	2,56	0,660	vérifié
R165-R143	55,98	988,9	987,6	0,024	0,017	136	300	0,120	0,705	0,245	74	1,45	0,145	2,06	0,550	vérifié
R166-R167	24,95	989,7	989,1	0,022	0,008	102	300	0,056	0,524	0,160	48	1,04	0,140	1,98	0,486	vérifié
R167-R168	16	989,5	989,2	0,019	0,008	105	300	0,060	0,542	0,168	50	0,99	0,129	1,83	0,452	vérifié
R168-R169	15,13	989,3	989	0,017	0,016	139	300	0,128	0,718	0,252	76	1,25	0,124	1,75	0,473	vérifié
R169-R170	23,6	989	988,7	0,014	0,025	169	300	0,218	0,817	0,321	96	1,31	0,113	1,60	0,480	vérifié
R170-R171	25,63	989	988,6	0,016	0,033	185	300	0,277	0,854	0,359	108	1,42	0,118	1,67	0,530	vérifié
R171-R172	30,12	988,6	987,5	0,036	0,053	191	300	0,299	0,867	0,372	112	2,18	0,178	2,51	0,812	vérifié
R172-R145	26,63	987,5	987,1	0,014	0,062	240	300	0,554	1,032	0,536	161	1,64	0,113	1,59	0,698	vérifié
R173-R168	25,56	989,9	989,3	0,025	0,008	100	300	0,054	0,517	0,157	47	1,08	0,148	2,09	0,513	vérifié
R174-R169	28,4	989,5	988,9	0,022	0,009	107	300	0,063	0,553	0,172	52	1,10	0,140	1,99	0,494	vérifié

Annexes

R175-R171	32,16	989,4	988,6	0,024	0,010	110	300	0,069	0,574	0,182	55	1,18	0,145	2,05	0,514	vérifié
R129-R176	50,49	986,7	985,3	0,028	2,129	796	800	0,988	1,122	0,839	671	4,81	2,155	4,29	2,159	vérifié
R176-R177	50,36	985,3	983,9	0,028	2,129	798	800	0,994	1,122	0,845	676	4,78	2,142	4,26	2,151	vérifié
R177-R178	47,94	984,1	982,4	0,036	2,129	759	800	0,869	1,111	0,722	577	5,41	2,449	4,87	2,327	vérifié
R244-R245	45,93	994,1	993,6	0,010	0,031	199	300	0,333	0,887	0,394	118	1,17	0,093	1,32	0,437	vérifié
R245-R246	43,71	993,9	993,5	0,008	0,061	264	400	0,329	0,885	0,392	157	1,30	0,184	1,47	0,484	vérifié
R246-R247	23,88	993,8	993,6	0,007	0,131	366	400	0,787	1,101	0,663	265	1,46	0,166	1,32	0,593	vérifié
R247-R248	45,56	993,6	993,4	0,005	0,217	470	500	0,847	1,108	0,704	352	1,44	0,256	1,30	0,602	vérifié
R248-R249	39,74	993,4	992,9	0,012	0,244	417	500	0,615	1,061	0,570	285	2,14	0,396	2,02	0,821	vérifié
R249-R250	20,17	992,9	992,4	0,029	0,452	443	500	0,724	1,092	0,627	314	3,47	0,624	3,18	1,357	vérifié
R250-R251	44,06	992,4	991,8	0,012	0,463	526	600	0,706	1,089	0,617	370	2,53	0,657	2,32	1,125	vérifié
R251-R252	48,98	991,8	991,3	0,011	0,629	605	650	0,824	1,106	0,687	447	2,54	0,764	2,30	1,070	vérifié
R252-R181	54,17	991	990,4	0,011	0,695	624	650	0,898	1,115	0,747	485	2,60	0,773	2,33	1,103	vérifié
R253-R254	28,45	994,8	994,4	0,013	0,019	157	300	0,179	0,785	0,295	88	1,19	0,108	1,52	0,433	vérifié
R254-R246	51,36	994,6	993,8	0,016	0,054	223	300	0,456	0,969	0,475	142	1,62	0,118	1,68	0,612	vérifié
R255-R256	37,12	995	994,5	0,013	0,025	173	300	0,232	0,827	0,330	99	1,27	0,108	1,53	0,462	vérifié
R256-R247	44,11	994,5	993,6	0,019	0,055	217	300	0,420	0,944	0,451	135	1,75	0,131	1,85	0,659	vérifié
R257-R258	38,63	995,2	994,8	0,011	0,026	182	300	0,263	0,846	0,350	105	1,19	0,099	1,41	0,437	vérifié
R258-R259	30,10	995	994,6	0,011	0,047	228	300	0,479	0,984	0,489	147	1,35	0,097	1,38	0,513	vérifié
R259-R260	38,91	994,6	994,4	0,006	0,073	303	400	0,477	0,984	0,488	195	1,19	0,153	1,21	0,452	vérifié
R260-R261	31,53	994,4	994,1	0,009	0,143	359	400	0,748	1,096	0,640	256	1,67	0,191	1,52	0,632	vérifié
R261-R262	21,72	994,1	993,8	0,016	0,158	335	400	0,621	1,064	0,573	229	2,15	0,254	2,02	0,787	vérifié
R262-R249	17,94	993,8	992,9	0,050	0,195	291	400	0,428	0,950	0,456	183	3,44	0,455	3,62	1,254	vérifié
R263-R264	39,20	994,8	994,4	0,011	0,027	183	300	0,269	0,849	0,353	106	1,19	0,099	1,40	0,436	vérifié
R264-R260	33,48	994,6	994,2	0,012	0,049	227	300	0,474	0,981	0,486	146	1,43	0,103	1,46	0,444	vérifié
R265-R262	36,88	994	993,6	0,011	0,025	180	300	0,257	0,843	0,346	104	1,16	0,097	1,37	0,454	vérifié
R266-R267	47,73	993,8	993,3	0,011	0,032	198	300	0,331	0,886	0,393	118	1,22	0,097	1,38	0,455	vérifié
R267-R268	22,78	993,3	993	0,012	0,048	224	300	0,457	0,970	0,475	143	1,43	0,105	1,48	0,541	vérifié
R268-R269	22,16	993,2	993	0,006	0,092	323	400	0,567	1,039	0,543	217	1,33	0,161	1,28	0,508	vérifié
R269-R270	36,90	993	992,8	0,007	0,112	347	400	0,683	1,084	0,606	242	1,41	0,164	1,30	0,553	vérifié
R270-R250	41,03	992,8	992,4	0,010	0,140	346	400	0,680	1,083	0,604	242	1,77	0,205	1,63	0,693	vérifié
R271-R268	42,52	994,4	993,2	0,028	0,029	159	300	0,182	0,788	0,297	89	1,76	0,158	2,23	0,638	vérifié
R272-R269	30,04	994,3	993	0,044	0,020	128	300	0,103	0,669	0,227	68	1,86	0,197	2,79	0,727	vérifié
R273-R274	29,50	991,9	991,5	0,013	0,019	156	300	0,176	0,782	0,292	88	1,18	0,107	1,51	0,507	vérifié
R274-R275	29,52	991,5	991,2	0,010	0,038	213	300	0,402	0,932	0,439	132	1,25	0,095	1,34	0,500	vérifié

Annexes

R275-R252	20,91	991,4	991	0,018	0,038	192	300	0,305	0,870	0,376	113	1,54	0,125	1,77	0,602	vérifié
R276-R277	50,75	1002	1000,5	0,028	0,014	121	300	0,089	0,635	0,210	63	1,42	0,158	2,23	0,574	vérifié
R277-R278	50,75	1000,5	1000	0,009	0,028	194	300	0,314	0,876	0,382	115	1,11	0,090	1,27	0,418	vérifié
R278-R279	35,84	1000	998,9	0,032	0,038	172	300	0,227	0,824	0,327	98	1,96	0,168	2,38	0,726	vérifié
R288-R289	50,16	988,6	987,6	0,020	0,344	430	500	0,668	1,080	0,597	299	2,83	0,515	2,62	1,126	vérifié
R289-R290	61,82	987,6	986,1	0,025	0,361	419	500	0,623	1,065	0,574	287	3,14	0,579	2,95	1,234	vérifié
R290-R291	80,21	986,1	984,9	0,015	0,541	538	600	0,748	1,096	0,640	384	2,80	0,723	2,56	1,144	vérifié
R291-R292	80,51	984,9	984,2	0,010	0,541	582	600	0,924	1,118	0,771	462	2,31	0,585	2,07	1,010	vérifié
R292-R293	58,86	984,2	983,7	0,008	0,541	598	600	0,990	1,122	0,841	505	2,17	0,546	1,93	0,970	vérifié
R293-R294	80,48	983,7	982,7	0,012	0,541	561	600	0,836	1,107	0,696	418	2,53	0,647	2,29	1,071	vérifié
R294-R295	80,28	982,7	980,9	0,023	0,541	493	600	0,594	1,052	0,558	335	3,39	0,911	3,22	1,317	vérifié
R295-R296	80,07	980,9	979,1	0,022	0,541	498	600	0,608	1,058	0,566	339	3,33	0,890	3,15	1,298	vérifié

Annexes

R296-R297	80,04	979,1	976,8	0,029	0,541	474	600	0,533	1,019	0,523	314	3,66	1,015	3,59	1,409	vérifié
R297-R298	80	976,8	974,4	0,030	0,541	469	600	0,519	1,011	0,514	308	3,73	1,043	3,69	1,434	vérifié
R298-R299	80,01	974,4	972,6	0,022	0,541	498	600	0,608	1,058	0,566	339	3,33	0,890	3,15	1,298	vérifié
R299-R300	80,04	972,6	970,9	0,020	0,541	505	600	0,631	1,068	0,578	347	3,24	0,857	3,03	1,268	vérifié
R300-R301	80,06	970,9	969,4	0,019	0,541	512	600	0,654	1,075	0,590	354	3,15	0,828	2,93	1,241	vérifié
R301-R302	80,06	969,4	968,5	0,011	0,541	567	600	0,862	1,110	0,716	429	2,46	0,628	2,22	1,052	vérifié
R302-R303	63,69	968,5	967,8	0,011	0,541	566	600	0,856	1,109	0,711	427	2,48	0,632	2,24	1,056	vérifié
R303-R304	64,8	968	967,4	0,009	0,541	586	600	0,939	1,120	0,786	471	2,28	0,576	2,04	1,000	vérifié
R304-R305	80,06	967,6	965,6	0,024	0,541	491	600	0,585	1,048	0,553	332	3,43	0,925	3,27	1,329	vérifié
R305-R306	59,54	965,6	964	0,028	0,541	478	600	0,545	1,026	0,530	318	3,61	0,994	3,51	1,390	vérifié
R307-R308	51,06	1001	999,1	0,029	0,014	121	300	0,088	0,632	0,209	63	1,44	0,161	2,28	0,589	vérifié
R308-R280	51,13	999,1	998	0,022	0,029	165	300	0,202	0,805	0,311	93	1,61	0,141	2,00	0,599	vérifié
R309-R310	53,18	999,6	998,2	0,025	0,015	126	300	0,098	0,657	0,221	66	1,40	0,150	2,13	0,551	vérifié
R310-R282	49,79	998,2	996,6	0,033	0,029	153	300	0,167	0,772	0,286	86	1,87	0,171	2,42	0,684	vérifié
R311-R312	44,85	999,9	998,6	0,029	0,012	115	300	0,077	0,599	0,193	58	1,37	0,162	2,29	0,579	vérifié
R312-R313	48,62	998,6	997,8	0,016	0,026	169	300	0,217	0,817	0,321	96	1,38	0,119	1,69	0,506	vérifié
R313-R314	34,95	997,8	997	0,023	0,036	178	300	0,250	0,838	0,342	103	1,69	0,143	2,02	0,626	vérifié
R314-R315	37,04	997	996,2	0,022	0,046	198	300	0,332	0,886	0,393	118	1,74	0,139	1,96	0,657	vérifié
R315-R316	39,62	996,2	995,9	0,009	0,082	291	300	0,924	1,118	0,771	231	1,40	0,089	1,25	0,614	vérifié
R316-R317	49,61	995,9	995	0,017	0,096	273	300	0,775	1,100	0,656	197	1,92	0,123	1,75	0,796	vérifié
R317-R318	34,39	995	994,2	0,024	0,105	266	300	0,727	1,093	0,629	189	2,24	0,145	2,05	0,909	vérifié
R318-R285	31,68	994,2	993,3	0,028	0,114	265	300	0,718	1,091	0,624	187	2,45	0,159	2,25	0,993	vérifié
R319-R320	43,22	998	997	0,023	0,012	118	300	0,084	0,619	0,203	61	1,26	0,143	2,03	0,519	vérifié
R320-R315	46,35	997	996,2	0,017	0,025	164	300	0,201	0,805	0,310	93	1,41	0,124	1,75	0,519	vérifié
R321-R322	47	998,3	997,3	0,021	0,013	125	300	0,096	0,652	0,218	65	1,25	0,136	1,93	0,500	vérifié
R322-R323	34,48	997,3	996,4	0,025	0,023	148	300	0,151	0,753	0,273	82	1,60	0,150	2,12	0,589	vérifié
R323-R324	37,45	996,4	995,8	0,017	0,033	184	300	0,271	0,850	0,355	106	1,47	0,122	1,73	0,549	vérifié
R324-R325	34	995,8	994	0,054	0,043	163	300	0,195	0,799	0,306	92	2,47	0,218	3,09	0,907	vérifié
R325-R326	40,97	994	993,7	0,007	0,075	296	300	0,965	1,122	0,813	244	1,24	0,078	1,10	0,551	vérifié
R326-R327	44,41	993,7	993	0,016	0,088	268	300	0,740	1,095	0,636	191	1,83	0,118	1,67	0,749	vérifié
R327-R328	35,19	993	992,5	0,014	0,118	306	400	0,489	0,992	0,496	198	1,91	0,242	1,93	0,735	vérifié
R328-R329	40,05	992,5	991,5	0,025	0,130	285	400	0,404	0,933	0,440	176	2,38	0,321	2,55	0,912	vérifié
R329-R330	35,42	991,5	990,9	0,017	0,139	314	400	0,523	1,013	0,517	207	2,15	0,266	2,12	0,828	vérifié

Annexes

R330-R331	33,38	990,9	990,5	0,012	0,149	346	400	0,678	1,082	0,603	241	1,89	0,219	1,75	0,754	vérifié
R331-R332	31,55	990,5	990	0,016	0,157	334	400	0,616	1,062	0,570	228	2,16	0,256	2,03	0,846	vérifié
R332-R333	30,19	990	988,3	0,057	0,166	268	400	0,342	0,893	0,400	160	3,44	0,485	3,86	1,311	vérifié
R333-R290	53,27	988,3	986,1	0,041	0,181	294	400	0,439	0,957	0,463	185	3,14	0,412	3,28	1,206	vérifié
R334-R335	43,2	996,9	995	0,044	0,012	105	300	0,061	0,544	0,168	51	1,52	0,198	2,80	0,693	vérifié
R335-R325	33,45	995	994	0,030	0,021	140	300	0,131	0,723	0,255	77	1,67	0,163	2,31	0,626	vérifié
R336-R337	39,61	995	994	0,025	0,011	113	300	0,073	0,588	0,188	56	1,25	0,150	2,12	0,534	vérifié
R337-R327	36,55	994	993	0,027	0,021	142	300	0,136	0,731	0,260	78	1,61	0,156	2,21	0,602	vérifié
R179-R180	45,87	990,9	990	0,020	0,018	142	300	0,136	0,731	0,260	78	1,39	0,134	1,90	0,519	vérifié
R180-R181	42,11	990	989,5	0,012	0,035	200	300	0,341	0,892	0,399	120	1,30	0,103	1,45	0,492	vérifié
R181-R182	28,29	989,5	989	0,018	0,730	581	650	0,741	1,095	0,636	414	3,25	0,985	2,97	1,301	vérifié
R182-R183	41,16	989	988	0,024	0,760	556	650	0,658	1,077	0,593	385	3,75	1,155	3,48	1,458	vérifié
R183-R184	37,31	988	986,8	0,032	0,760	527	650	0,572	1,041	0,546	355	4,17	1,329	4,01	1,590	vérifié
R184-R185	36,25	986,8	986	0,022	0,864	594	650	0,785	1,101	0,662	430	3,65	1,101	3,32	1,493	vérifié
R185-R186	49,64	986	985,2	0,016	1,008	667	800	0,616	1,062	0,570	456	3,46	1,637	3,26	1,334	vérifié
R186-R187	49,56	985,2	984,6	0,012	1,008	704	800	0,710	1,090	0,620	496	3,08	1,419	2,82	1,223	vérifié
R187-R188	33,14	984,6	984	0,018	1,061	665	800	0,612	1,060	0,568	454	3,66	1,735	3,45	1,412	vérifié
R188-R189	30,72	984	983,7	0,010	1,073	750	800	0,842	1,108	0,701	561	2,81	1,274	2,53	1,177	vérifié
R189-R190	29,37	983,7	983,2	0,017	1,085	679	800	0,645	1,073	0,586	468	3,59	1,682	3,35	1,397	vérifié
R190-R191	24,94	983,2	982,8	0,016	1,095	689	800	0,671	1,081	0,599	479	3,51	1,633	3,25	1,377	vérifié
R191-R192	30,08	982,8	982,5	0,010	1,259	793	800	0,978	1,122	0,827	662	2,88	1,288	2,56	1,272	vérifié
R192-R193	30,92	982,5	982	0,016	1,268	727	800	0,773	1,100	0,655	524	3,59	1,640	3,26	1,468	vérifié
R193-R194	32,01	982,3	981,9	0,012	1,276	764	800	0,886	1,113	0,735	588	3,19	1,441	2,87	1,362	vérifié
R194-R178	27,77	981,9	981,5	0,014	1,276	744	800	0,825	1,106	0,688	550	3,40	1,547	3,08	1,420	vérifié
R195-R196	38,17	990,4	989,8	0,016	0,015	139	300	0,127	0,717	0,252	76	1,21	0,119	1,69	0,456	vérifié
R196-R182	38,16	989,8	989	0,021	0,030	171	300	0,223	0,820	0,324	97	1,58	0,137	1,93	0,582	vérifié
R197-R198	31,55	990,5	989,4	0,036	0,013	111	300	0,070	0,578	0,184	55	1,46	0,178	2,52	0,634	vérifié
R198-R199	38,08	989,4	988,3	0,030	0,028	154	300	0,169	0,775	0,288	86	1,80	0,164	2,32	0,659	vérifié
R199-R200	31,15	988,3	987,4	0,029	0,040	179	300	0,252	0,839	0,343	103	1,89	0,159	2,25	0,701	vérifié
R200-R201	40,88	987,4	986,8	0,014	0,066	248	300	0,601	1,056	0,562	169	1,65	0,110	1,56	0,642	vérifié
R201-R184	44,88	986,8	986	0,018	0,084	258	400	0,311	0,874	0,380	152	1,89	0,271	2,16	0,710	vérifié
R202-R203	27,59	990	988,5	0,053	0,011	98	300	0,051	0,505	0,151	45	1,54	0,216	3,06	0,747	vérifié
R203-R200	38,34	988,5	987,4	0,029	0,026	152	300	0,164	0,769	0,284	85	1,74	0,160	2,26	0,638	vérifié

Annexes

R204-R205	15,23	987,5	987	0,035	0,006	85	300	0,035	0,431	0,120	36	1,07	0,176	2,49	0,594	vérifié
R205-R206	31,1	987	986,3	0,020	0,042	194	300	0,312	0,875	0,381	114	1,66	0,134	1,90	0,626	vérifié
R206-R207	32,6	986,3	985,9	0,014	0,079	264	300	0,709	1,090	0,619	186	1,73	0,112	1,58	0,695	vérifié
R207-R185	53,26	985,9	985,5	0,007	0,124	354	400	0,722	1,092	0,626	250	1,49	0,172	1,36	0,603	vérifié
R208-R209	29,72	987,8	987,4	0,014	0,012	129	300	0,106	0,674	0,229	69	1,07	0,112	1,59	0,417	vérifié
R209-R205	29,14	987,5	987	0,017	0,023	161	300	0,190	0,795	0,302	91	1,39	0,124	1,75	0,508	vérifié
R210-R211	31,53	987,3	986,8	0,014	0,013	132	300	0,111	0,687	0,236	71	1,09	0,113	1,59	0,423	vérifié
R211-R206	30,18	986,9	986,3	0,020	0,025	159	300	0,183	0,789	0,298	89	1,50	0,134	1,90	0,548	vérifié
R212-R213	26,98	986,7	986,2	0,017	0,011	120	300	0,087	0,629	0,207	62	1,09	0,123	1,74	0,447	vérifié
R213-R207	31,39	986,3	985,9	0,013	0,023	169	300	0,218	0,817	0,321	96	1,23	0,106	1,51	0,451	vérifié
R214-R215	48,08	987,9	986,6	0,027	0,019	137	300	0,123	0,710	0,248	74	1,56	0,155	2,19	0,590	vérifié
R215-R187	52,51	986,6	984,6	0,038	0,040	170	300	0,219	0,818	0,322	97	2,11	0,183	2,58	0,776	vérifié
R216-R217	34,86	987,2	986,5	0,020	0,014	128	300	0,103	0,669	0,227	68	1,27	0,135	1,90	0,499	vérifié
R217-R218	34,86	986,5	986,1	0,012	0,028	183	300	0,268	0,849	0,353	106	1,24	0,103	1,46	0,462	vérifié
R218-R219	28,92	986,1	985,7	0,013	0,039	206	300	0,368	0,909	0,417	125	1,37	0,107	1,51	0,523	vérifié
R219-R220	27,67	985,7	985,4	0,011	0,050	233	300	0,512	1,007	0,510	153	1,40	0,098	1,39	0,538	vérifié
R220-R221	30,61	985,4	985,1	0,113	0,113	322	400	0,560	1,035	0,539	216	1,66	0,201	1,60	0,663	vérifié
R221-R191	29,83	985,1	984,6	0,152	0,152	328	400	0,590	1,050	0,556	222	2,15	0,258	2,05	0,859	vérifié
R222-R223	34,47	988,2	987,6	0,014	0,014	130	300	0,109	0,681	0,233	70	1,22	0,126	1,79	0,473	vérifié
R223-R224	33,92	987,6	987,2	0,027	0,027	186	300	0,280	0,856	0,361	108	1,18	0,097	1,37	0,439	vérifié
R224-R225	43,67	987,2	986,2	0,045	0,045	194	300	0,313	0,875	0,381	114	1,77	0,143	2,02	0,665	vérifié
R225-R220	41,28	986,2	985,4	0,061	0,061	225	300	0,465	0,975	0,480	144	1,81	0,131	1,86	0,694	vérifié
R226-R227	56	987,5	986,3	0,022	0,022	151	300	0,160	0,764	0,281	84	1,51	0,139	1,97	0,554	vérifié
R227-R221	43,08	986,3	985,1	0,028	0,039	179	300	0,251	0,839	0,342	103	1,87	0,157	2,23	0,691	vérifié
R178-R228	50,02	981,5	980,6	0,018	3,405	1031	1200	0,668	1,080	0,598	717	4,87	5,099	4,51	1,926	vérifié
R228-R229	58,15	980,6	979,9	0,012	3,405	1112	1200	0,817	1,105	0,682	819	4,07	4,171	3,69	1,708	vérifié
R229-R230	50,09	979,9	978,5	0,028	3,405	950	1200	0,536	1,021	0,525	630	5,74	6,355	5,62	2,208	vérifié
R230-R231	50,47	978,5	977,3	0,024	3,405	974	1200	0,574	1,042	0,547	656	5,47	5,934	5,25	2,115	vérifié
R231-R232	50,47	977,3	976,7	0,011	3,405	1126	1200	0,843	1,108	0,701	841	3,96	4,040	3,57	1,676	vérifié
R232-R233	50,7	976,7	975	0,034	3,405	914	1200	0,484	0,988	0,492	591	6,15	7,042	6,23	2,357	vérifié
R233-R234	50,23	975	973,5	0,028	3,405	948	1200	0,533	1,019	0,523	627	5,76	6,391	5,65	2,216	vérifié
R234-R235	50,17	973,5	972,6	0,019	3,405	1026	1200	0,658	1,077	0,592	711	4,93	5,175	4,58	1,944	vérifié
R235-R236	50,33	972,6	971,1	0,030	3,405	936	1200	0,516	1,009	0,512	615	5,89	6,606	5,84	2,263	vérifié

Annexes

R236-R237	50,19	971,1	969,8	0,026	3,405	959	1200	0,550	1,030	0,533	640	5,63	6,188	5,47	2,171	vérifié
R237-R238	50,21	969,8	969,2	0,011	3,405	1140	1200	0,872	1,111	0,724	869	3,84	3,905	3,45	1,643	vérifié
R238-R239	50,14	969,2	967,8	0,028	3,405	950	1200	0,536	1,021	0,525	630	5,74	6,352	5,62	2,207	vérifié
R239-R240	50,29	967,8	967,1	0,016	3,405	1061	1200	0,719	1,092	0,625	749	4,57	4,734	4,19	1,842	vérifié
R240-R241	50,24	967,1	966,2	0,018	3,405	1034	1200	0,673	1,081	0,600	720	4,84	5,059	4,47	1,917	vérifié
R241-R242	50,08	966,2	965,1	0,022	3,405	997	1200	0,610	1,059	0,567	680	5,23	5,582	4,94	2,036	vérifié
R242-R243	42,28	965,1	964,5	0,013	3,405	1096	1200	0,785	1,101	0,662	795	4,22	4,336	3,83	1,747	vérifié
R338-R339	29,62	988,4	987,7	0,024	0,015	127	300	0,101	0,665	0,225	67	1,36	0,145	2,05	0,531	vérifié
R339-R340	34,96	987,7	987,2	0,014	0,032	189	300	0,290	0,862	0,367	110	1,35	0,110	1,56	0,493	vérifié
R340-R341	30,59	987,2	986,9	0,010	0,047	230	300	0,490	0,992	0,496	149	1,35	0,096	1,36	0,505	vérifié
R341-R342	31,90	986,9	986,5	0,011	0,147	347	400	0,682	1,084	0,605	242	1,86	0,216	1,72	0,700	vérifié
R342-R343	41,86	986,5	985,8	0,017	0,216	370	400	0,812	1,104	0,679	272	2,34	0,266	2,12	0,933	vérifié
R343-R344	42,61	985,8	985,2	0,014	0,286	427	500	0,656	1,076	0,591	296	2,39	0,437	2,22	0,905	vérifié
R344-R345	36,18	985,2	984,5	0,019	0,304	411	500	0,594	1,052	0,558	279	2,74	0,512	2,61	1,023	vérifié
R345-R346	33,23	984,5	983,8	0,021	0,434	463	500	0,813	1,104	0,680	340	3,01	0,534	2,72	1,209	vérifié
R346-R347	29,71	983,8	983,3	0,017	0,449	489	500	0,940	1,120	0,787	393	2,72	0,478	2,43	1,147	vérifié
R347-R348	32,51	983,3	982,8	0,015	0,530	529	600	0,714	1,091	0,622	373	2,86	0,742	2,63	1,110	vérifié
R348-R349	39,67	982,8	982,4	0,010	0,550	580	600	0,914	1,117	0,761	457	2,37	0,601	2,13	0,993	vérifié
R349-R350	42,14	982,4	981,5	0,021	0,571	511	600	0,652	1,075	0,589	354	3,33	0,875	3,09	1,264	vérifié
R350-R435	39,74	981,5	980,5	0,025	0,758	551	600	0,798	1,103	0,670	402	3,70	0,950	3,36	1,494	vérifié
R351-R352	52,45	988,4	987,8	0,012	0,026	179	300	0,252	0,839	0,343	103	1,23	0,103	1,46	0,445	vérifié
R352-R353	34,61	987,8	987,4	0,011	0,069	261	300	0,687	1,085	0,608	182	1,54	0,100	1,42	0,593	vérifié
R353-R341	39,08	987,4	986,9	0,013	0,084	274	300	0,788	1,101	0,664	199	1,66	0,107	1,51	0,638	vérifié
R354-R355	51,45	989,6	989	0,012	0,026	176	300	0,243	0,834	0,337	101	1,24	0,105	1,49	0,449	vérifié
R355-R352	30,20	989	987,8	0,038	0,026	143	300	0,138	0,735	0,262	79	1,92	0,185	2,61	0,706	vérifié
R356-R357	50,03	987,8	987,3	0,010	0,025	182	300	0,264	0,846	0,350	105	1,13	0,094	1,33	0,410	vérifié
R357-R342	47,46	987,3	986,5	0,017	0,048	212	300	0,395	0,927	0,435	130	1,61	0,122	1,73	0,597	vérifié
R358-R359	49,20	986,7	986,1	0,012	0,024	174	300	0,235	0,829	0,332	100	1,22	0,104	1,47	0,537	vérifié
R359-R343	49,30	986,2	985,8	0,008	0,049	244	300	0,576	1,043	0,548	164	1,25	0,085	1,20	0,352	vérifié
R360-R361	36,72	983,6	983	0,016	0,018	148	300	0,151	0,753	0,273	82	1,28	0,121	1,71	0,468	vérifié
R361-R362	33,61	983	982,2	0,024	0,035	176	300	0,240	0,832	0,335	101	1,71	0,145	2,06	0,619	vérifié
R362-R345	28,40	982,2	981,7	0,017	0,113	291	300	0,925	1,118	0,771	231	1,94	0,123	1,73	0,819	vérifié
R363-R364	49,49	984,7	983,8	0,019	0,025	160	300	0,187	0,793	0,301	90	1,47	0,131	1,86	0,530	vérifié

Annexes

R364-R365	49,10	983,8	982,7	0,021	0,049	203	300	0,355	0,901	0,408	122	1,76	0,138	1,95	0,652	vérifié
R365-R362	30,86	982,7	982,2	0,016	0,064	237	300	0,536	1,021	0,525	157	1,73	0,120	1,70	0,650	vérifié
R366-R367	38,22	984,8	984,2	0,016	0,019	150	300	0,157	0,760	0,278	83	1,30	0,121	1,71	0,473	vérifié
R367-R368	39,09	984,2	983,7	0,012	0,038	207	300	0,371	0,911	0,419	126	1,33	0,103	1,46	0,495	vérifié
R368-R347	53,17	983,7	983,3	0,008	0,065	275	300	0,792	1,102	0,667	200	1,27	0,082	1,16	0,514	vérifié
R369-R370	44,68	984,6	984,1	0,011	0,022	171	300	0,222	0,820	0,324	97	1,16	0,100	1,41	0,418	vérifié
R370-R371	30,44	984,1	983,9	0,013	0,037	201	300	0,345	0,895	0,402	121	1,37	0,108	1,53	0,507	vérifié
R371-R372	30,26	983,9	983,5	0,013	0,052	228	300	0,483	0,987	0,492	148	1,51	0,108	1,53	0,565	vérifié
R372-R373	40,87	983,5	982,9	0,016	0,073	250	300	0,616	1,062	0,570	171	1,77	0,118	1,67	0,671	vérifié
R373-R374	34,72	982,9	982,2	0,020	0,090	260	300	0,681	1,083	0,604	181	2,02	0,132	1,87	0,780	vérifié
R374-R350	32,56	982,2	981,5	0,022	0,183	331	400	0,605	1,057	0,564	226	2,54	0,302	2,40	0,960	vérifié
R375-R376	34,86	984,3	983,7	0,016	0,017	146	300	0,146	0,746	0,269	81	1,25	0,118	1,68	0,457	vérifié
R376-R377	34,83	983,7	983	0,020	0,035	181	300	0,259	0,844	0,347	104	1,60	0,134	1,89	0,580	vérifié
R377-R378	46,82	983	982,6	0,009	0,058	257	300	0,664	1,079	0,596	179	1,33	0,087	1,23	0,510	vérifié
R378-R374	37,85	982,6	982,2	0,011	0,077	275	300	0,791	1,102	0,666	200	1,51	0,097	1,37	0,608	vérifié
R379-R380	31,4	985,8	984,7	0,037	0,011	105	300	0,060	0,542	0,168	50	1,40	0,182	2,57	0,629	vérifié
R380-R381	33,55	984,7	983,8	0,026	0,023	147	300	0,149	0,750	0,271	81	1,62	0,153	2,16	0,585	vérifié
R381-R382	36,15	983,8	981,7	0,059	0,034	147	300	0,15	0,75	0,27	81,81	2,43	0,228	3,23	0,88	vérifié
R382-R383	29,03	981,7	980,2	0,052	0,045	166	300	0,208	0,810	0,315	94	2,45	0,214	3,03	0,876	vérifié
R383-R384	36,14	980,2	979,8	0,011	0,057	244	300	0,576	1,043	0,548	164	1,46	0,099	1,40	0,540	vérifié
R384-R385	35,66	979,8	978,9	0,024	0,070	227	300	0,476	0,982	0,487	146	2,03	0,146	2,07	0,745	vérifié
R385-R386	30,39	978,9	978,3	0,021	0,173	327	400	0,586	1,048	0,554	222	2,46	0,295	2,34	0,903	vérifié
R386-R387	32,04	978,3	977,7	0,017	0,184	349	400	0,698	1,087	0,613	245	2,28	0,264	2,10	0,861	vérifié
R387-R388	33,59	977,7	977,2	0,015	0,196	366	400	0,790	1,102	0,665	266	2,17	0,248	1,97	0,849	vérifié
R388-R389	31,66	977,2	976,8	0,012	0,274	430	500	0,670	1,080	0,599	299	2,25	0,409	2,08	0,843	vérifié
R389-R390	28,93	976,8	976,5	0,011	0,284	448	500	0,745	1,096	0,638	319	2,13	0,381	1,94	0,819	vérifié
R390-R391	31,11	976,5	976,2	0,010	0,373	506	600	0,635	1,069	0,580	348	2,22	0,588	2,08	0,824	vérifié
R391-R392	32,03	976,2	975,8	0,012	0,463	525	600	0,701	1,088	0,615	369	2,54	0,661	2,34	0,960	vérifié
R392-R393	54,03	975,8	975	0,016	0,527	525	600	0,702	1,088	0,615	369	2,89	0,751	2,66	1,092	vérifié
R393-R394	33,32	975	974,5	0,014	0,527	536	600	0,741	1,095	0,636	382	2,75	0,711	2,51	1,056	vérifié
R394-R395	35,74	974,5	973,9	0,016	0,586	547	600	0,782	1,101	0,660	396	2,92	0,749	2,65	1,136	vérifié
R395-R396	34,71	973,9	973,4	0,015	0,670	578	600	0,905	1,116	0,753	452	2,92	0,740	2,62	1,188	vérifié
R396-R397	29,12	973,4	973	0,014	0,680	593	650	0,783	1,101	0,661	429	2,88	0,869	2,62	1,122	vérifié

Annexes

R397-R479	33,44	973	972,6	0,012	1,708	860	1000	0,668	1,080	0,598	598	3,52	2,557	3,26	1,328	vérifié
R398-R399	38,72	985,3	983,6	0,044	0,014	110	300	0,068	0,571	0,180	54	1,60	0,198	2,80	0,691	vérifié
R399-R400	33,84	983,6	982,6	0,030	0,025	149	300	0,154	0,757	0,276	83	1,76	0,164	2,33	0,632	vérifié
R400-R401	24,41	982,6	981,2	0,059	0,034	147	300	0,148	0,749	0,271	81	2,43	0,229	3,24	0,874	vérifié
R401-R402	40,38	981,2	979,8	0,034	0,048	185	300	0,277	0,854	0,359	108	2,09	0,173	2,45	0,748	vérifié
R402-R385	30,4	979,8	978,9	0,030	0,092	243	300	0,570	1,040	0,545	163	2,39	0,162	2,30	0,872	vérifié
R403-R404	46,3	983,7	982,4	0,030	0,016	126	300	0,100	0,660	0,222	67	1,52	0,163	2,30	0,589	vérifié
R404-R402	50,42	982,4	979,8	0,051	0,034	151	300	0,160	0,764	0,280	84	2,29	0,212	3,00	0,819	vérifié
R405-R406	40,52	982,5	981,1	0,035	0,014	116	300	0,080	0,608	0,197	59	1,52	0,177	2,51	0,627	vérifié
R406-R407	48,33	981,1	979,8	0,027	0,031	164	300	0,199	0,803	0,309	93	1,77	0,156	2,20	0,627	vérifié
R407-R408	40	979,8	978,7	0,026	0,045	190	300	0,294	0,864	0,369	111	1,88	0,153	2,17	0,678	vérifié
R408-R409	32,13	978,7	977,5	0,039	0,056	192	300	0,303	0,869	0,375	112	2,29	0,186	2,63	0,828	vérifié
R409-R388	30,35	977,5	977,2	0,010	0,067	265	300	0,715	1,091	0,622	187	1,45	0,094	1,33	0,555	vérifié
R410-R411	42,46	981,4	980,3	0,026	0,015	126	300	0,098	0,657	0,221	66	1,40	0,151	2,14	0,546	vérifié
R411-R412	43,49	980,3	979,4	0,021	0,030	170	300	0,222	0,820	0,324	97	1,57	0,136	1,92	0,558	vérifié
R412-R413	38,66	979,4	978,2	0,031	0,044	181	300	0,261	0,845	0,349	105	1,99	0,167	2,36	0,711	vérifié
R413-R414	30,79	978,2	977,4	0,027	0,054	203	300	0,351	0,898	0,406	122	1,97	0,155	2,19	0,712	vérifié
R414-R415	34,91	977,4	977	0,011	0,067	258	300	0,668	1,080	0,598	179	1,52	0,100	1,41	0,567	vérifié
R415-R390	33,81	977	976,5	0,015	0,078	260	300	0,684	1,084	0,606	182	1,76	0,115	1,62	0,658	vérifié
R416-R417	45,98	980,7	979,8	0,021	0,016	134	300	0,117	0,698	0,242	72	1,36	0,138	1,95	0,508	vérifié
R417-R418	46,86	979,8	978,8	0,020	0,032	177	300	0,244	0,835	0,338	101	1,57	0,133	1,88	0,558	vérifié
R418-R419	36,3	978,8	978	0,023	0,045	195	300	0,317	0,877	0,383	115	1,77	0,143	2,02	0,638	vérifié
R419-R420	32,49	978	977,4	0,018	0,057	221	300	0,441	0,959	0,465	139	1,74	0,128	1,81	0,631	vérifié
R420-R421	31,17	977,4	976,7	0,023	0,067	226	300	0,470	0,979	0,484	145	1,98	0,143	2,03	0,721	vérifié
R421-R391	31,87	976,7	976,2	0,015	0,079	259	300	0,679	1,083	0,603	181	1,77	0,116	1,64	0,662	vérifié
R422-R423	41,78	977,8	977,3	0,013	0,015	143	300	0,138	0,734	0,262	79	1,10	0,106	1,50	0,401	vérifié
R423-R424	47,6	977,3	976,3	0,021	0,031	173	300	0,229	0,825	0,328	99	1,59	0,137	1,93	0,565	vérifié
R424-R392	40,11	976,3	975,8	0,012	0,045	219	300	0,430	0,951	0,458	137	1,42	0,105	1,49	0,514	vérifié
R425-R426	47,03	978,4	977,5	0,017	0,016	140	300	0,132	0,725	0,257	77	1,28	0,124	1,76	0,467	vérifié
R426-R427	46,03	977,5	975,7	0,040	0,033	155	300	0,172	0,777	0,289	87	2,08	0,190	2,68	0,741	vérifié
R427-R428	34,25	975,7	975	0,021	0,045	196	300	0,323	0,881	0,388	116	1,72	0,138	1,95	0,619	vérifié
R428-R394	41,19	975	974,5	0,011	0,059	247	300	0,598	1,054	0,560	168	1,47	0,099	1,39	0,538	vérifié
R429-R430	59,88	980,3	979,6	0,011	0,021	167	300	0,210	0,811	0,316	95	1,14	0,100	1,41	0,405	vérifié

Annexes

R430-R431	43,93	979,7	979	0,015	0,036	195	300	0,316	0,877	0,383	115	1,42	0,115	1,62	0,512	vérifié
R431-R432	39,93	979	978,5	0,013	0,050	225	300	0,467	0,977	0,482	144	1,49	0,108	1,52	0,539	vérifié
R432-R433	29,27	978,5	977,3	0,041	0,060	195	300	0,318	0,878	0,384	115	2,36	0,190	2,69	0,851	vérifié
R433-R434	37,87	977,3	975,5	0,049	0,074	203	300	0,353	0,899	0,407	122	2,66	0,209	2,96	0,962	vérifié
R434-R395	29,01	975,5	973,9	0,055	0,084	208	300	0,379	0,916	0,424	127	2,87	0,221	3,13	1,040	vérifié
R435-R436	27,9	980,5	979,3	0,043	0,760	499	600	0,612	1,060	0,568	341	4,66	1,242	4,39	1,788	vérifié
R436-R437	34,1	979,3	978,1	0,035	0,772	523	600	0,693	1,086	0,611	367	4,28	1,114	3,94	1,682	vérifié
R437-R438	32,73	978,1	977,2	0,027	0,857	570	600	0,873	1,111	0,725	435	3,86	0,982	3,47	1,618	vérifié
R438-R439	33,62	977,2	976,7	0,016	0,901	640	650	0,959	1,122	0,807	524	3,17	0,939	2,83	1,369	vérifié
R439-R440	29	976,7	975,8	0,030	0,936	576	650	0,725	1,093	0,628	408	4,25	1,291	3,89	1,683	vérifié
R440-R441	34,65	975,8	974,9	0,027	0,983	601	650	0,810	1,104	0,678	441	4,04	1,214	3,66	1,651	vérifié
R441-R442	24,16	974,9	974,3	0,025	0,983	607	650	0,835	1,107	0,695	452	3,93	1,178	3,55	1,622	vérifié
R442-R443	26,12	974,3	974,1	0,008	0,992	762	800	0,880	1,112	0,730	584	2,50	1,128	2,24	1,047	vérifié
R443-R444	30,37	974,1	973,8	0,009	1,003	739	800	0,810	1,104	0,678	542	2,72	1,238	2,46	1,111	vérifié
R444-R397	25,17	973,8	973	0,032	1,012	588	800	0,440	0,958	0,464	371	4,38	2,299	4,57	1,643	vérifié
R445-R446	35,65	980,6	979,5	0,030	0,012	114	300	0,076	0,596	0,192	58	1,38	0,164	2,32	0,578	vérifié
R446-R447	34,92	979,5	978,6	0,026	0,025	152	300	0,163	0,768	0,283	85	1,64	0,151	2,14	0,588	vérifié
R447-R437	31,92	978,6	978,1	0,015	0,073	252	300	0,627	1,066	0,576	173	1,74	0,116	1,64	0,643	vérifié
R448-R449	36,84	980,3	979,6	0,019	0,013	126	300	0,100	0,661	0,223	67	1,21	0,129	1,83	0,467	vérifié
R449-R450	36,83	979,6	979	0,016	0,026	169	300	0,216	0,816	0,320	96	1,38	0,119	1,69	0,487	vérifié
R450-R447	31,34	979	978,6	0,013	0,037	201	300	0,344	0,894	0,401	120	1,35	0,107	1,51	0,486	vérifié
R451-R452	43,96	978,2	977,6	0,014	0,015	142	300	0,136	0,731	0,260	78	1,17	0,113	1,60	0,425	vérifié
R452-R438	47,11	977,8	977,2	0,012	0,032	193	300	0,310	0,873	0,379	114	1,27	0,103	1,45	0,457	vérifié
R453-R454	50,14	977,7	977	0,014	0,018	150	300	0,157	0,761	0,278	84	1,20	0,111	1,58	0,430	vérifié
R454-R439	50,14	977	976,5	0,010	0,035	207	300	0,372	0,912	0,420	126	1,21	0,094	1,33	0,441	vérifié
R455-R456	54,6	977,2	976,3	0,016	0,019	150	300	0,158	0,761	0,279	84	1,30	0,121	1,71	0,466	vérifié
R456-R440	44,88	976,3	975,8	0,011	0,035	202	300	0,349	0,897	0,405	121	1,26	0,100	1,41	0,457	vérifié
R457-R458	26,51	974	973,5	0,020	0,007	99	300	0,053	0,512	0,154	46	0,96	0,132	1,87	0,481	vérifié
R458-R459	29,24	973,5	972,7	0,028	0,021	140	300	0,132	0,725	0,256	77	1,63	0,159	2,25	0,642	vérifié
R459-R460	31,27	972,7	971,8	0,028	0,035	172	300	0,227	0,823	0,327	98	1,82	0,156	2,21	0,726	vérifié
R460-R461	32,92	971,8	971,4	0,012	0,074	265	300	0,718	1,091	0,624	187	1,58	0,103	1,45	0,697	vérifié
R461-R462	46,91	971,4	971	0,009	0,096	305	400	0,487	0,990	0,495	198	1,55	0,197	1,56	0,805	vérifié
R462-R463	46,23	971	970,1	0,019	0,108	281	400	0,388	0,923	0,430	172	2,03	0,277	2,20	1,009	vérifié

Annexes

R463-R464	36,88	970,1	969,6	0,014	0,117	305	400	0,485	0,989	0,493	197	1,90	0,241	1,92	0,948	vérifié
R464-R465	31,69	969,6	969,3	0,009	0,136	352	400	0,714	1,091	0,622	249	1,66	0,191	1,52	0,864	vérifié
R465-R466	63,05	969,3	968,3	0,017	1,929	846	1000	0,640	1,071	0,583	583	4,11	3,017	3,84	1,571	vérifié
R466-R467	19,01	968,3	967,7	0,028	1,934	769	1000	0,496	0,996	0,500	500	4,95	3,903	4,97	1,851	vérifié
R467-R468	32,06	967,7	967,1	0,020	2,010	833	1000	0,613	1,061	0,569	569	4,43	3,277	4,17	1,684	vérifié
R468-R469	35,93	967,1	966,6	0,014	2,051	888	1000	0,729	1,093	0,630	630	3,91	2,812	3,58	1,548	vérifié
R469-R470	36,57	966,6	966,1	0,014	2,064	893	1000	0,740	1,095	0,636	636	3,89	2,788	3,55	1,546	vérifié
R470-R471	29,87	966,1	965,6	0,015	2,079	886	1000	0,725	1,093	0,627	627	3,99	2,869	3,65	1,575	vérifié
R471-R243	59,49	965,6	964,5	0,018	2,253	883	1000	0,719	1,092	0,624	624	4,36	3,135	3,99	1,717	vérifié
R472-R458	26,03	974,3	973,5	0,031	0,007	90	300	0,040	0,457	0,131	39	1,07	0,165	2,34	0,567	vérifié
R473-R459	22,2	973,2	972,7	0,023	0,011	114	300	0,075	0,592	0,190	57	1,19	0,141	2,00	0,511	vérifié
R474-R461	21,48	972,3	971,4	0,042	0,005	79	300	0,028	0,398	0,106	32	1,09	0,194	2,75	0,652	vérifié
R475-R476	20,51	973,6	973,2	0,021	0,009	105	300	0,062	0,547	0,170	51	1,07	0,138	1,95	0,491	vérifié
R476-R460	30,29	973,2	971,8	0,046	0,021	129	300	0,106	0,675	0,230	69	1,94	0,203	2,87	0,766	vérifié
R477-R476	34,86	973,8	973,1	0,020	0,010	111	300	0,071	0,580	0,185	55	1,10	0,134	1,89	0,478	vérifié
R478-R460	32,98	972,9	971,8	0,033	0,008	97	300	0,049	0,497	0,148	44	1,20	0,171	2,42	0,596	vérifié
R479-R480	34,57	973,9	972,8	0,033	1,717	713	1000	0,406	0,935	0,442	442	5,03	4,226	5,38	1,848	vérifié
R480-R481	28,87	972,8	971,5	0,045	1,754	677	1000	0,354	0,900	0,407	407	5,68	4,961	6,32	2,084	vérifié
R481-R482	34,61	971,5	969,7	0,052	1,793	665	1000	0,337	0,890	0,397	397	6,02	5,316	6,77	2,207	vérifié
R482-R465	59,83	969,7	969,3	0,007	1,804	974	1000	0,932	1,119	0,779	779	2,76	1,935	2,46	1,154	vérifié
R483-R481	40,05	972	970,7	0,031	0,010	105	300	0,061	0,545	0,169	51	1,29	0,167	2,37	0,594	vérifié
R484-R485	25,48	973,6	972,6	0,039	0,007	85	300	0,035	0,433	0,121	36	1,14	0,187	2,64	0,637	vérifié
R485-R486	28,74	972,8	972,3	0,016	0,029	176	300	0,239	0,832	0,335	101	1,42	0,121	1,71	0,535	vérifié
R486-R480	31,28	972,3	972	0,011	0,037	209	300	0,381	0,918	0,425	128	1,26	0,097	1,37	0,495	vérifié
R487-R485	59,77	973,5	972,6	0,016	0,015	139	300	0,128	0,719	0,253	76	1,20	0,118	1,66	0,452	vérifié
R488-R489	38	971,8	971	0,021	0,011	116	300	0,079	0,605	0,196	59	1,17	0,137	1,94	0,515	vérifié
R489-R481	40,24	971,3	970,7	0,015	0,020	155	300	0,172	0,778	0,290	87	1,27	0,115	1,63	0,480	vérifié
R490-R482	45,47	970,7	969,7	0,022	0,012	118	300	0,083	0,617	0,201	60	1,21	0,139	1,97	0,510	vérifié
R491-R492	24,75	971,2	970,7	0,021	0,011	116	300	0,080	0,607	0,197	59	1,16	0,135	1,91	0,511	vérifié
R492-R464	31,39	970,7	969,6	0,035	0,019	131	300	0,110	0,684	0,234	70	1,70	0,176	2,49	0,687	vérifié
R493-R492	14,87	970,6	970,3	0,020	0,009	107	300	0,063	0,554	0,173	52	1,05	0,134	1,89	0,478	vérifié
R494-R495	56,63	974,8	972	0,048	0,014	110	300	0,069	0,574	0,182	55	1,68	0,207	2,93	0,744	vérifié
R495-R496	31,88	972	971,3	0,023	0,022	150	300	0,158	0,762	0,279	84	1,53	0,142	2,00	0,575	vérifié

Annexes

R496-R497	35,67	971,3	971	0,008	0,031	205	300	0,364	0,907	0,414	124	1,11	0,086	1,22	0,438	vérifié
R497-R498	34,47	971	970	0,028	0,040	180	300	0,254	0,841	0,344	103	1,88	0,158	2,24	0,719	vérifié
R498-R499	38,2	970	969	0,028	0,050	195	300	0,315	0,876	0,383	115	1,97	0,159	2,24	0,771	vérifié
R499-R500	31,97	969	968,6	0,010	0,058	250	300	0,616	1,062	0,570	171	1,42	0,094	1,33	0,583	vérifié
R500-R467	37,65	968,6	967,7	0,025	0,068	224	300	0,456	0,969	0,475	142	2,03	0,148	2,10	0,816	vérifié
R501-R502	49,46	969,1	967,7	0,030	0,013	115	300	0,077	0,600	0,194	58	1,38	0,163	2,30	0,591	vérifié
R502-R503	37,12	967,7	966,9	0,021	0,022	152	300	0,162	0,767	0,282	85	1,47	0,136	1,92	0,555	vérifié
R503-R468	38,38	966,9	966,3	0,016	0,032	183	300	0,269	0,850	0,354	106	1,42	0,118	1,67	0,545	vérifié
R504-R505	26,9	967	966,5	0,019	0,011	119	300	0,084	0,620	0,203	61	1,13	0,129	1,82	0,489	vérifié
R505-R469	29,04	966,7	966,2	0,017	0,013	129	300	0,106	0,675	0,230	69	1,18	0,124	1,75	0,501	vérifié
R506-R470	29,88	966,6	966	0,020	0,009	109	300	0,067	0,567	0,179	54	1,07	0,134	1,89	0,505	vérifié
R507-R508	31,57	966,4	965,7	0,022	0,010	113	300	0,075	0,591	0,190	57	1,17	0,140	1,99	0,495	vérifié
R508-R471	29,7	965,8	965,5	0,011	0,021	166	300	0,206	0,809	0,314	94	1,15	0,101	1,43	0,400	vérifié
R243-R306	37,36	964,5	964	0,014	5,658	1305	1500	0,689	1,085	0,609	913	5,04	8,209	4,65	1,992	vérifié
R306-R509	50	964	963,4	0,011	6,199	1411	1500	0,850	1,109	0,706	1059	4,58	7,294	4,13	1,928	vérifié
R509-R510	61,82	963,4	962,8	0,010	6,199	1432	1500	0,884	1,113	0,734	1101	4,42	7,013	3,97	1,883	vérifié
R510-R511	67,45	963,1	962,5	0,009	6,199	1474	1500	0,954	1,121	0,801	1201	4,12	6,500	3,68	1,802	vérifié
R511-R512	51,73	963	962,5	0,009	6,199	1480	1500	0,964	1,122	0,812	1219	4,08	6,428	3,64	1,790	vérifié
R512-R513	40,72	962,5	961,9	0,014	6,199	1353	1500	0,760	1,098	0,647	971	5,07	8,154	4,61	2,060	vérifié
R513-R514	48,45	961,9	961,4	0,011	6,199	1418	1500	0,860	1,110	0,714	1071	4,53	7,209	4,08	1,914	vérifié
R514-R515	63,06	961,6	961	0,009	6,199	1469	1500	0,946	1,120	0,793	1189	4,15	6,553	3,71	1,810	vérifié
R515-R516	56,34	961,1	960,6	0,009	6,199	1480	1500	0,965	1,122	0,812	1219	4,08	6,428	3,64	1,790	vérifié

Tableau 01 : Dimensionnement du réseau d'assainissement.

Annexe 04 :

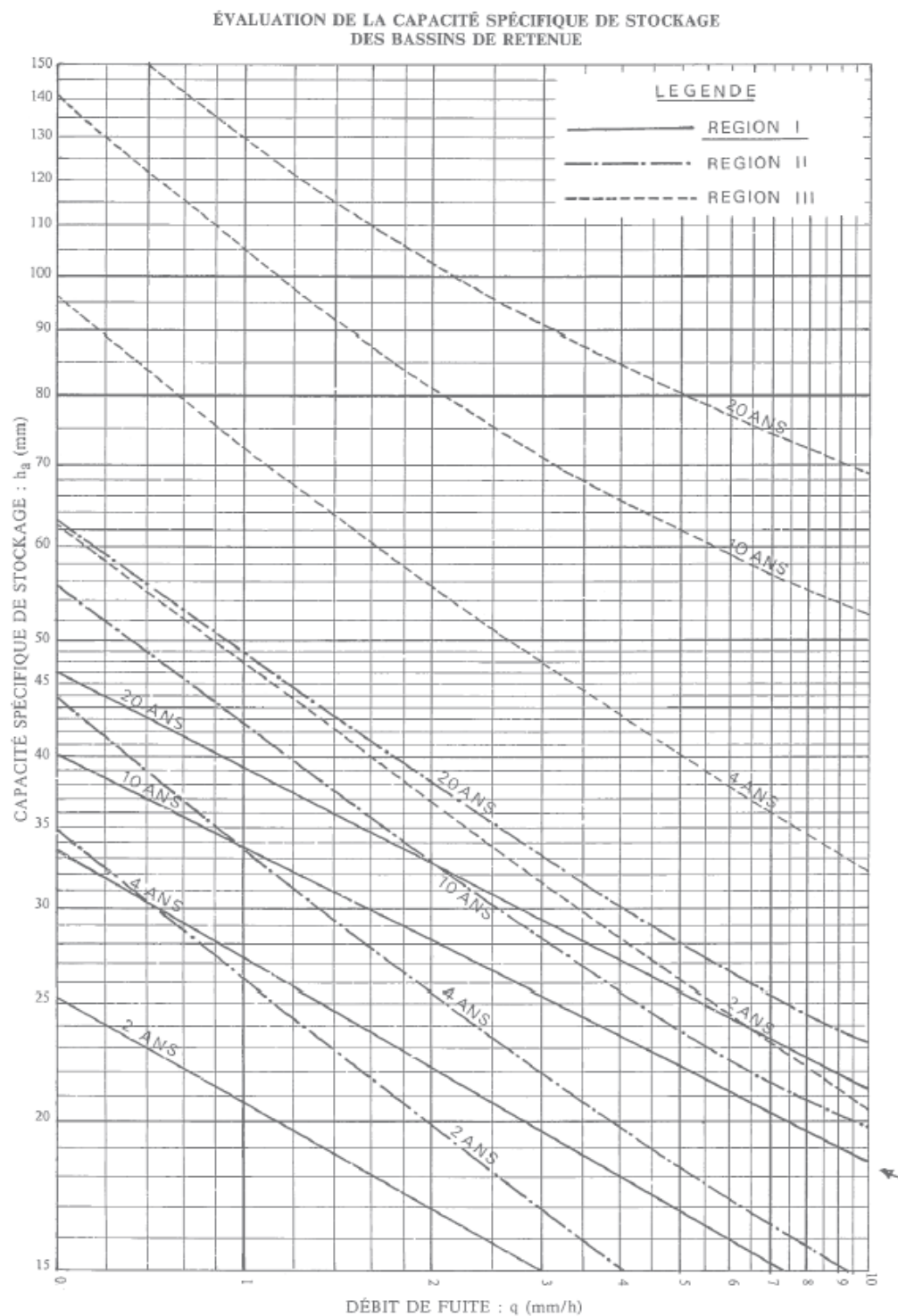


Figure 03 : Evaluation de la capacité spécifique de stockage d'un bassin de retenue

Source site web(<http://www.hauts-de-seine.fr>)